



**PREDIT : Groupe Opérationnel 7**  
**Impacts énergétiques et environnementaux**  
**Recherche financée par l'ADEME sur la convention**  
**n° 07 66 C 0158**

## **INDICATEURS DE QUALITE SONORE EN SITUATION URBAINE**

### **Projet QUASOART**



**Responsables scientifiques : Catherine LAVANDIER, Laboratoire MRTE, Université de Cergy Pontoise, en collaboration avec Laurent BROCOLINI du LMRTE et Mathias QUOY du Laboratoire ETIS de l'Université de Cergy Pontoise, et avec la contribution de Baptiste LE BESCOND.**

**Partenaires ENTPE : responsable Catherine MARQUIS FAVRE, Laboratoire DGCB de l'Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat, en collaboration avec Mathieu LAVANDIER du DGCB, et avec la contribution de Lory WAKS.**

**Partenaires BRUITPARIF : responsable Fanny MIETLICKI, en collaboration avec Carlos RIBEIRO de Bruitparif.**





**PREDIT : Groupe Opérationnel 7**  
**Impacts énergétiques et environnementaux**  
**Recherche financée par l'ADEME sur la convention**  
**n° 07 66 C 0158**

# **INDICATEURS DE QUALITE SONORE EN SITUATION URBAINE**

**Rapport**

**Octobre 2011**

**Laurent BROCOLINI,  
Mathias QUOY,  
Catherine LAVANDIER,  
Mathieu LAVANDIER,  
Catherine MARQUIS FAVRE,  
Fanny MIETLICKI,  
Carlos RIBEIRO.**



## **RESUME EN FRANÇAIS**

Le projet de recherche QUASOART a pour but d'analyser la façon dont les usagers de la ville perçoivent le paysage sonore urbain afin de définir des indicateurs de qualité sonore qui pourront être à terme intégrés dans une représentation territoriale cartographique. Tout d'abord, il a été nécessaire de s'attacher à déterminer un pas temporel et spatial de mesure permettant de caractériser des ambiances urbaines d'un point de vue acoustique. A partir d'enregistrements longue durée (trois mois environs) en six points fixes à Paris, il a été possible de déterminer à travers des classifications ascendantes hiérarchiques de Ward associées à des cartes auto-organisatrices de Kohonen qu'une durée de dix minutes semble être suffisante pour caractériser différentes ambiances sonores. Grâce aux mêmes méthodes de classification, l'analyse du maillage spatial a permis de définir quatre zones homogènes qui correspondent (1) au parc, (2) au boulevard, (3) à la rue piétonne puis (4) une zone que l'on qualifiera de zone de transition. La suite de l'étude s'attache à construire des modèles de prédiction de la qualité sonore. A partir d'enquêtes de terrain réalisées à Paris et à Lyon, il est possible d'établir des modèles à la fois locaux (caractérisant le lieu même où le questionnaire a été évalué) et globaux basés d'une part sur des régressions linéaires multiples et d'autre part sur des réseaux de neurones. La comparaison de ces deux types de modèles permet entre autre de mettre en évidence l'apport des réseaux de neurones devant les régressions linéaires multiples en termes de prédiction. Par ailleurs il ressort de ces modèles l'importance de variables telles que le silence, l'agrément visuel ou encore la présence de sources sonores particulières pour expliquer la qualité sonore de l'environnement.

### Mots clés:

Ambiances sonores, Mesures acoustiques, Perception sonore, Indicateurs de qualité sonore.

## **RESUME EN ANGLAIS**

The research project named QUASOART aims at investigating the way the city-dwellers perceive urban soundscapes in order to characterize sound quality indicators which can be used into mapping. First of all, it was necessary to determine a temporal and spatial resolution to characterize urban environment from an acoustic point of view. From long period recordings (almost three months) at six locations in Paris it was possible to determine through hierarchical ascendant Ward classifications combined with self-organizing Kohonen maps that duration of ten minutes for measurements seems to be enough to characterize different acoustic environments. Thanks to the same classification methods, spatial study made it possible to define four homogeneous areas which correspond (1) to the park, (2) to the boulevard, (3) to the pedestrian street and (4) to an area which can be considered as a transition one. Then this study focuses on building sound quality predictive models. Thanks to field surveys in Paris and Lyon, it is possible to establish local models (characterizing the location where the questionnaire has been evaluated) and overall models based on one hand on multiple linear regressions and on the other hand on neural networks. The comparison of both models highlights the advantages of neural networks compared to multiple linear regressions in terms of prediction. Moreover, according to these models, variables such as silence, the visual pleasantness or even the presence of specific sound sources explain the sound quality of the environment.

### Key words:

Urban soundscape, Acoustic measurements, Sound perception, Sound quality indicators.



## SYNTHESE

Le projet de recherche QUASOART a pour but d'analyser la façon dont les usagers de la ville perçoivent le paysage sonore urbain afin de définir des indicateurs de qualité sonore qui pourront être à terme intégrés dans une représentation territoriale cartographique.

La première partie de ce projet est consacrée à l'analyse du maillage temporel. Avant d'établir des modèles de qualité sonore du paysage urbain, il a été nécessaire de s'attacher à définir un pas de mesure à la fois temporel mais également spatial afin de caractériser différentes ambiances sonores d'un point de vue acoustique. En ce sens, six stations de mesures acoustiques fixes ont été déployées à Paris sur des réverbères publics. Ces six lieux de mesures ont été choisis en fonction de leurs caractéristiques sonores différentes. Parmi ces six sites, quatre se trouvent dans le 12<sup>ème</sup> arrondissement de Paris et deux dans le 5<sup>ème</sup> arrondissement. La première station de mesure se situe dans le parc de Bercy où règne une ambiance à dominante naturelle avec des oiseaux et des voix. La deuxième est placée à la limite visuelle entre le parc et le boulevard Joseph Kessel. Il s'agit d'un boulevard à double sens de quatre voies dont deux voies dédiées aux bus. Le troisième point fixe mesure un carrefour situé au croisement entre le boulevard Joseph Kessel et la rue de Pommard. A cet endroit les sources sonores sont en majorité des véhicules motorisés mais compte tenu des feux de signalisation le flux de véhicules s'en trouve modifié comparativement à un boulevard. Le quatrième lieu d'étude se trouve sur la rue de Bercy qui est une voie circulée unique mais à proximité d'une école où les voix humaines sont très perceptibles. Dans la continuité, le cinquième site se trouve dans le 12<sup>ème</sup> arrondissement, également sur une voie circulée unique (rue de l'épée de bois) et également à proximité d'une école. Enfin, la sixième et dernière station de mesure est fixée au bas de la rue Mouffetard qui est une rue piétonne, à proximité d'une place où se trouvent plusieurs commerces et où se tient régulièrement un marché alimentaire.

A partir du niveau sonore équivalent  $L_{Aeq,1s}$  mesuré durant une période d'environ trois mois, vingt et un indicateurs ont été extraits. Ces vingt et un indicateurs sont les suivants,  $L_{Aeq}$ ,  $L_{Amax}$ ,  $L_{Amin}$ ,  $L_{A95}$ ,  $L_{A90}$ ,  $L_{A50}$ ,  $L_{A10}$ ,  $L_{A5}$ , Ecart-type du  $L_{Aeq}$ ,  $L_{A10} - L_{A90}$ , TNI, Nombre d'événement dépassant un niveau  $L_{\alpha}$  avec  $L_{\alpha} = 75 \text{ dB(A)}$ ,  $80 \text{ dB(A)}$ ,  $L_{A10}$ ,  $L_{Aeq} + 10 \text{ dB(A)}$ ,  $L_{Aeq} + 15 \text{ dB(A)}$ , et enfin le pourcentage de temps durant lequel le niveau  $L_{Aeq}$  dépasse le niveau  $L_{\alpha}$ .

En analysant ces indicateurs au moyen de méthodes de classifications ascendantes hiérarchiques de Ward et de cartes auto-organisatrices de Kohonen utilisées soit individuellement soit de façon conjointe, il a été possible de déterminer dans un premier temps pour chacun des six lieux le rythme typique de chaque jour de la semaine. Par la suite, trois ou quatre zones temporelles selon le lieu ont pu être mis en évidence dans une journée moyenne. Et enfin, le propos même de cette section, à savoir une durée de mesure acoustique a pu être déterminée. En prenant une longueur d'une heure comme référence il a été possible de comparer plusieurs durées de mesures, à savoir 30 minutes, 20 minutes, 15 minutes, 10 minutes et 5 minutes. Parmi tous les six sites étudiés, il est apparu à cinq reprises qu'une mesure acoustique de 10 minutes semblait être suffisamment courte pour gagner du temps tout en conservant suffisamment d'information acoustique pour caractériser le lieu. Seul le quatrième lieu, dans lequel la grande proximité de

l'école entraîne une forte présence de voix se différencie, puisqu'à cet endroit précis, une durée de 20 minutes semble plus adéquate. Enfin, cette partie de l'étude aura permis de mettre en évidence l'importance d'indicateurs énergétiques tels que le  $L_{Aeq}$ , le  $L_{A90}$ , le  $L_{A10}$ , mais également les indicateurs de types événementiels et donc l'importance de pouvoir caractériser les sources.

La seconde partie du projet, consacrée à l'analyse du maillage spatial s'appuie sur une campagne de mesure réalisée à Paris sur les mêmes lieux d'étude que ceux décrits précédemment. Les contraintes liées à cette étude impliquaient de réunir plusieurs ambiances sonores différentes sur une distance assez réduite afin de réaliser un maillage de l'espace relativement fin. De ce fait, soixante dix enregistrements de 15 minutes ont été réalisés au total, quarante six entre le premier point fixe (parc) et le quatrième (rue de Bercy) et vingt quatre entre la cinquième station de mesure fixe (rue de l'épée de bois) et la sixième (bas de la rue Mouffetard). Chacun de ces soixante dix enregistrements sonores ont été caractérisés par dix huit indicateurs, à savoir le  $L_{Aeq}$ , le  $L_{A90}$ , le  $L_{A10}$ , Ecart-type du  $L_{Aeq}$ , ainsi que l'émergence et le temps de présence des sept sources sonores suivantes : véhicules légers, poids lourds, cyclomoteurs, klaxons, présence humaine, oiseaux et activités diverses. La reconnaissance des sources ayant été réalisée à partir de l'observation durant la mesure et de la réécoute au casque par un auditeur expert.

En exploitant ces données avec des méthodes d'analyses similaires à celles présentées pour le maillage temporel, c'est-à-dire des classifications de Ward et de Kohonen, il a été possible de discerner sur l'ensemble du parcours d'analyse quatre zones d'un point de vue acoustique. Trois d'entre elles peuvent être considérées comme typiques et sont caractérisées par des environnements sonores homogènes où des sources particulières sont présentes : les oiseaux dans un parc, des véhicules sur le boulevard, des voix et de l'activité dans une rue piétonne et commerciale. En outre, un autre type de zone dite "de transition" rassemble les lieux où différents types de sources peuvent être entendus. Le maillage spatial nous permet ici de conclure que les situations sonores urbaines peuvent être classées en zones relativement homogènes et typées qui sont juxtaposées entre elles par des zones de transition sonore qui s'étalent sur 50m environ.

Enfin, la troisième et dernière partie du projet de recherche QUASOART, est consacrée à l'élaboration de modèles de prédiction de l'agrément sonore. A partir d'enquêtes de terrain menées à la fois à Paris et à Lyon, il a été possible d'établir des modèles basés sur des régressions linéaires multiples et sur des réseaux de neurones. Le questionnaire élaboré pour ces enquêtes repose sur la perception que des passants ont de leur environnement et permet de relever vingt cinq variables perceptives. Certaines de ces variables étant de perception globale (Animation, Enveloppement, Agrément visuel, etc.) et d'autres étant liées à des sources sonores (Véhicules légers, Poids lourds, Oiseaux, etc.). En mettant en relation ces variables avec l'agrément sonore mesuré, il a été possible d'établir deux types de modèles prédictifs (régressions linéaires multiples et réseaux de neurones). Le questionnaire a été mené en huit lieux différents, quatre à Paris et quatre à Lyon. Sur la ville de Paris, les quatre lieux d'enquêtes se trouvent dans le 5<sup>ème</sup> arrondissement de Paris, un dans la rue Mouffetard, un chaque côté de la transition entre la rue Mouffetard et la rue de l'épée de bois et un dernier sur le boulevard Monge. Il s'agit d'un grand boulevard qui jouxte la rue de l'épée de bois. A Lyon, les quatre lieux se trouvent dans et aux



alentours du parc de la tête d'or, qui est un très grand parc urbain. Un point d'enquête se situe au sein même du parc, un de chaque côté de l'entrée principale du parc et enfin un quatrième sur le boulevard des Belges, à proximité du parc.

De ces analyses il ressort en premier lieu que les modèles de régression ont été utiles dans l'analyse de la qualité de l'environnement sonore (choix des bases de données, choix des variables) mais que les modèles de réseaux de neurones permettent de mieux prédire l'agrément sonore des situations urbaines étudiées.

En se focalisant sur l'étude de la qualité sonore à une échelle locale (c'est-à-dire en chacun des huit lieux où le questionnaire a été mené), nous trouvons l'influence des différents types de sources dans l'agrément sonore. En général la présence des véhicules légers a une influence négative sur l'agrément sonore qui s'accompagne d'une influence négative ponctuelle de la sonie des klaxons, des cyclomoteurs et des poids lourds. La présence des oiseaux est influente pour l'entrée du parc et dans le parc à Lyon. La présence des sources semble donc être bien prise en compte dans les perceptions locales. En revanche à l'échelle urbaine, ce sont les évaluations perceptives globales (Adéquation, Animation, Enveloppement) qui semblent mieux refléter les différences entre sites.

Néanmoins 3 variables se retrouvent systématiquement à toutes les échelles. Ce sont les variables "Silence", "Agrément visuel" et "Présence des véhicules légers". Ces 3 variables n'ont pas la même influence sur l'agrément sonore en fonction des lieux. La présence des véhicules entendus est plus influente (négativement) dans un parc que dans une voie circulée. L'agrément visuel a moins d'effet sur des boulevards que sur les autres sites. La variable "Silencieux" a moins d'effet sur le parc que sur les rues circulées. Au contraire, elle a plus d'influence dans les rues piétonnes que dans les rues circulées. Ces quelques commentaires peuvent permettre aux aménageurs de porter leurs efforts sur certaines variables dans le cas d'un réaménagement urbain.

En conclusion, cette étude aura permis de constater qu'un modèle de réseau de neurones permet de prévoir la qualité de l'environnement sonore en contexte urbain. Bien que souvent considéré comme une boîte noire, ce type de modèle reste tout de même accessible. Divers indicateurs peuvent donc maintenant être proposés, issus de ces modèles de réseaux de neurones, à une échelle locale mais aussi à une échelle globale, afin d'être représentés sur des cartes sonores.



## LISTE DES PUBLICATIONS et VALORISATION DE LA RECHERCHE

- BROCOLINI L., LAVANDIER C., QUOY M., RIBEIRO C., " *Discrimination of urban soundscape through Kohonen map*", CD-ROM des proceedings du congrès international Euro Noise à Edinburgh, EN09-291, 9 pages, Ecosse, octobre 2009.
- L. BROCOLINI, C. LAVANDIER, M. QUOY, C. RIBEIRO, " *Apport des réseaux de neurones dans le maillage spatial des paysages sonores urbains*", *Acoustique et Techniques*, n° 59, pp. 13-18, 4<sup>ème</sup> trimestre 2009.
- BROCOLINI L., WALKS L., LAVANDIER C., MARQUIS-FAVRE C., QUOY M., LAVANDIER M., " *Méthodes de prédiction de la qualité du paysage sonore urbain : régression linéaire multiple ou réseau de neurones ?* ", CD-ROM des proceedings du 10<sup>ème</sup> Congrès Français d'Acoustique, 6 pages, Lyon, avril 2010.
- BROCOLINI L., LAVANDIER C., RIBEIRO C., QUOY M., " *Optimization of the acoustic measurement duration in urban environment through Kohonen self-organizing map*", **Conférence Invitée**, CD-ROM des proceedings du Congrès Inter Noise 2010, 9 pages, Lisbonne, juin 2010.
- BROCOLINI L., WAKS L., LAVANDIER C., MARQUIS-FAVRE C., QUOY M., LAVANDIER M., " *Comparison between multiple linear regressions and artificial neural networks to predict urban sound quality*", CD-ROM des proceedings du 20<sup>ème</sup> congrès international ICA, 6 pages, Sydney, août 2010.
- BROCOLINI L., LAVANDIER C., QUOY M., RIBEIRO C., " *Optimization method of the acoustic measurement duration in urban environment: application to a crossroads location in Paris*", soumis en juin 2011 au Journal of the Acoustical Society of America.



# TABLE DES MATIERES

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
1.1	OBJECTIFS ET PROBLEMATIQUE .....	1
1.2	ETAT DE L'ART .....	1
1.2.1	<i>Indicateurs</i> .....	1
1.2.2	<i>Maillage</i> .....	3
<b>2</b>	<b>MAILLAGE TEMPOREL.....</b>	<b>4</b>
2.1	METHODOLOGIE.....	4
2.1.1	<i>Campagne de mesure</i> .....	4
2.1.2	<i>Indicateurs</i> .....	6
2.1.2.1	Indicateurs énergétiques.....	6
2.1.2.2	Indicateurs événementiels.....	7
2.1.3	<i>Procédure</i> .....	8
2.1.3.1	Classification ascendante hiérarchique.....	9
2.1.3.2	Classification de Kohonen.....	9
2.1.3.3	Classification conjointe .....	10
2.1.3.4	Algorithme pas à pas .....	11
2.2	RESULTATS .....	11
2.2.1	<i>Rythme des jours (24h)</i> .....	11
2.2.2	<i>Optimisation</i> .....	15
2.2.3	<i>Interprétation des classes sur la durée optimisée</i> .....	16
2.2.4	<i>Synthèse des résultats de tous les points de mesure</i> .....	19
2.3	CONCLUSION.....	20

<b>3</b>	<b>MAILLAGE SPATIAL.....</b>	<b>21</b>
3.1	METHODOLOGIE.....	21
3.1.1	<i>Campagne de mesures.....</i>	<i>21</i>
3.1.2	<i>Indicateurs.....</i>	<i>23</i>
3.1.2.1	Indicateurs énergétiques.....	23
3.1.2.2	Indicateurs événementiels.....	23
3.1.3	<i>Procédure.....</i>	<i>25</i>
3.2	RESULTATS.....	26
3.2.1	<i>Répartition des classes.....</i>	<i>26</i>
3.2.2	<i>Interprétation des classes.....</i>	<i>27</i>
3.3	CONCLUSION.....	30
<b>4</b>	<b>MODELES DE PREDICTION.....</b>	<b>31</b>
4.1	METHODOLOGIE.....	31
4.1.1	<i>Terrain d'étude.....</i>	<i>31</i>
4.1.2	<i>Sujets.....</i>	<i>32</i>
4.1.3	<i>Questionnaire.....</i>	<i>32</i>
4.1.4	<i>Procédure.....</i>	<i>34</i>
4.1.4.1	Sélection des variables.....	34
4.1.4.2	Régressions linéaires multiples.....	35
4.1.4.3	Modèles de réseaux de neurones.....	36
4.1.4.4	Validation croisée.....	37
4.1.4.5	Optimisation des bases et déroulement des calculs.....	38
4.1.4.6	Algorithme pas à pas.....	39
4.2	RESULTATS.....	39
4.2.1	<i>PARC (Parc).....</i>	<i>39</i>

4.2.1.1	Sélection des variables .....	39
4.2.1.2	Equation de la régression linéaire multiple .....	40
4.2.1.3	Comparaison régression linéaire multiple / réseau de neurones .....	41
4.2.2	<i>TPAR (Transition côté parc)</i> .....	44
4.2.2.1	Sélection des variables .....	44
4.2.2.2	Equation de la régression linéaire multiple .....	44
4.2.2.3	Comparaison régression linéaire multiple / réseau de neurones .....	45
4.2.3	<i>TBOU (Transition côté boulevard)</i> .....	46
4.2.3.1	Sélection des variables .....	46
4.2.3.2	Equation de la régression linéaire multiple .....	46
4.2.3.3	Comparaison régression linéaire multiple / réseau de neurones .....	46
4.2.4	<i>BOUL (Boulevard)</i> .....	48
4.2.4.1	Sélection des variables .....	48
4.2.4.2	Equation de la régression linéaire multiple .....	48
4.2.4.3	Comparaison régression linéaire multiple / réseau de neurones .....	49
4.2.5	<i>MONG (Boulevard)</i> .....	50
4.2.5.1	Sélection des variables .....	50
4.2.5.2	Equation de la régression linéaire multiple .....	50
4.2.5.3	Comparaison régression linéaire multiple / réseau de neurones .....	51
4.2.6	<i>TEPE (Transition côté rue circulée)</i> .....	52
4.2.6.1	Sélection des variables .....	52
4.2.6.2	Equation de la régression linéaire multiple .....	52
4.2.6.3	Comparaison régression linéaire multiple / réseau de neurones .....	53
4.2.7	<i>TMOU (Transition côté rue piétonne)</i> .....	54
4.2.7.1	Sélection des variables .....	54

4.2.7.2	Equation de la régression linéaire multiple .....	54
4.2.7.3	Comparaison régression linéaire multiple / réseau de neurones .....	54
4.2.8	<i>MOUF (Rue piétonne)</i> .....	56
4.2.8.1	Sélection des variables .....	56
4.2.8.2	Equation de la régression linéaire multiple .....	56
4.2.8.3	Comparaison régression linéaire multiple / réseau de neurones .....	56
4.2.9	<i>Discussion</i> .....	57
4.2.10	<i>Modèle global</i> .....	62
4.2.11	<i>Modèle global réduit</i> .....	65
4.2.11.1	Réduction du modèle .....	65
4.2.11.2	Equation de la régression linéaire multiple .....	65
4.2.11.3	Comparaison régression linéaire multiple / réseau de neurones .....	65
4.2.11.4	Analyse de variance .....	69
4.3	CONCLUSION .....	72
<b>5</b>	<b>CORRELATIONS ENTRE VARIABLES PHYSIQUES ET VARIABLES PERCEPTIVES .....</b>	<b>72</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>74</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>77</b>
	<b>ANNEXES .....</b>	<b>81</b>



# 1 INTRODUCTION

## 1.1 OBJECTIFS ET PROBLEMATIQUE

Les ambiances sonores auxquelles nous sommes confrontées sont diverses et variées. Si l'on demande à une personne de décrire son quotidien sonore, elle parle souvent des sources qu'elle entend, des moments de la journée ainsi que des lieux où elles apparaissent. D'un point de vue perceptif, ces descriptions peuvent aller de très agréables (pour des chants d'oiseaux dans un parc par exemple) à très désagréables (pour un cyclomoteur passant dans une rue de quartier). Pourtant, il n'existe à l'heure actuelle aucun outil opérationnel permettant de refléter correctement ces caractéristiques. Les seuls outils disponibles étant des indicateurs de niveaux sonores moyens et annuels obtenus par modélisation acoustique des principales infrastructures de transports (surtout utiles à la résorption des points noirs dus au bruit). Or, ces indicateurs sont difficilement compris et de ce fait mal interprétés par les usagers de la ville car ils ne reflètent pas la signification des bruits perçus et la diversité des situations que les citoyens rencontrent.

Le projet de recherche "Indicateurs de qualité sonore en situation urbaine pour une représentation cartographique" (QUASOART) répond à l'appel à proposition "Réduction du bruit des transports terrestres" sur la thématique "la perception et la gêne liées au bruit des transports terrestres" lancé par le Groupe opérationnel 7 du PREDIT 3 (programme de recherche et innovation dans les transports terrestres). Ce projet qui regroupe différents partenaires, l'Université de Cergy-Pontoise, l'Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (ENTPE) et Bruitparif a pour but d'aborder la perception sonore du paysage urbain aux différentes échelles de la ville (différentes ambiances) et ce afin de proposer un ou des indicateurs qui permettent de caractériser de façon objective la qualité des ambiances sonores perçues par les populations concernées. A terme, ces indicateurs devraient pouvoir permettre d'établir des cartes de qualité lisibles par les populations elles-mêmes ainsi que par les services techniques des municipalités. Le travail lié à ce projet de recherche consiste donc à trouver des indicateurs de qualité en s'appuyant sur des mesures in situ ainsi que des enquêtes auprès des populations (à Paris et à Lyon), mais également à déterminer un maillage temporel et spatial des mesures de ces indicateurs. L'établissement de cartes de bruit ne sera pas abordé dans le cadre de ce projet.

## 1.2 ETAT DE L'ART

### 1.2.1 Indicateurs

Dans le cadre de la directive européenne du 25 juin 2002, il est préconisé d'utiliser l'indicateur  $L_{den}$  associé à l'indicateur  $L_{night}$ , pour traduire l'impact sonore des diverses sources de bruit urbain. Pour le bruit de circulation routière, l'indicateur  $L_{den}$  est estimé à partir de modèles de flux de circulation régulier, sur une période de 24h, lors d'une journée moyenne représentative d'une année. Le couplage de ce type d'indicateur avec la notion de nuisance sonore exprimée par les usagers de la ville a déjà été mis en évidence pour les voies de type boulevard [RAIMBAULT 2003]. A l'échelle de la ville et pour des heures de flux continu du trafic routier, un indicateur purement énergétique semble donc suffire pour caractériser la qualité de l'environnement sonore.

Mais pour des périodes de nuit, l'occurrence des événements sonores semble plus pertinente pour traduire cette notion de qualité sonore. En ce sens, ce ne sont plus des indicateurs énergétiques seuls qui interviennent, mais des indicateurs temporels [BONNEFOND 2003]. Le travail de thèse de B. DE COENSEL montre l'importance de la prise en compte de l'aspect temporel dans les recherches sur le paysage sonore [DE COENSEL 2007]. De plus, pour des échelles de quartier, des recherches [DEFREVILLE 2005] montrent que la prise en compte du temps de présence de certaines sources intervient dans la notion de qualité sonore. Il semble donc que des indicateurs qui allient les aspects énergétiques et temporels caractérisent mieux l'ambiance de certains moments ou "la couleur" de certains lieux urbains. Grâce au travail de thèse de B. DEFREVILLE, prolongé par le travail de DEA de A. CAN [CAN 2006] au sein du Laboratoire Mobilités Réseaux Territoires et Environnement (LMRTE), il a été proposé un indicateur de "désagrément sonore" qui s'appuie non seulement sur la force sonore ressentie par les usagers de la ville, mais aussi sur des caractéristiques temporelles propres aux événements sonores qui s'y produisent. Cet indicateur qui découle de tests d'écoute pour la très grande majorité effectués en laboratoire, peut ainsi s'écrire comme combinaison linéaire de variables objectives qui sont facilement calculées sur la base de l'enregistrement de l'évolution temporelle du niveau sonore en dB(A). Les variables prédictives sont les suivantes :

- Le niveau sonore  $L_{A10}$  dépassé pendant 10% du temps,
- Les pourcentages de temps d'apparition des différents types de sources identifiées comme événements sonores. Les sources étudiées ont pu être mécaniques, comme les voitures, les bus, les cyclomoteurs, les motos, etc. mais aussi naturelles, comme les voix et les chants d'oiseaux. L'identification de la source ou des sources comme "objet bruit" est ainsi primordiale dans l'évaluation de la qualité d'une ambiance sonore [DUBOIS 1998], [MZALI 2000] car elle lui donne sens.

On peut ainsi définir une combinaison linéaire sous la forme :

$$\text{Désagrément}_{\text{sonore}} = \alpha \times L_{A10} + \beta \times \%T_{\text{voitures}} + \gamma \times \%T_{\text{bus}} + \delta \times \%T_{\text{cyclomoteurs}} + \varepsilon \times \%T_{\text{voix}} + \dots + \kappa$$

Cette régression dépend du lieu et du moment dans lequel est évalué l'environnement sonore. De nombreuses études ont déjà montré que les évaluations des ambiances sonores sont sous la dépendance non seulement des individus et des contextes d'écoute donnant signification et identité aux lieux [VOGEL 1999], mais aussi des activités, des pratiques ou des usages dans lesquels ils sont impliqués. En effet, certaines sources sont considérées comme événements dans certains lieux mais pas dans d'autres. Par exemple, les passages de voitures sont considérés comme événements lorsqu'elles sont entendues dans les parcs ou dans les marchés, mais ne sont pas considérées comme événements sonores le long des rues. Certains travaux [RAIMBAULT 2004] ont d'ailleurs mis en évidence que les voitures sont perçues comme objets de la route (élément spatial), alors que les trains sont perçus comme des objets sonores (aspects énergétiques et temporeux). Ces remarques ont comme conséquences que les voitures parfois apparaissent dans la régression avec un coefficient  $\beta$  non nul dans les marchés et dans les parcs, mais ce coefficient  $\beta$  devient nul sur les rues circulées à flux continu. Les voitures sont alors considérées comme objets de la route et leur aspect sonore est pris en compte dans le niveau  $L_{A10}$ . Dans le cas

des marchés ou des parcs,  $\beta$  est non nul, mais l'importance du niveau sonore est alors minimisée ( $\alpha$  tend alors vers zéro).

De plus, l'aspect visuel peut aussi intervenir dans cette régression. Stéphanie VIOLLON [VIOLLON 2002] a montré que dans une ambiance où la présence humaine était révélée par des voix ou des pas, le visuel n'avait pas d'influence sur le sonore. Par contre, pour les ambiances sans présence humaine ( $\epsilon=0$ ) l'influence de l'esthétique sur le sentiment de désagrément sonore est faible mais significative. Plus le lieu est urbanisé, plus le désagrément sonore se fait sentir. Si le lieu est peu urbanisé, le désagrément sonore sera amoindri par l'aspect agréable du lieu. Ceci est à nuancer, car dans un parc, si des passages de voitures sont identifiés, ils seront alors perçus comme événements sonores et le désagrément final pourrait être supérieur au même environnement sonore évalué le long d'une rue.

On comprend que le modèle de régression n'est plus si simple si l'on veut caractériser la diversité des lieux et des moments en site urbain. La recherche proposée dans ce projet soumis au PREDIT porte donc sur l'enrichissement de cet indicateur, en travaillant avec des modèles de régression ou avec des modèles plus complexes (réseaux de neurones) qui permettent d'intégrer les non linéarités potentielles dues à la perception humaine.

### 1.2.2 Maillage

Très peu d'études ont été réalisées sur la pertinence des échantillonnages choisis en temps et en espace. Les nombreuses expériences qui ont été menées sur la qualité sonore se sont appuyées sur des écoutes allant de 10 secondes [CERMAK 1976] jusqu'à 30 minutes [KUWANO 1988]. Les études sur la perception du niveau sonore se sont basées sur des stimuli allant de quelques secondes [LITTLE 1969] [PAULSEN 1997] jusqu'à 80 minutes [NAMBA 1988]. Un travail exploratoire sur l'influence de l'échelle temporelle sur la pertinence des indicateurs a été mené au LMRTE [LAVANDIER 2003]. Il a montré que le calcul des indicateurs psychoacoustiques classiques sur 15 minutes permettait de caractériser objectivement un lieu et que ce calcul devait être fait sur cinq périodes de la journée : la nuit, au réveil de la ville, le matin, l'après-midi et enfin sur la période d'endormissement de la ville. Quant au choix du maillage spatial nécessaire à la caractérisation des lieux, il a suivi plutôt les typologies architecturales des lieux sans en étudier une justification acoustique.

Dans ce projet, la pertinence des choix temporels et spatiaux pour les mesures acoustiques en site urbain va être systématiquement étudiée, afin de fixer les durées, les moments et les lieux nécessaires aux enquêtes perceptives. Le but de ce double maillage, temporel et spatial, est donc d'optimiser les campagnes de mesures. Quelle est la durée nécessaire pour caractériser l'environnement sonore d'un lieu afin qu'elle ne soit ni trop longue pour éviter de perdre du temps au cours des mesures, ni trop courte pour éviter de perdre de l'information acoustique ? Quelle est aussi la distance à respecter entre les points de mesures afin de caractériser des lieux appartenant à des zones différentes d'un point de vue acoustique?

## 2 MAILLAGE TEMPOREL

### 2.1 METHODOLOGIE

#### 2.1.1 Campagne de mesure

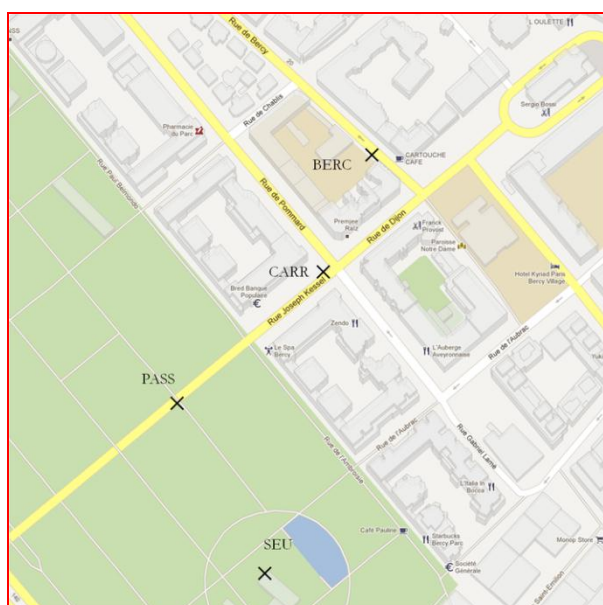
Dans le cadre de l'étude du maillage temporel puis du maillage spatial nous avons besoin de réunir des lieux présentant des ambiances sonores différentes mais que l'on pourrait qualifier de "typiques". Si Paris regorge de sites aux ambiances sonores très variées nous devons cependant faire face à certaines contraintes, notamment pour l'étude du maillage spatial (§ 3), à savoir regrouper des ambiances sonores différentes (parc, boulevard, école, rue piétonne, marché, etc.) sur une distance raisonnablement réduite. Suite à de nombreuses visites de sites et en concertation avec la ville de Paris, Bruitparif et l'Université de Cergy-Pontoise nous avons sélectionné deux sites d'études à Paris. Le premier se trouve dans le 12<sup>ème</sup> arrondissement de Paris et le second dans le 5<sup>ème</sup> arrondissement. Pour réaliser l'étude du maillage temporel, nous avons pu déployer six stations de mesures fixes, quatre dans le 12<sup>ème</sup> arrondissement de Paris et deux dans le 5<sup>ème</sup> arrondissement. Ces six points de mesures correspondent à des ambiances sonores a priori différentes (parc, boulevard, école, marché, etc. ...).

- Le premier point de mesure se situe dans le parc de Bercy et correspond à une ambiance typique de parc urbain.
- Le deuxième emplacement se trouve à la limite visuelle du parc et d'un boulevard. Il s'agit du boulevard Joseph Kessel. Ce boulevard est très emprunté et se compose de quatre voies de circulation dont deux dédiées aux bus.
- La troisième station de mesure a été fixée au niveau du carrefour entre le boulevard Joseph Kessel et de la rue de Pommard. A cet endroit, l'ambiance sonore est a priori semblable à un boulevard mais compte tenu des feux de signalisation, les flux de trafics s'en trouvent modifiés.
- Enfin, dans le 12<sup>ème</sup> arrondissement, le quatrième lieu de mesure se trouve dans la rue de Bercy. Il s'agit d'une rue circulée avec une voie unique. La station de mesure a été placée sur un réverbère à proximité d'une école afin de capter une ambiance sonore liée à cet établissement scolaire.
- Concernant le 5<sup>ème</sup> arrondissement de Paris, le point de mesure n°5 se situe rue de l'Epée de Bois. Il s'agit également d'une voie unique circulée dont les caractéristiques sont proches de la rue de Bercy. Là encore, la station de mesure fixe a été placée à proximité d'une école.
- Enfin, le dernier lieu d'étude se trouve au bas de la rue Mouffetard, au niveau de la place sur laquelle se tient régulièrement un marché alimentaire, la rue Mouffetard étant pour sa part une rue piétonne où seuls quelques deux roues et quelques véhicules autorisés peuvent parfois circuler.

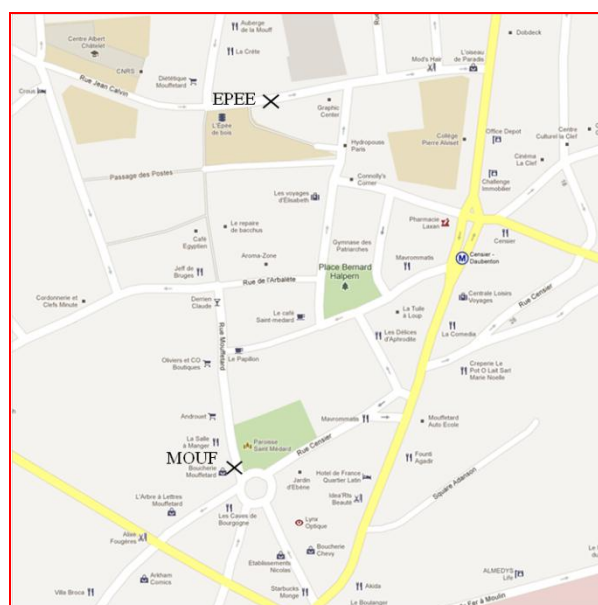
Le tableau I regroupe pour chacun des points de mesures la dénomination utilisée, l'adresse, le numéro d'identification du réverbère sur lequel la station de mesure a été fixée ainsi que la ou les ambiances sonores correspondantes (a priori). Un plan avec la localisation exacte de chaque point de mesure est également donné sur les figures 1 et 2.

**Tableau I : Liste des 6 points de mesures utilisés pour le maillage spatial.**

Nom	Ambiance sonore	Adresse	Numéro du réverbère
SEU	Parc	Parc de Bercy	Service de l'écologie urbaine de Paris
PASS	Parc / Boulevard	Rue Joseph Kessel	XII-17243
CARR	Carrefour	Rue Joseph Kessel	XII-17257
BERC	Rue circulée	Rue de Bercy	XII-6135
EPEE	Rue circulée	Rue de l'Epée de Bois	V-2307
MOUF	Rue piétonne / marché	Rue Mouffetard	V-1960



**Figure 1 : Disposition des points fixes dans le 12<sup>ème</sup> arrondissement de Paris.**



**Figure 2 : Disposition des points fixes dans le 5<sup>ème</sup> arrondissement de Paris.**

Pour le point de mesure n°1 (SEU) nous avons utilisé une station de mesure déjà mise en place et exploitée par le Service de l'Ecologie Urbaine de la ville de Paris. Il s'agit d'une station de mesure 01dB-Metravib de type Oper@-Ex. En ce qui concerne tous les autres lieux, ils ont nécessité le déploiement de stations de mesures autonomes en énergie. Il s'agit de stations de mesures solaires LadyBird® développées par la société Azimut Monitoring. Ces stations de mesures ont donc été fixées sur des réverbères publics après autorisation de la ville de Paris à une hauteur d'environ 4 mètres par rapport au sol et ont mesuré le niveau sonore durant une période d'environ trois mois.

## 2.1.2 Indicateurs

A partir du niveau de pression acoustique  $L_{Aeq,1s}$ , plusieurs indicateurs acoustiques peuvent être calculés. Ces indicateurs constituent des descripteurs acoustiques des environnements sonores étudiés. Deux types d'indicateurs ont donc été calculés : d'une part des indicateurs énergétiques associés à un calcul d'une dose de bruit, et d'autre part des indicateurs événementiels associés au nombre d'événements émergeant significativement d'un certain niveau fixé pendant une période d'analyse. A partir des enregistrements de trois mois, tous les indicateurs ont été calculés pour six bases de données contenant des échantillons de différentes longueurs : 5 minutes (21502 échantillons), 10 minutes (10752 échantillons), 15 minutes (7168 échantillons), 20 minutes (5377 échantillons), 30 minutes (3585 échantillons) et 1 heure (1793 échantillons). Au total, les 50177 échantillons sont tous caractérisés par 21 indicateurs acoustiques pour chaque lieu.

### 2.1.2.1 Indicateurs énergétiques

En préambule de ce paragraphe, rappelons brièvement la définition du  $L_{Aeq}$ . Le  $L_{Aeq}$  ou niveau sonore équivalent pondéré A sur la durée d'analyse est le niveau de pression acoustique continu exprimé en décibels, déterminé pour un intervalle de temps  $\Delta t$  qui commence à  $t_1$  et fini à  $t_2$  :

$$L_{Aeq,\Delta t} = 10 \log \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

avec  $P_A(t)$  la pression acoustique instantanée et  $P_0$  la pression acoustique de référence (20  $\mu$ Pa).

A partir de la mesure sur une période de temps  $T$ , outre le niveau de pression acoustique continu équivalent, il est également possible de calculer des indices statistiques, en particulier les niveaux fractiles. Ces niveaux noté  $L_{AN}$  représentent le niveau sonore dépassé  $N\%$  du temps par rapport à la durée de la mesure  $T$ . Ils permettent suivant les valeurs de  $N$  de caractériser le niveau de bruit de fond d'un site, le caractère continu ou discontinu des niveaux sonores mesurés ou bien encore leur amplitude ou dynamique. Les indices fractiles les plus couramment utilisés sont :  $L_{A5}$ ,  $L_{A10}$ ,  $L_{A50}$ ,  $L_{A90}$  et  $L_{A95}$ .

Très souvent le  $L_{A10}$  est utilisé pour caractériser les niveaux élevés alors que le  $L_{A90}$  permet d'estimer le bruit de fond. Par ailleurs, il s'avère que le  $L_{A50}$  et  $L_{A95}$  se révèlent parfois plus judicieux que le  $L_{Aeq}$  ou  $L_{A90}$  pour caractériser des ambiances calmes.

Parmi les indicateurs statistiques, la différence  $L_{A10} - L_{A90}$  et l'écart type  $\sigma$  des  $L_{Aeq,1s}$  caractérisent l'amplitude des niveaux  $L_{Aeq,1s}$  pendant la période de temps  $T$ . Diverses études proposent des indicateurs calculés à partir de ces indices, comme  $L_{A5} - L_{A95}$ ,  $L_{A10} - L_{A90}$  ou encore le TNI pour Traffic Noise Index défini tel que :  $TNI = 4 (L_{A10} - L_{A90}) + L_{A90} - 30$  [GRIFFITHS 1968].

**Tableau II : Liste des indicateurs énergétiques calculés dans le cadre de l'étude du maillage temporel**

Indicateur	Définition
$L_{Aeq,T}$	Niveau sonore équivalent pondéré A $L_{Aeq,T}$ calculé sur une période T, en seconde, à partir du $L_{Aeq,1s}$ $L_{Aeq,\Delta t} = 10 \log \left( \sum_{t=1}^T 10^{\frac{L_{Aeq,1s}(t)}{10}} \right)$
$L_{Amax}$	Niveau $L_{Aeq,1s}$ maximum relevé pendant la période d'analyse T
$L_{Amin}$	Niveau $L_{Aeq,1s}$ minimum relevé pendant la période d'analyse T
$L_{A5}$	Niveau sonore dépassé 5% du temps par rapport à la durée d'analyse T
$L_{A10}$	Niveau sonore dépassé 10% du temps par rapport à la durée d'analyse T
$L_{A50}$	Niveau sonore dépassé 50% du temps par rapport à la durée d'analyse T
$L_{A90}$	Niveau sonore dépassé 90% du temps par rapport à la durée d'analyse T
$L_{A95}$	Niveau sonore dépassé 95% du temps par rapport à la durée d'analyse T
$\sigma$	Ecart type calculé sur une période T, en secondes, à partir du $L_{Aeq,1s}$ , où N est le nombre de valeurs $L_{Aeq,1s}$ $\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_1^N (L_{Aeq,1s} - \bar{L}_{Aeq,1s})^2}$ avec $\bar{L}_{Aeq,1s} = \frac{1}{N} \sum_1^N L_{Aeq,1s}$
$L_{A10} - L_{A90}$	Différence entre les niveaux $L_{A10}$ et $L_{A90}$ caractérisant la dynamique des niveaux sonores observés pendant la période T
TNI	Traffic Noise Index, noté $TNI = 4 (L_{A10} - L_{A90}) + L_{A90} - 30$

L'ensemble des indicateurs énergétiques calculés dans le cadre de l'étude du maillage temporel à partir des données  $L_{Aeq,1s}$  sont synthétisés dans le tableau II. Ces indicateurs sont calculés pour six durées d'analyses T (5 minutes, 10 minutes, 15 minutes, 20 minutes, 30 minutes et 1 heure) pour l'ensemble des données enregistrées, afin de pouvoir disposer des données nécessaires à la détermination du pas temporel le mieux adapté à la caractérisation des ambiances sonores.

### 2.1.2.2 Indicateurs événementiels

Il existe également des indicateurs permettant de prendre en compte les événements. Ainsi, le  $NNE_{L > L\alpha}$  qui est le nombre d'événements dépassant un seuil  $L\alpha$  a été calculé pour différentes valeurs de  $L\alpha$ . Afin de pouvoir comparer les différentes durées de mesures acoustiques (1h, 30min, 20min, ...) ce nombre d'événements a toujours été ramené sur une durée de 5 minutes. Autrement dit, quelque soit la durée de mesure acoustique, le nombre d'événements correspond au nombre moyen d'événements sur une durée de 5 minutes. On définit également le "Mask Index"  $MI_{L > L\alpha}$  [BEAUMONT 2005] [CAN 2008] qui est le temps durant lequel les niveaux  $L_{Aeq,1s}$  dépassent la valeur seuil  $L\alpha$ . Il s'exprime en seconde ou en pourcentage de temps.

Le seuil fixé pour  $L\alpha$  dépend des événements à caractériser.  $L\alpha$  peut également dépendre du  $L_{Aeq,T}$  tel que :  $L_{Aeq,T} + 10$  dB(A) ou  $L_{Aeq,T} + 15$  dB(A). De ce fait pour notre étude nous fixons les différentes valeurs de  $L\alpha$  : 75 dB(A), 80 dB(A),  $L_{A10}$ ,  $L_{Aeq,T} + 10$  dB(A) et  $L_{Aeq,T} + 15$  dB(A).

L'ensemble des indicateurs événementiels calculés dans le cadre de l'étude du maillage temporel à partir des niveaux  $L_{Aeq,1s}$  sont synthétisés dans le tableau III. Ces indicateurs sont également calculés pour six durées d'analyse T (5 minutes, 10 minutes, 15 minutes, 20 minutes, 30 minutes et 1 heure) pour l'ensemble des données enregistrées.

**Tableau III : Liste des indicateurs événementiels calculés dans le cadre de l'étude du maillage temporel.**

Indicateur	Définition
$NNE_{L > L\alpha}$	Nombre d'événements dépassant un seuil $L\alpha$ pendant la période T avec $L\alpha$ : 75 dB(A), 80 dB(A), $L_{A10}$ , $L_{Aeq,T} + 10$ dB(A), $L_{Aeq,T} + 15$ dB(A)
$MI_{L > L\alpha}$	«Mask Index», noté $MI_{L > L\alpha}$ : temps ou pourcentage de temps durant lequel le $L_{Aeq,1s}$ dépasse $L\alpha$ pendant la période T.

### 2.1.3 Procédure

Définir une durée de mesure minimum à partir de plus de 50000 échantillons nécessite de porter attention tout d'abord à ces échantillons eux-mêmes. Chacun d'entre eux, caractérisé par vingt et une variables, peut être nommé de plusieurs façons par rapport au début de l'enregistrement : la date (jj/mm/aa), le jour de la semaine (lundi, mardi, ...) ou encore le moment de la journée (h-min-sec). Afin de déterminer le rythme typique des différents jours de la semaine (lundi, mardi, ..., dimanche) une classification ascendante hiérarchique (classification de Ward) a été appliquée sur les échantillons d'une heure, jour par jour, choisis comme référence. On peut en effet supposer qu'une mesure de 1h est suffisamment longue pour caractériser l'environnement acoustique d'un lieu. Ainsi les classes créées représentent des périodes homogènes d'une journée de 24h. Les jours dont les rythmes sont similaires sont regroupés (§ 2.2.1).

L'idée de l'optimisation est de déterminer la durée de mesure minimale qui contient la même quantité d'information acoustique que la mesure de 1h ou du moins qui s'en rapproche le plus (§ 2.2.2).

Ensuite, la durée de mesure optimale est étudiée en détail afin de mettre en évidence les indicateurs acoustiques qui peuvent expliquer les différences entre les classes obtenues (périodes différentes de la journée) (§ 2.2.3).

Tout au long de cette étude, l'identification et l'interprétation de la durée de mesure minimum a nécessité deux types de classifications, utilisées soit individuellement soit de façon conjointe : une classification ascendante hiérarchique (classification de Ward) et une classification basée sur des réseaux de neurones artificiels (classification de Kohonen). Des explications sur chacune de ces méthodes sont données dans les paragraphes suivants.



### **2.1.3.1 Classification ascendante hiérarchique**

La classification ascendante hiérarchique est une méthode de classification fréquemment utilisée. La première étape dans l'algorithme de cette méthode consiste à définir une mesure de similarité qui caractérise la distance entre les objets à classer. Puis, une fois cette distance choisie, il s'agit ensuite de définir un critère d'agrégation afin de regrouper les objets les plus proches dans une nouvelle classe.

Au cours de cette étude, la mesure de similarité, ou plus exactement, la mesure de dissimilarité est simplement la distance Euclidienne entre les objets. Soient deux objets  $p$  et  $q$  caractérisés par  $n$  variables, la distance euclidienne entre ces deux objets est donnée par la formule suivante :

$$d(p, q) = d(q, p) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - p_i)^2}$$

Il existe de nombreux critères d'agrégation ("saut minimal ou plus petite distance", "saut maximal ou plus grande distance", "distance moyenne", "Ward", etc. ...) [NAKACHE 2004]. Un des plus couramment utilisé est le critère de Ward. Il s'agit d'un critère d'agrégation basé sur l'inertie calculée à chaque étape du processus d'agrégation et revient à minimiser l'inertie intra-classes ou à maximiser l'inertie inter-classes.

Une fois la classification de Ward réalisée, se pose généralement la question du choix du nombre de classes à retenir. Dans cette optique il n'existe pas de règle précise mais de nombreux critères peuvent aider ce choix. Tout d'abord, l'arbre hiérarchique peut donner une première idée du nombre de classes à choisir, même si cela n'est pas toujours pertinent. Il existe alors de nombreux indices utiles à la décision. Parmi tous ces indices, quatre sont basés sur le calcul de la somme des carrés des écarts entre les objets et la moyenne de la classe à laquelle ils appartiennent. Il s'agit du rapport entre l'inertie inter-classes et l'inertie totale ( $I_{\text{inter}} / I_{\text{totale}}$ ), du "R-Square" (RSQ), du "Semi-Partial R-Square" (SPRSQ) et du "Root-Mean-Square Standard Deviation" (RMSSTD). Enfin, un autre indice et aussi calculé : le "Quality Index" (QI) basé sur la largeur moyenne des silhouettes.

Le nombre de classes à retenir est observé par une "cassure" dans la représentation du ratio de l'inertie inter-classes, du RSQ et du SPRSQ. Le RMSSTD doit être minimal alors que le QI doit lui être maximal.

Il est à noter que bien que tous ces indices puissent se révéler fort utiles, l'interprétation des classes obtenues lors de la classification reste cependant un critère significatif quant au choix du nombre optimal de classes à retenir [NAKACHE 2004].

### **2.1.3.2 Classification de Kohonen**

Outre la classification ascendante hiérarchique, une autre classification basée sur le modèle de Kohonen a été utilisée. Il s'agit d'une méthode de réseaux de neurones non supervisée [KOHONEN 2001]. L'algorithme de construction des cartes auto-organisatrices de Kohonen est

très proche de celui des "k-means" mais la différence est que la topologie des données d'entrée est respectée. Ainsi, visuellement, les objets les plus proches dans l'espace d'entrée le sont également sur la carte.

Considérons chaque objet  $p_i$  (c'est-à-dire une mesure) de dimension  $n$  ( $n = 21$ ) comme une entrée et chaque neurone de la carte comme un vecteur de poids  $W_j$  avec la même dimension  $n$ . Il est alors nécessaire de définir :

- une mesure de distance entre les objets et les neurones. Dans notre cas il s'agit de la distance euclidienne,
- un nombre de neurones. Aucune règle n'existe quant au nombre de neurones à choisir, mais une solution consiste à utiliser la formule heuristique  $M = \sqrt{N}$  où  $M$  est le nombre de neurones à retenir et  $N$  est le nombre d'objets [VESANTO 1999],
- une topologie de carte (hexagonale dans le cadre de cette étude).

L'algorithme peut être décrit comme ceci : de façon aléatoire un objet  $p_i$  est présenté au réseau. Le neurone "g" de la carte, dont le vecteur poids est le plus proche de l'objet présenté en terme de distance euclidienne, est désigné comme le neurone gagnant, c'est-à-dire que c'est lui qui code l'objet.

$$g = \arg \min_{j=1..M} d(p_i, W_j)$$

Les poids de ce neurone sont alors modifiés de telle sorte que la distance entre lui et l'objet présenté diminue. Les poids des neurones voisins sont également modifiés dans une moindre mesure. Puis les objets suivants sont présentés un à un et la même opération est répétée jusqu'à ce que les poids ne varient plus de façon significative.

### ***2.1.3.3 Classification conjointe***

Une fois la classification de Kohonen réalisée, il s'avère parfois très utile d'effectuer une classification ascendante hiérarchique (Ward par exemple) sur les neurones afin de les rassembler en "super-classes" [LETREMY 2004]. L'avantage d'appliquer la classification de Ward sur les neurones plutôt que sur les objets directement est le nombre réduit de neurones par rapport aux objets initiaux, ce qui facilite l'interprétation de la classification. De plus, le poids final des neurones peut expliquer quelles variables sont principalement responsables du regroupement des données dans les différentes classes.

Enfin, un autre avantage d'utiliser au préalable une classification de Kohonen est qu'une fois le réseau construit, il est possible d'apporter de nouvelles données au modèle et observer à quelles classes elles appartiennent [COTTRELL 2004].

### **2.1.3.4 Algorithme pas à pas**

En résumé, la démarche utilisée dans cette partie de l'étude est la suivante :

- Classification de Ward sur tous les échantillons de 1h, jour par jour, afin de déterminer et rassembler les jours similaires (suivant le rythme de la journée),
- Classification de Kohonen sur tous les échantillons de 1h issus des jours précédemment réunis,
- Classification de Ward sur la carte de Kohonen résultante en retenant  $k$  "super-classes" afin de déterminer la durée de mesure minimum des échantillons ( $m_{\min}$ ) qui ressemblent le plus aux échantillons d'1h,
- Classification conjointe (Kohonen et Ward) sur tous les échantillons de  $m_{\min}$  afin de déterminer les variables importantes qui permettent d'expliquer les différences entre les classes.

## **2.2 RESULTATS**

Pour simplifier les explications, tous les résultats présentés ici concernent le point de mesure CARR (Carrefour). Les résultats concernant les autres points sont présentés en annexe (Annexe 1 à 6). Les résultats globaux sont néanmoins commentés dans le paragraphe 2.2.4.

### **2.2.1 Rythme des jours (24h)**

Il est important de porter un regard sur les jours de la semaine. On peut supposer que certains jours de la semaine n'ont pas le même rythme que d'autres. De fait il est utile de rassembler ceux qui ont un rythme similaire, afin d'augmenter le nombre d'objets à classer. Pour cela, sept bases de données de 1h correspondantes à chaque jour de la semaine (lundi, mardi, ..., dimanche) sont extraites. Chacune de ces bases de données est analysée avec une classification de Ward. D'après les indices aidant au choix du nombre de classes à retenir, il semble que le fait de retenir trois classes soit un choix judicieux pour chaque jour. L'arbre hiérarchique ainsi que le "SPRSQ" pour les jeudis sont représentés sur la figure 3. En effet, sur l'ensemble de tous les indices calculés, seuls ces deux indices ont été les plus cohérents (et facile d'interprétation) pour choisir le nombre de classes à retenir.

Pour avoir une idée du rythme d'un jeudi type par exemple il est intéressant de regarder de quelle façon les objets sont regroupés. Pour cela, nommons les objets par leur heure de commencement de mesure (00:00, 01:00, 02:00, ..., 22:00, 23:00). Il est alors possible de compter le pourcentage de créneaux horaires qui appartiennent à chacune des trois classes précédemment établies.

Ainsi, le rythme des jeudis est facilement observable sur la figure 4. Les trois classes formées peuvent être clairement définies comme les mesures de la période de jour pour la classe 3, commençant à 07:00 et se terminant à 20:00, les mesures ayant été réalisées la nuit pour la classe 2, de 01:00 à 05:00 et pour finir la classe 1 qui correspond aux autres mesures, réalisées entre la nuit et le jour, le matin et le soir.

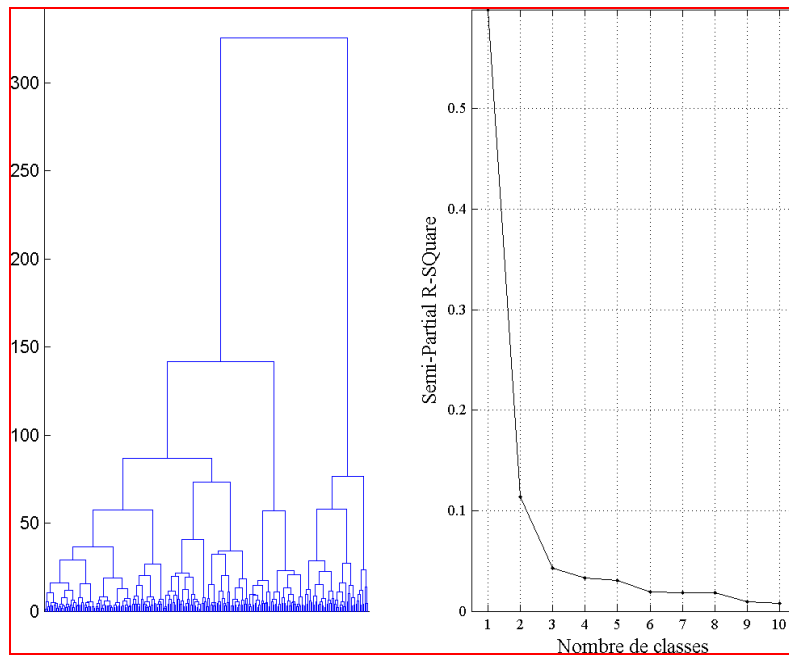


Figure 3: Dendrogramme et indice SPRSQ pour la classification de Ward sur les mesures de 1h réalisées les jeudis.

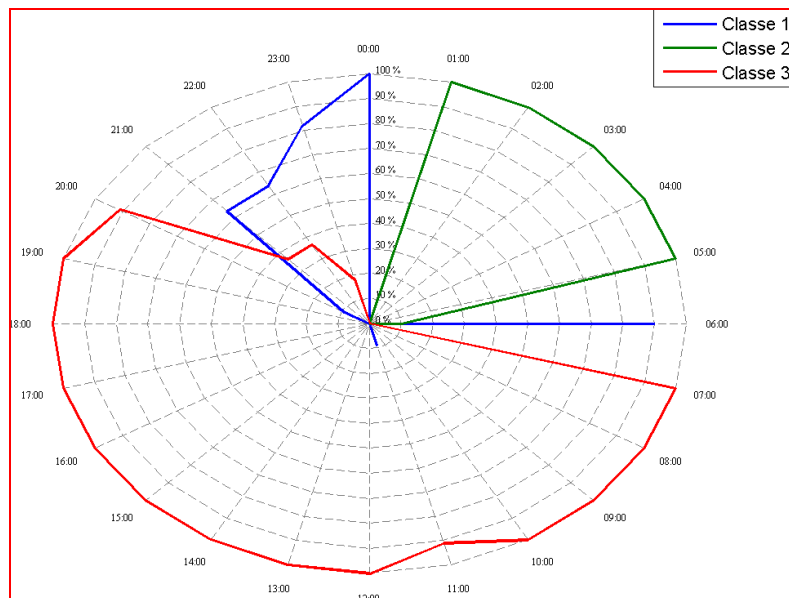
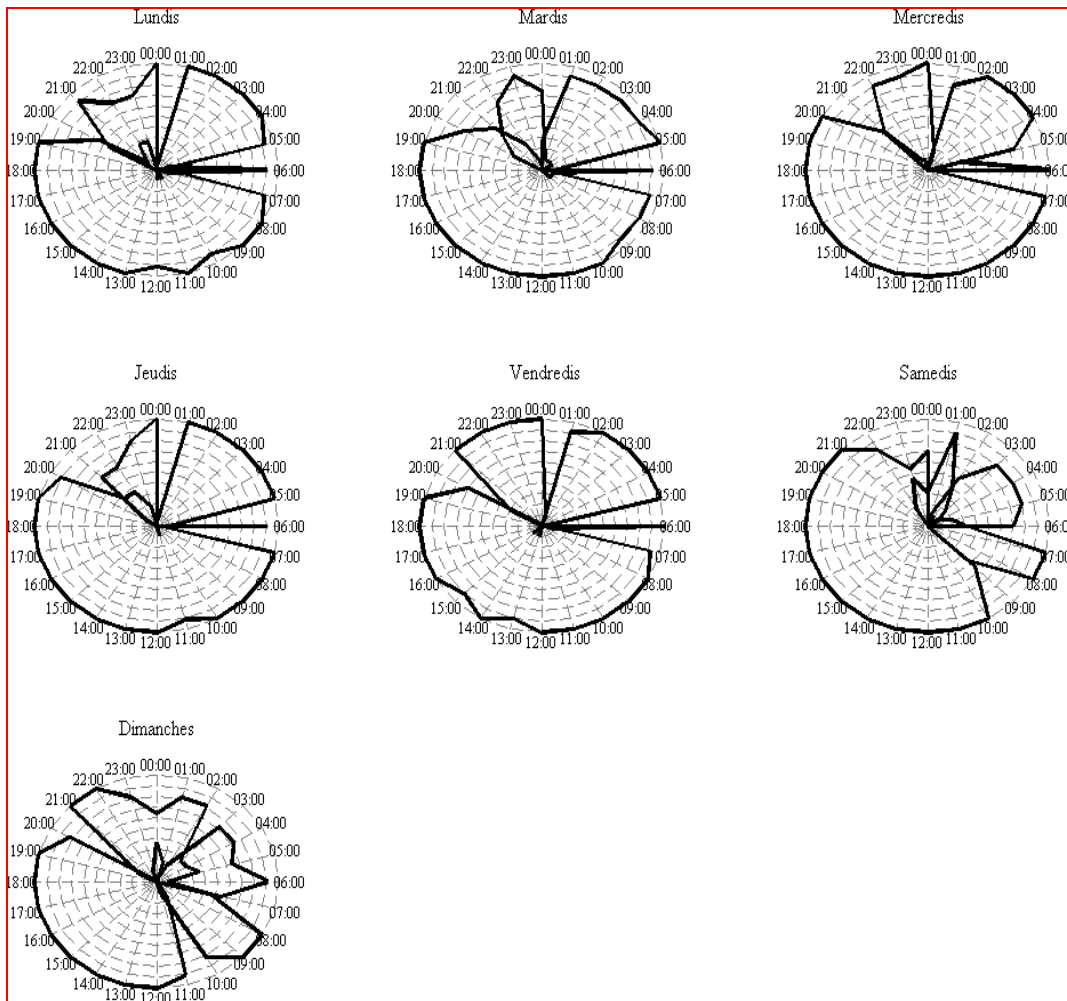


Figure 4 : Pourcentage de mesures de 1h réalisées les jeudis qui appartiennent à chaque classe établie à partir de la classification de Ward. Ce graphique représente le rythme des jeudis.

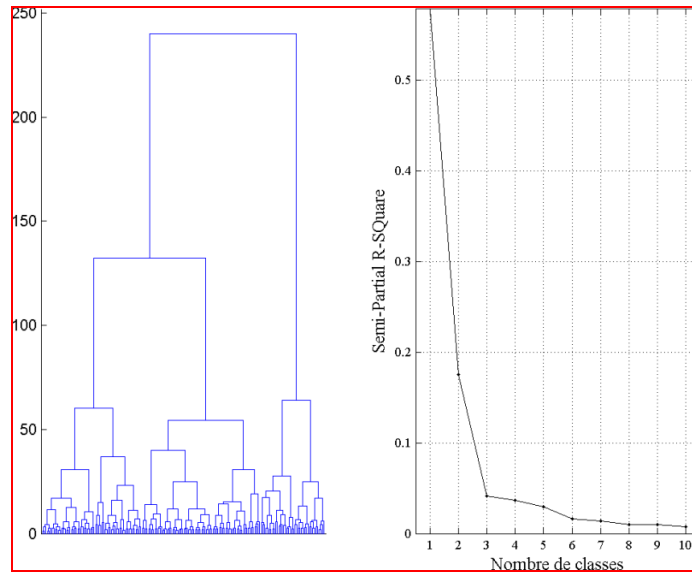
En appliquant cette méthode à chacun des jours de la semaine et en comparant les différents rythmes, il apparaît clairement sur la figure 5 que le rythme des samedis et dimanches est différent des autres jours de la semaine.



**Figure 5 : Rythme de chacun des jours de la semaine.**

En effet, les trois classes établies correspondent à la nuit d'une part qui globalement commence à 01:00 et se termine à 05:00, au jour d'autre part qui débute vers 07:00 pour se conclure à 19:00 ou 20:00 selon le jour. Enfin une classe représente le réveil (06:00 du lundi au vendredi) et l'endormissement de la ville entre le jour et la nuit. Cependant, pour les samedis et dimanches, la forme générale du rythme est différente des autres jours avec en particulier un réveil plus long et une journée qui commence plus tard. Compte tenu de cette observation, dans la suite de l'étude, les cinq jours de la semaine ont été rassemblés et les samedis et dimanches exclus.

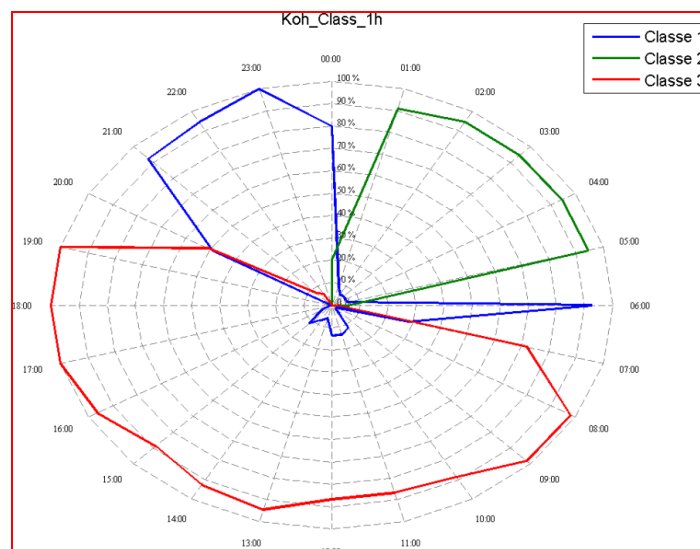
Donc, les objets de 1h issus du lundi au vendredi (15262 objets avec 21 variables) sont analysés avec une classification de Kohonen. Puis les neurones de la carte établie sont regroupés à travers une classification de Ward en trois super-classes comme le suggèrent les indices sur la figure 6.



**Figure 6 : Dendrogramme et indice SPRSQ pour la classification de Ward sur la carte de Kohonen établie à partir des mesures de 1h réalisées les jours de la semaine sélectionnés.**

Comme chaque neurone code des objets d'une durée d'une heure, il est possible de représenter les trois classes obtenues non pas par le nom de chaque neurone, mais par le nom des objets codés. Ainsi, on peut observer sur la figure 7 que 90% des mesures qui ont commencé à 01:00 appartiennent à la classe 2 de même que les mesures qui ont débuté à 02:00, 03:00, 04:00 et 05:00. Il en va de même pour l'interprétation des deux autres classes.

On retrouve assez logiquement un rythme moyen, construit sur les jours de la semaine, qui ressemble au rythme de chacun des jours.



**Figure 7 : Pourcentage de mesures de 1h réalisées les jours sélectionnés qui appartiennent à chaque super-classe établie à partir de la classification conjointe.**

## 2.2.2 Optimisation

La durée de mesure optimale est la durée de mesure minimum ( $m_{\min}$ ) dont les indicateurs sont similaires à ceux de durée 1h choisie comme référence. Ainsi les mesures de  $m_{\min}$  et de 1 heure devraient appartenir aux mêmes classes.

Une fois la carte de Kohonen réalisée à partir des échantillons de 1h, il est possible de présenter à cette carte de nouvelles données et de voir quels neurones codent ces nouvelles entrées. L'idée est donc de présenter à la carte de Kohonen toutes les mesures de 5 minutes, 10 minutes, 15 minutes, 20 minutes et 30 minutes et de compter le nombre d'objets (en pourcentage) qui sont correctement classés. Mais qu'est ce qu'un objet bien classé ? Il faut pour cela définir pour chaque créneau horaire d'une heure à quelle classe il appartient. Dans le cas où tous les objets d'un créneau horaire n'appartiennent qu'à une seule classe cela est assez clair. On peut par exemple voir sur la figure 7 que pour 08:00, 09:00, 17:00, 18:00, 19:00 et 23:00, 100% des objets n'appartiennent qu'à une seule classe. Mais qu'en est il pour le créneau horaire [20:00 21:00[ pour lequel 49% des objets appartiennent à la classe 1 et 51 % à la classe 3 ? Dans ces cas là, il a été décidé qu'un créneau horaire est défini par toutes les classes dont plus de 33.33 % des objets appartiennent à celle-ci. Ce chiffre de 33.33 % a été choisi à partir des 100% d'objets qui peuvent être répartis au maximum en trois classes, c'est-à-dire 33.33% dans chaque classe. Ainsi, lorsqu'un nouvel objet dont la mesure commence à 20:30 par exemple sera "testé" dans le réseau, il sera bien classé s'il appartient à la classe 1 ou à la classe 3.

La figure 8 montre en pourcentage le nombre d'objets de 5 minutes, 10 minutes, 15 minutes, 20 minutes et 30 minutes bien classés dans la carte de Kohonen établie à partir des objets de 1 heure.

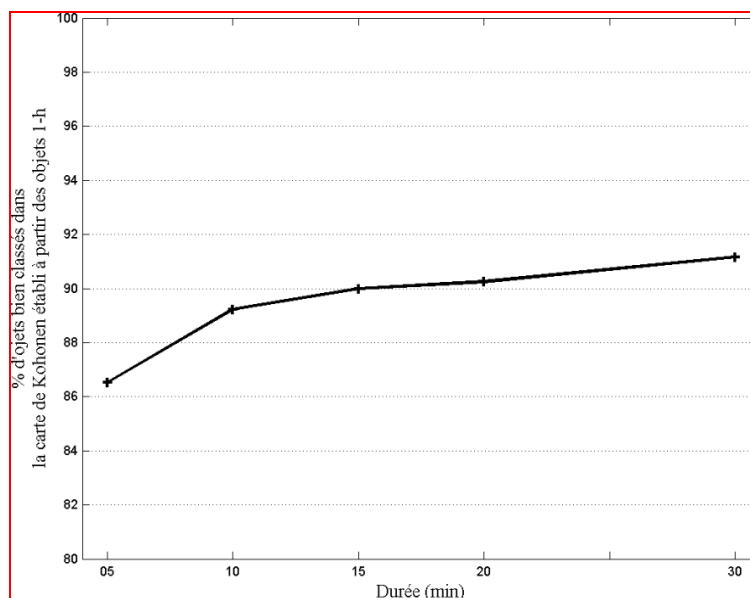


Figure 8 : Pourcentage d'objets bien classés dans la carte de Kohonen établie à partir des mesures de 1h.

Tout d'abord il apparaît sur cette figure que plus la durée de mesure est grande, plus le nombre d'objets bien classés est élevé. Ceci paraît assez logique dans le sens où la durée de mesure se rapproche de la durée de référence 1 h. Mais cette croissance n'est pas linéaire. En effet, le graphe montre une première cassure à 10 minutes et une seconde plus petite à 15 minutes.

Le but de cette étude étant en premier lieu de définir une durée de mesure acoustique minimum, on peut donc dire que 10 minutes est une solution minimale, c'est-à-dire qu'une mesure de 10 minutes est suffisante pour obtenir la même classification qu'avec des mesures de 1 heure. Si nous ne prenions que 5 minutes, nous augmenterions le risque de ne pas mesurer des situations représentatives de la période correspondante.

### 2.2.3 Interprétation des classes sur la durée minimisée

Une fois la durée de mesure minimale trouvée, une classification conjointe (Kohonen – Ward) a été menée sur les objets de 10 minutes (samedis et dimanches exclus). Au regard de la figure 9, il apparaît qu'une segmentation de la carte de Kohonen (31 x 14) en quatre super-classes semble appropriée.

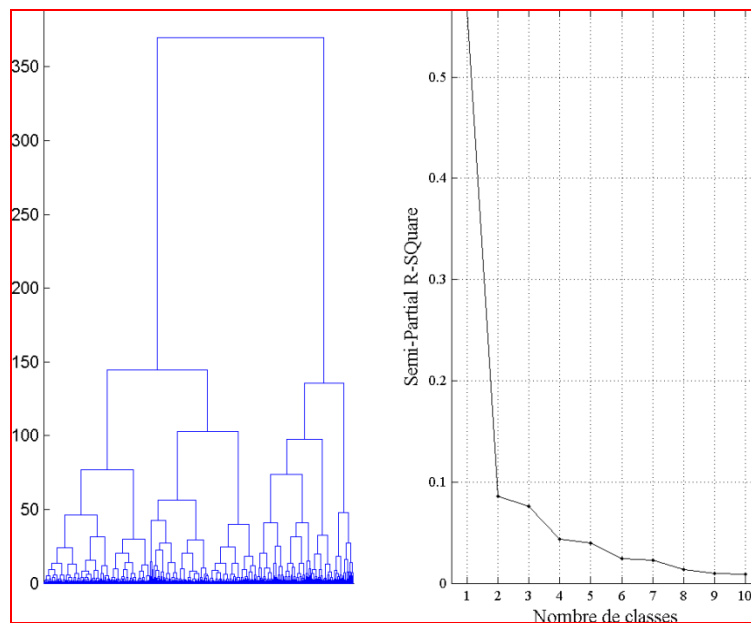
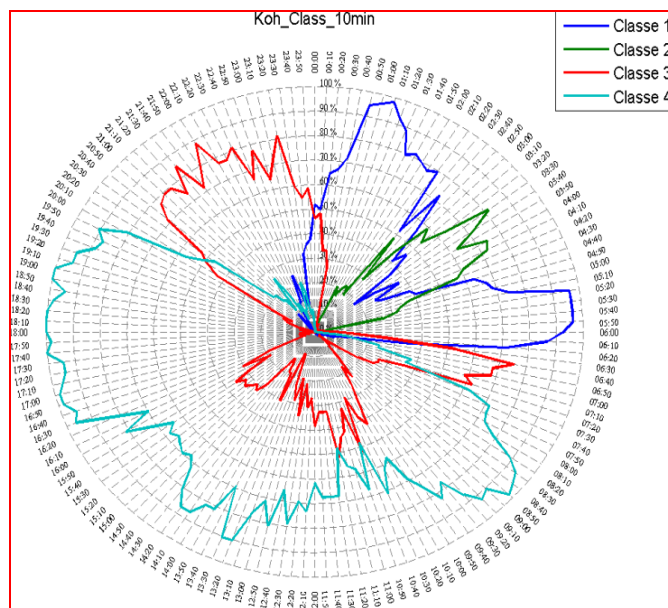


Figure 9 : Dendrogramme et indice SPRSQ pour la classification de Ward sur la carte de Kohonen établie à partir des mesures de durée optimisée (10min) réalisées les jours de la semaine sélectionnés.





**Figure 10 : Pourcentage de mesures de durée optimisée (10min) réalisées les jours sélectionnés qui appartiennent à chaque "super-classe" établie à partir de la classification conjointe.**

Représentées sur la figure 10, on peut voir que parmi ces quatre super-classes, deux caractérisent la nuit (classes 1 et 2) : une pour la nuit profonde (approximativement entre 03:00 et 04:30) et une autre pour le début et la fin de la nuit (approximativement entre 00:00 et 03:00 puis entre 04:30 et 06:30). La classe 4 correspond à la période de jour qui commence à 07:30 et se termine aux alentours de 20:20. Et pour finir, la dernière classe (classe 3) correspond à tous les autres échantillons et caractérise les périodes de transition entre le jour et la nuit.

Un des principaux avantages de la classification de Kohonen est la possibilité de représenter chaque variable sur la carte. En comparant cette représentation avec le découpage des neurones de la carte (ici en 4 classes) il est alors possible d'identifier quelles variables sont responsables de ce découpage. Sur les différentes cartes représentées sur la figure 11, chaque point est un neurone de la carte. La couleur du neurone correspond à la valeur de la composante de son vecteur poids (avec l'échelle correspondante à côté de la carte). Par exemple la figure 11(a) montre les valeurs de  $L_{Aeq}$  pour chaque neurone, la figure 11(b) les valeurs de  $L_{Amax}$ , etc. ... Il en va de même pour les 21 autres indicateurs. Le dernier diagramme (figure 11(f)) représente le découpage de la carte de Kohonen en quatre super-classes (issues de la classification de Ward) correspondant aux classes de la figure 10. Comme on peut le voir sur la figure 11, la classe 4 qui correspond à la période de jour est caractérisée par des valeurs élevées de  $L_{A90}$  (figure 11(c)) alors que la nuit représentée par les classes 1 et 2 est caractérisée par des valeurs faibles du bruit de fond (faibles niveaux de  $L_{A90}$ ). Il est également remarquable que la frontière entre la classe 3 et la classe 4 suit en partie les valeurs élevées de nombre d'événements (figure 11(e)). Cela signifie globalement qu'au cours de la période de jour il y a plus de 10 événements dont le niveau dépasse le  $L_{A10}$  durant chaque intervalle de 10 minutes (dans cette zone là, le  $L_{A10}$  correspond à 75dB(A) environ), ce qui n'est pas le cas pour les autres périodes.

En ce qui concerne la séparation de la période de nuit en deux classes (classe 1 pour le début et la fin de la nuit et classe 2 pour la nuit profonde) le découpage est dû à un nombre d'événements moins important au cours de la nuit profonde qu'au début et à la fin de la nuit (figure 11(e)) ce qui part ailleurs minimise le  $L_{Aeq}$  (figure 11(a)) et le  $L_{A10}$  (figure 11(d)) durant la nuit profonde.

Enfin la classe 3 est caractérisée par des valeurs moyennes de chaque indicateur. En effet, cette classe regroupe toutes les séquences sonores qui ne sont pas typiques. Elles correspondent à des périodes qui se trouvent entre la nuit et le jour avec un nombre d'événements moyen. Cette période de transition est plus longue en fin de soirée au cours de l'endormissement de la ville que le matin au cours du réveil. De plus, sur la figure 10 on peut voir que de nombreuses mesures réalisées le jour (approximativement entre 09:00 et 16:30) sont également regroupées dans cette classe 3. La différence entre les mesures de jour appartenant à la classe 3 et celles appartenant à la classe 4 est due aux événements comme on peut le voir sur la figure 11(b) et la figure 11(c). En effet, le nombre des événements dont le niveau est supérieur au  $L_{A10}$  ainsi que les niveaux  $L_{Amax}$  est plus élevé dans la classe 4 que dans la classe 3. En d'autres termes, les mesures réalisées le jour ont des caractéristiques acoustiques similaires exceptées pour certaines périodes aléatoires sans événement fort particulier.

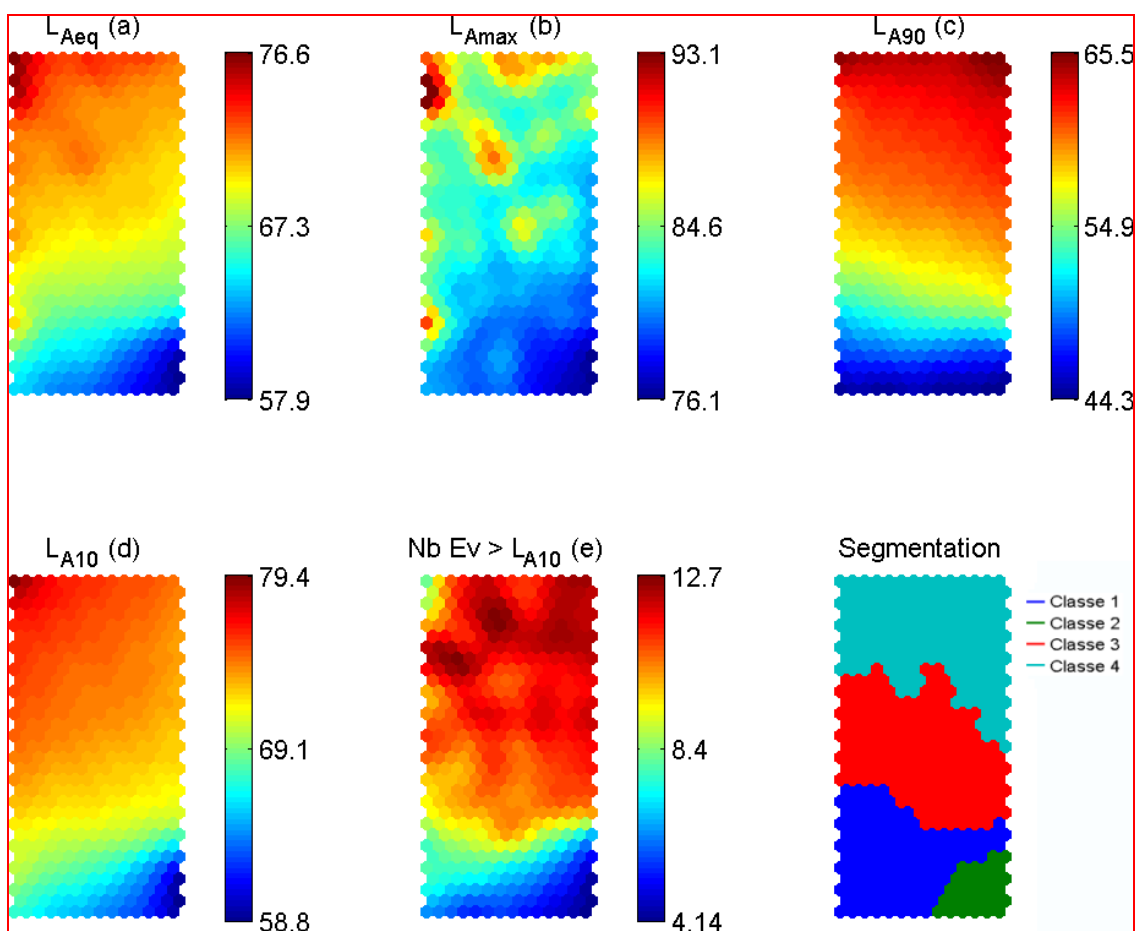


Figure 11 : Représentation du poids des neurones pour les différentes variables ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en quatre super-classes.

## 2.2.4 Synthèse des résultats de tous les points de mesure

Tous les résultats issus de chaque point de mesure sont présentés en annexe (rythme des jours, répartition des classes de la carte de Kohonen établie sur les objets de 1h, graphique des mesures de durées inférieures bien classées dans la carte de 1h, répartition des classes de la carte de Kohonen établie sur les objets de durée optimale, représentation des variables et segmentation de la carte de Kohonen établie à partir de la durée optimale).

Le tableau IV regroupe une partie de ces résultats pour chacun des lieux d'étude, à savoir :

- les jours de la semaine utilisés dans l'analyse,
- la durée de mesure optimale,
- le pourcentage de mesures de cette durée optimale bien classées dans la carte de Kohonen établie à partir des mesures de 1h,
- les variables importantes pour la segmentation de cette carte de Kohonen.

**Tableau IV : Synthèse des résultats pour le maillage spatial.**

Lieu	Jours de la semaine utilisés	Durée optimale	% de mesures de durée optimale bien classées	Variables importantes
SEU	Lun, Mar, Mer, Jeu, Ven	10 min	79,6	$L_{Aeq}, L_{A5}, \sigma, Nb\ Ev > L_{A10}$
PASS	Lun, Mar, Mer, Jeu, Ven	10 min	88,1	$L_{Aeq}, L_{Amax}, L_{A90}, L_{A10}, Nb\ Ev > L_{Aeq} + 10$
CARR	Lun, Mar, Mer, Jeu, Ven	10 min	89,2	$L_{Aeq}, L_{Amax}, L_{A90}, L_{A10}, Nb\ Ev > L_{A10}$
BERC	Lun, Mar, Jeu, Ven	20 min	82,4	$L_{Aeq}, L_{Amax}, L_{A90}, L_{A10}, Nb\ Ev > L_{A10}$
EPEE	Lun, Mar, Mer, Jeu, Ven	10 min	81,5	$L_{Aeq}, L_{A10}, Nb\ Ev > L_{A10}$
MOUF	Mar, Mer, Jeu, Ven, Sam	10 min	79,8	$L_{Aeq}, L_{A90}, L_{A10}, Nb\ Ev > L_{Aeq} + 10$

Dans le tableau ci-dessus il est possible de voir les jours qui ont été retenus pour établir une durée de mesure optimale selon le lieu étudié. La sélection de ces jours a été faite en fonction des rythmes de journées de chacun des sept jours de la semaine. En comparant les lieux entre eux (figures 66, 77, 88, 99, 110, 121 figures présentées dans les annexes) il apparaît que ces rythmes sont fortement dépendants du lieu. Si pour les lieux SEU (parc) et PASS (boulevard) il n'a pas été possibles d'aller au-delà de deux classes (nuit et jour) en revanche pour les sites CARR (carrefour) et EPEE (rue circulée) une troisième classe aura permis de mettre en évidence une transition entre la nuit et le jour et inversement. Pour les deux autres sites, BERC (rue circulée à proximité d'une école) et MOUF (marché, rue piétonne) où les voix sont omniprésentes, il aura fallu quatre

classes pour définir le rythme des journées mettant en évidence des moments particuliers comme par exemple ce qui est probablement les moments de récréations au niveau de l'école.

Pour ce qui est des variables importantes à retenir, les mêmes reviennent quasiment sur tous les sites, à savoir les indices  $L_{Aeq}$ ,  $L_{A90}$  et  $L_{A10}$ . Dans le parc seulement il semble que l'écart-type du  $L_{Aeq}$  ( $\sigma$ ) ne soit pas à négliger puisqu'il permet de mettre en évidence la transition entre la nuit et le jour. Enfin, une variable liée au nombre d'événements dépassant un certain niveau est systématiquement nécessaire. Ce seuil est d'ailleurs à déterminer avec précaution en fonction du lieu considéré. Un seuil fixe quelque soit le lieu, parfois trop élevé implique une perte d'information. Par exemple dans le parc (figure 75) les seuils de 75 dB(A) et 80 dB(A) étant trop forts, aucun événement n'a pu être détecté. Il semble donc plus pertinent de prendre un seuil relatif au lieu étudié. Les seuils de  $L_{A10}$  ou  $L_{Aeq} + 10$  sont donc à retenir pour l'ensemble des lieux étudiés. Par ailleurs, compte tenu des observations il semble que le nombre d'événements soit plus représentatif que le pourcentage de temps d'apparition. Quoiqu'il en soit, les événements ne sont pas à négliger. Dans le cadre de cette étude temporelle, les événements n'ont pu être définis qu'à partir d'un niveau seuil, mais à l'avenir, une reconnaissance des événements en fonction de la source sonore peut s'avérer fort utile.

Enfin, concernant le temps de mesure acoustique optimale, il apparaît qu'une durée de 10 minutes est assez longue pour caractériser l'environnement sonore de tous les lieux étudiés à l'exception du lieu BEREC. Il est bien entendu que cette durée est une longueur optimale, c'est-à-dire suffisamment longue pour contenir toute l'information nécessaire mais assez courte pour gagner du temps dans la pratique. Dans le cas particulier de BEREC, la durée optimale est donc plutôt de 20 minutes. La figure 102 (en annexe) tend à montrer qu'une mesure de plus courte durée serait effectivement préjudiciable.

## 2.3 CONCLUSION

Le but principal de cette partie du projet était de déterminer la durée optimale pour mesurer les indicateurs caractéristiques de différents environnements acoustiques. A partir de séquences de mesures de différentes durées (une heure, trente minutes, vingt minutes, quinze minutes, dix minutes et cinq minutes) nous avons pu établir à travers des classifications de Ward et de Kohonen qu'en se basant sur des mesures de 1h comme référence, une durée de 10 minutes semble suffire pour distinguer les différentes périodes des vingt-quatre heures de la journée. En outre, des indicateurs d'énergie comme  $L_{Aeq}$ ,  $L_{A10}$  ou  $L_{A90}$  et des indicateurs d'événement sont nécessaires afin de caractériser les classes. Ces résultats sont en concordance avec une étude réalisée à Aix-en-Provence [LAVANDIER 2003]) qui conclut notamment que pour des boulevards, une durée de 5 minutes d'enregistrement est suffisante, alors que pour des enceintes plus calmes, des mesures de 15 minutes sont plus appropriées.

En conclusion, pour la suite de l'étude, nous avons donc choisi d'effectuer des mesures de 15 minutes quelque soit le lieu étudié.

### 3 MAILLAGE SPATIAL

#### 3.1 METHODOLOGIE

##### 3.1.1 Campagne de mesures

Comme mentionné au paragraphe 2.1.1, les lieux choisis pour le maillage spatial étaient principalement liés à la contrainte suivante : réunir plusieurs ambiances sonores typées sur une distance raisonnable afin de pouvoir réaliser des mesures acoustiques, espacées régulièrement d'un point de vue spatial et selon un pas suffisamment réduit pour déterminer la distance qui différencie deux situations distinctes. Pour ces raisons les lieux d'étude choisis pour le maillage spatial sont les mêmes que pour le maillage temporel. Il s'agit de deux quartiers de Paris, un dans le 12<sup>ème</sup> arrondissement et un dans le 5<sup>ème</sup> arrondissement. En ces lieux 70 enregistrements acoustiques de 15 minutes ont été réalisés tous les 7 à 8 mètres soit une distance totale couverte d'environ 600 mètres. Parmi ces 70 enregistrements, 46 ont été conduits sur le site de Bercy (12<sup>ème</sup> arrondissement) et 24 sur le site de Mouffetard (5<sup>ème</sup> arrondissement). Comme on peut le voir sur les figures 12 et 13 le parcours suivi allait du Parc de Bercy jusqu'à la rue de Bercy en longeant le boulevard Joseph Kessel en ce qui concerne le premier site. Il démarrerait dans la rue de l'Epée de Bois et redescendait jusqu'au bas de la rue Mouffetard pour ce qui est du second site.

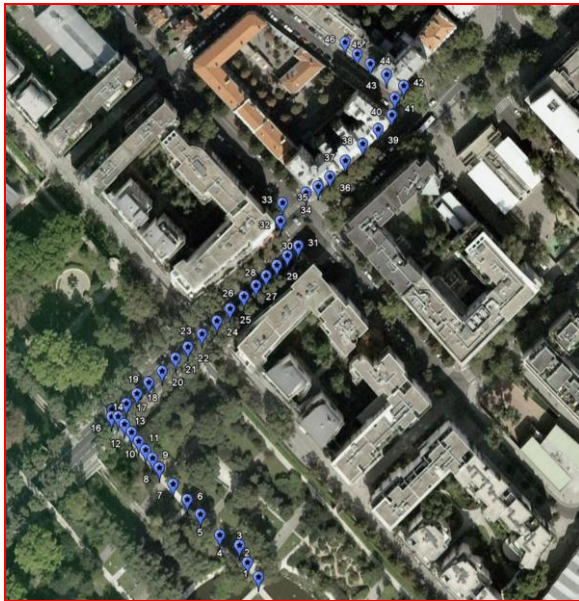


Figure 12 : Description du parcours sur le site de Bercy (12<sup>ème</sup> arrondissement).

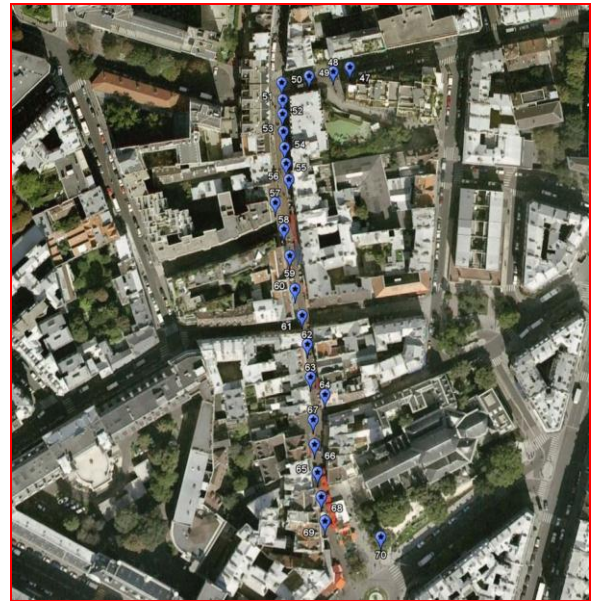


Figure 13 : Description du parcours sur le site de Mouffetard (5<sup>ème</sup> arrondissement).

Les matériels utilisés pour cette campagne de mesure sont des sonomètres de type BlueSolo de la société 01dB-Mettravib que nous avons placés sur trépied à une hauteur d'environ 1,70 mètre. Les figures 14, 15 et 16 présentent quelques exemples de lieux sur le site "Bercy" et les figures 17, 18 et 19 présentent quelques exemples de lieux sur le site "Mouffetard".



Figure 14 : Parc de Bercy.



Figure 17 : Rue de l'épée de bois.



Figure 15 : Boulevard Joseph Kessel.



Figure 18 : Rue Mouffetard.



Figure 16 : Rue de Bercy.



Figure 19 : Place Mouffetard.

Puisque nous voulons étudier dans cette partie de l'étude l'effet du maillage spatial, nous devons être sûrs que la différence entre deux mesures provient de la distance qui les sépare dans l'espace et non pas dans le temps. Autrement dit, deux points sont différents parce qu'ils ne sont pas situés au même endroit et non parce qu'ils n'ont pas été mesurés en même temps. Idéalement, pour s'affranchir de cette contrainte temporelle, il aurait fallu réaliser les 70 mesures acoustiques au même moment. Cette solution n'étant bien sûr pas réalisable, nous avons choisi en nous appuyant sur la partie précédente de l'étude (maillage temporel) d'effectuer des enregistrements sonores de 15 minutes au cours des mois de juillet, septembre et octobre durant des périodes relativement homogènes sur tous les sites de mesures, c'est-à-dire les mardis, mercredis et jeudis entre 9h et 11h du matin en évitant le mercredi pour les points de mesures 44 à 46 correspondant au lieu de mesure longue durée BERC.

### **3.1.2 Indicateurs**

De même que pour le maillage temporel, deux types d'indicateurs ont été retenus, à savoir des indicateurs énergétiques et des indicateurs événementiels.

#### ***3.1.2.1 Indicateurs énergétiques***

Parmi tous les indicateurs énergétiques utilisés dans l'étude précédente (maillage temporel) quatre ont été retenus pour discriminer l'espace. Il s'agit des indices  $L_{Aeq}$ ,  $L_{A90}$ ,  $L_{A10}$  et de l'écart-type  $\sigma$ . Lors de l'étude du maillage temporel, le  $L_{A95}$  et le  $L_{A5}$  comparés respectivement aux  $L_{A90}$  et au  $L_{A10}$  ne se sont pas révélés être de meilleurs indicateurs. De la même façon, le  $L_{A10} - L_{A90}$  ainsi que le TNI n'apportaient pas d'information supplémentaire. En conséquence, ces quatre indicateurs énergétiques n'ont pas été retenus lors de l'étude du maillage spatial.

#### ***3.1.2.2 Indicateurs événementiels***

L'analyse du maillage temporel a permis de constater que les événements avaient une importance dans la caractérisation des environnements sonores. Au cours de cette analyse, la longue durée des mesures (3 mois) couplée à l'absence de reconnaissance automatique des sources sonores nous a contraints à n'utiliser que des indicateurs d'événements sur seuil. Or, dans l'étude du maillage spatial, la durée totale des enregistrements (70 x 15 minutes) est moindre. Bien que fastidieux et très long, il a été possible de coder manuellement sur chaque enregistrement les sources sonores. Toutes les sources sonores suivantes ont donc été caractérisées : les véhicules légers, les poids lourds, les cyclomoteurs, les klaxons et sirènes, les voix, les oiseaux et les activités diverses (livraisons de marchandises, activités commerciales, activités de travail, etc. ...). La figure 20 montre un exemple de ce codage.

Des indicateurs spécifiques à chaque type de source ont été calculés à partir de l'évolution du  $L_{Aeq,1s}$  : le pourcentage de temps de présence %T qui est le pourcentage du temps où un seul type de source est présent durant les 15 minutes d'enregistrement et l'émergence calculée comme la différence entre le  $L_{A10}$  particulier pour un type de source et le niveau global  $L_{Aeq}$ . Chaque source a été identifiée en réécoute par un auditeur "expert".

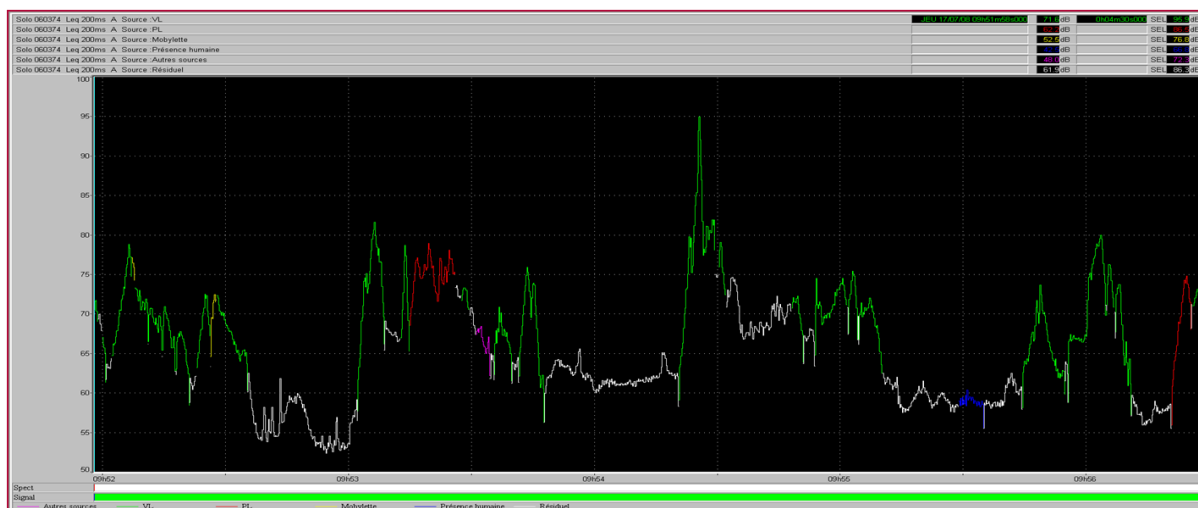


Figure 20 : Exemple d'identification des sources à partir de l'évolution temporelle du  $L_{Aeq,1s}$ .

Tableau V : Extrait de la base de données utilisée pour le maillage spatial.

Sources	Indicateurs \ Mesures	01	02	...	47	48	...
Indicateurs globaux	$L_{Aeq}$ (dB(A))	54,0	56,8	...	63,5	64,4	...
	Ecart-type (dB(A))	2,1	3,3	...	6,2	4,8	...
	$L_{A90}$ (dB(A))	51,2	51,2	...	49,3	55,0	...
	$L_{A10}$ (dB(A))	56,3	58,0	...	66,4	67,5	...
Véhicules légers (VL)	%T	0,0	0,0	...	9,9	8,9	...
	Emergence (dB(A))	-15,0	-15,0	...	6,4	4,9	...
Poids lourds (PL)	%T	0,0	0,0	...	14,4	5,1	...
	Emergence (dB(A))	-15,0	-15,0	...	6,1	6,1	...
Cyclomoteurs	%T	0,0	0,0	...	5,6	4,0	...
	Emergence (dB(A))	-15,0	-15,0	...	11,0	8,7	...
Klaxons Sirènes	%T	11,6	1,2	...	0,3	0,0	...
	Emergence (dB(A))	4,6	-2,5	...	9,2	-15,0	...
Voix	%T	1,6	11,7	...	20,2	77,9	...
	Emergence (dB(A))	3,4	-2,3	...	-3,4	2,2	...
Oiseaux	%T	100,0	100,0	...	100,0	25,0	...
	Em. (unités perceptives)	5	5	...	3,0	4,0	...
Activités	%T	8,8	17,2	...	7,9	0,0	...
	Emergence (dB(A))	6,0	9,6	...	63,5	64,4	...

Une remarque particulière est à souligner pour la source "oiseaux": s'il est relativement aisé de coder le passage d'un véhicule, il n'en est pas de même pour les chants d'oiseaux. Les chants d'oiseaux ne sont pas assez forts pour masquer les autres sources, mais ils sont clairement remarqués par les auditeurs. Aussi il a été décidé de noter ces variables de façon globale sur la durée de l'enregistrement. Le pourcentage de temps de présence a été globalement estimé par l'expert, variant de 0 à 100 % et l'émergence a été distribuée suivant 6 unités perceptives de 0 à 5.



En outre, lorsqu'une source n'est pas entendue, le pourcentage de temps de présence a été évidemment fixé à 0. L'émergence a été déterminée en appliquant une valeur de -15 dB(A), car nous avons supposé qu'une source qui est de 15 dB (A) inférieure au niveau équivalent n'est pas entendue. Nous avons donc au final une base de 18 indicateurs pour chacun des 70 lieux d'enregistrements, comme présenté dans le tableau V montrant un échantillon des 18 indicateurs extraits des enregistrements. En annexe 7 est présentée la totalité de la base de données.

### 3.1.3 Procédure

La procédure utilisée pour obtenir des résultats à partir de l'analyse du maillage spatial est, à quelques détails près, la même que celle suivie lors de l'analyse du maillage temporel. Concrètement, une classification conjointe (Kohonen / Ward) a été menée sur les données présentées précédemment dans le tableau V. Une description de cette méthode a été donnée dans les paragraphes 1.1.3.1, 1.1.3.2 et 1.1.3.3.

Compte tenu du nombre de données relativement faible pour cette étude il aurait été tout à fait possible d'appliquer uniquement une classification de Ward sur les données initiales afin de discrétiser l'espace. Cependant, l'apport des cartes de Kohonen n'est pas négligeable. D'une part les cartes de Kohonen permettent une meilleure compréhension des variables utiles à la discrétisation de l'espace et d'autre part elles permettent de tester de nouvelles données dans le modèle établi. Cette technique est au centre de l'analyse du maillage temporel et sera utilisée plus tard dans l'étude en vérifiant à quel environnement sonore appartiennent les nouveaux terrains d'études exploités à Lyon (§ 4.1.1).

De plus, la simple classification de Ward dont les résultats sont visibles sur les figures 21 et 22 a été testée et a donné des résultats tout à fait similaires à la classification conjointe Kohonen / Ward. En conséquence, la procédure utilisée se résume donc à une classification conjointe, c'est-à-dire une première classification de Kohonen sur les 70 échantillons de mesures de 15 minutes puis une classification de Ward sur la carte de Kohonen résultante en retenant k "super-classes" afin de discrétiser l'espace.

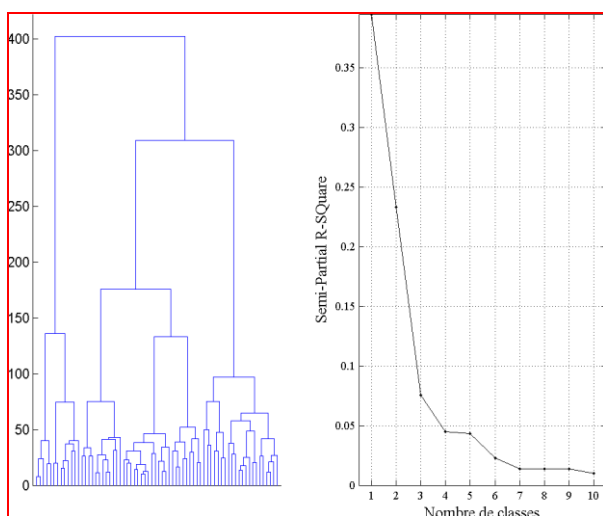


Figure 21 : Dendrogramme et indice SPRSQ pour la classification de Ward sur les 70 mesures acoustiques de 15min.

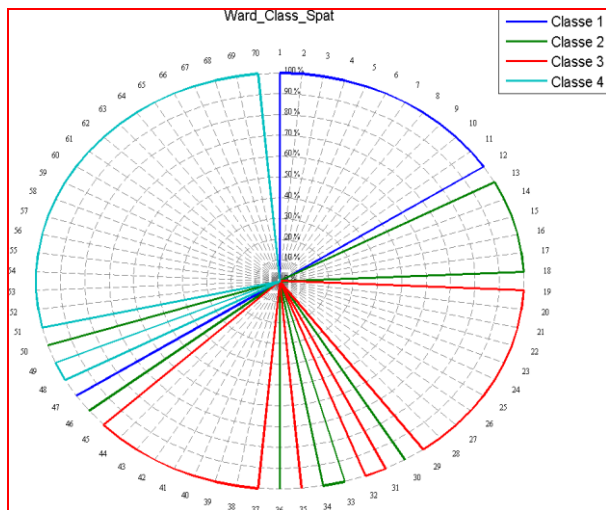


Figure 22 : Répartition des 70 lieux dans les quatre classes issues de la classification de Ward sur les mesures acoustiques de 15min.

## 3.2 RESULTATS

### 3.2.1 Répartition des classes

La première étape de la classification conjointe a donc été de faire une classification de Kohonen sur la base de données. Pour cela nous avons utilisé une carte de 40 neurones (8 x 5). A partir de la carte de Kohonen, la classification de Ward permet de regrouper les neurones en quatre "super-classes" comme on peut le voir sur la figure 23.

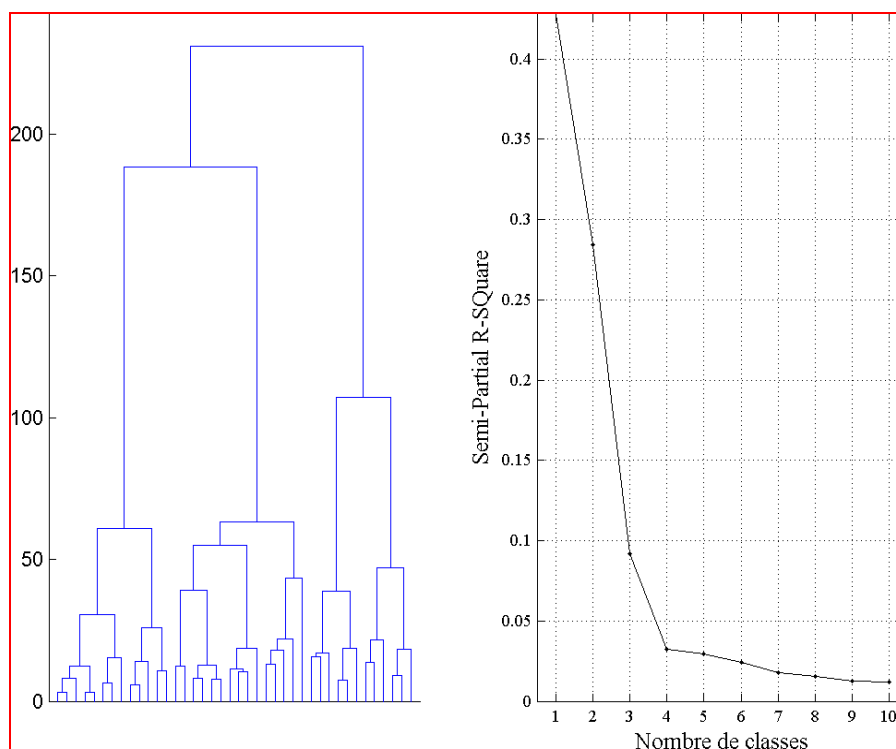
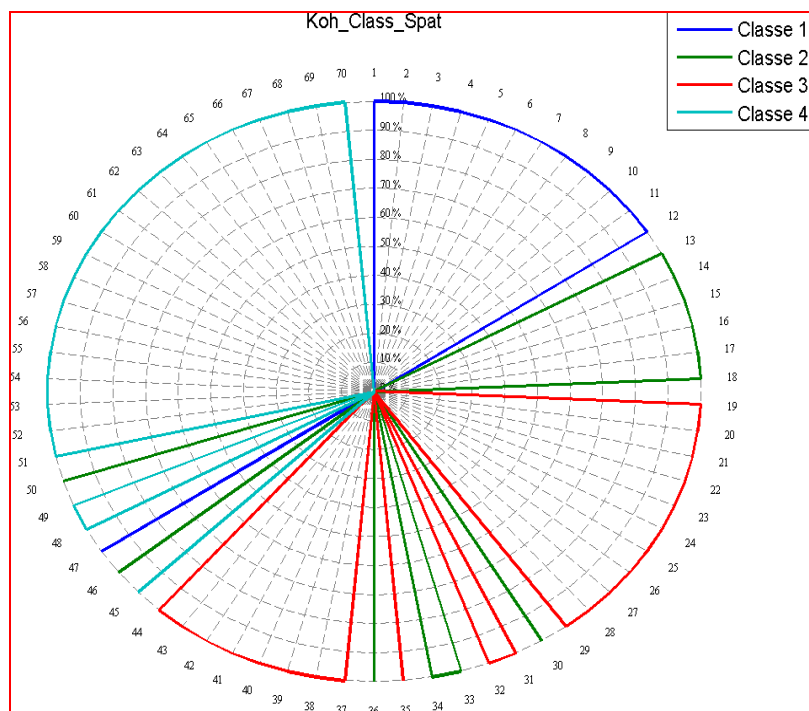


Figure 23 : Dendrogramme et indice SPRSQ pour la classification de Ward sur la carte de Kohonen établie à partir des mesures de 15min.

Tout comme cela a été fait pour le maillage temporel il est cette fois aussi possible de regarder les quatre super-classes et voir non pas quels neurones ont été regroupés mais les lieux qui ont été codés par ces neurones. On peut donc voir sur la figure 24 que les lieux 1 à 11 sont regroupés dans la classe 1 de même que le site 47. Les lieux 51 à 70 qui se trouvent tous sur la rue Mouffetard sont regroupés dans la classe 4 ainsi que les sites 45, 48 et 49. La classe 3 est elle composée des sites 19 à 29, 31,32, 35 et 37 à 43 qui sont tous situés sur le boulevard Joseph Kessel. Enfin, la classe 2 rassemble les sites 13 à 18, puis des lieux qui sont plus éloignés d'un point de vue géographique, à savoir les lieux 30, 33, 34, 36, 46 et 50.

De cette première analyse, on peut d'ores et déjà conclure que la classification conjointe a conduit au découpage de l'espace sonore étudié en quatre zones distinctes, avec trois zones relativement homogènes qui correspondent globalement à une ambiance de parc (classe 1), de boulevard circulé (classe 3) puis de rue piétonne (classe 4) et une quatrième zone plus hétéroclite qui correspond à ce que l'on pourrait appeler une zone de transition.



**Figure 24 : Répartition des 70 lieux de mesures de 15min dans chacune des super-classes établies à partir de la classification conjointe.**

L'analyse plus précise de la carte de Kohonen dans le paragraphe suivant permettra de comprendre quelles sont les variables importantes qui différencient ces quatre zones.

### 3.2.2 Interprétation des classes

Le poids final des neurones peut donc expliquer pourquoi ils ont répondu à un site ou à un autre et donc fournir des informations sur les variables à partir desquels le regroupement des sites s'effectue dans la classification de Ward.

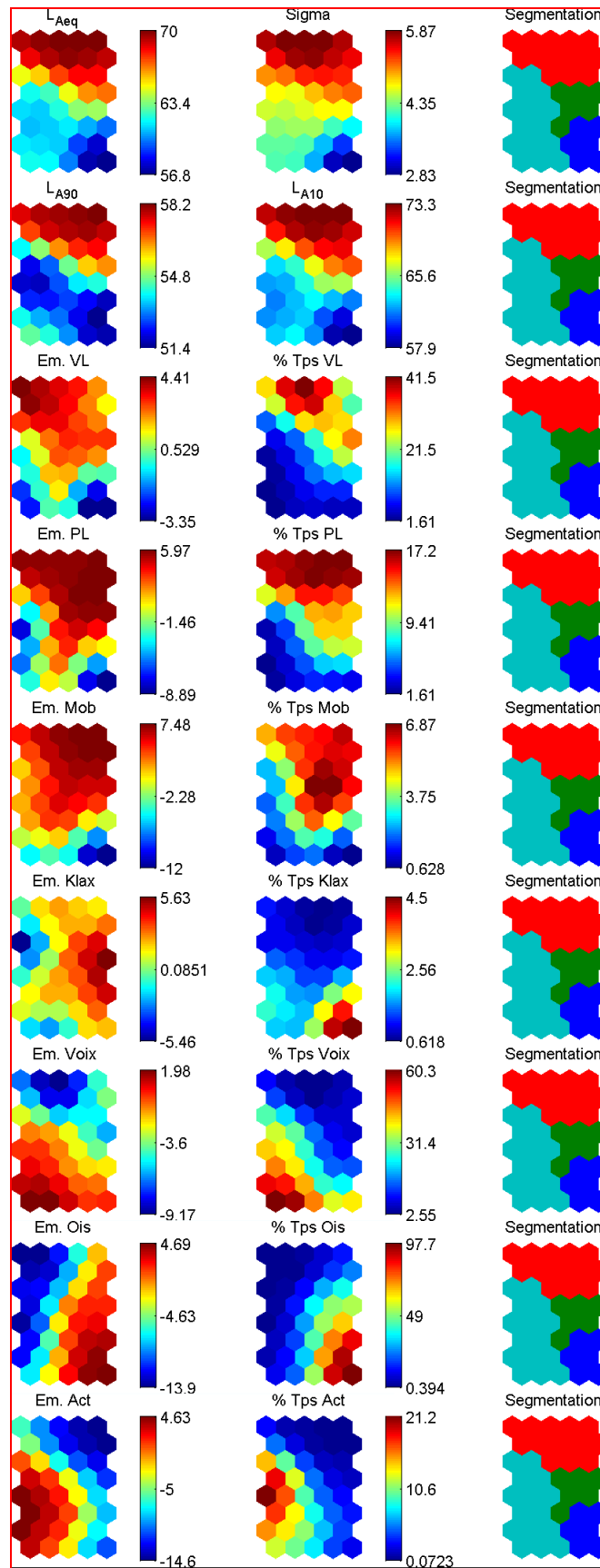


Figure 25 : Représentation du poids des neurones pour les différentes variables ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en quatre super-classes.

Sur la figure 25 il apparaît que les pourcentages de temps de présence des véhicules légers et des poids lourds ont une valeur forte pour les neurones qui appartiennent à la classe 1, une valeur plutôt moyenne pour les neurones de la classe 2 et une valeur faible pour les neurones appartenant aux classes 3 et 4. Mais si on regarde ces deux dernières classes on peut voir toujours sur la figure 25 que ce qui les différencie est le pourcentage de temps de présence des oiseaux. En effet les neurones de la classe 4 ont un faible pourcentage de temps de présence des oiseaux alors que pour les neurones de la classe 1 ce pourcentage est très élevé.

Par ailleurs il est également remarquable que les neurones de la classe 2 soient caractérisés par la présence ou l'émergence de plusieurs sources variées (véhicules légers, poids lourds, cyclomoteurs, klaxons, oiseaux).

A partir de cette analyse, on peut donc conclure que la classe 1 correspond à une ambiance de parc. On y retrouve assez logiquement les points de mesures 1 à 12 (situés dans le parc). On remarque également que le point 47 (première mesure effectuée rue de l'épée de bois) est également associé à cette zone. Ceci s'explique facilement par la forte présence d'oiseaux (cf Em.Ois dans le tableau V) au moment de la mesure.

La classe 3 concerne le boulevard Joseph Kessel à partir du point de mesure 19 et la rue de Bercy. Elle rassemble des lieux où les niveaux sonores sont élevés ( $L_{Aeq}$ ) avec une forte présence de véhicules (VL, PL, Mob). Il est intéressant de noter que la rue de l'épée de bois (points 47 à 50), qui est également une rue circulée comme la rue de Bercy, se répartit suivant 3 classes. La caractérisation d'une petite rue circulée n'est donc pas si évidente. On peut supposer en outre que nous avons trop peu d'enregistrements dans cette rue pour qu'elle puisse être identifiée par un neurone de la carte de Kohonen.

La classe 4 regroupe les lieux de la rue piétonne (rue Mouffetard). Elle est caractérisée par une présence élevée de voix et d'activités, un niveau  $L_{Aeq}$  assez faible et par conséquent une émergence forte des cyclomoteurs qui circulent parfois dans la rue.

Enfin, la classe 2 mérite une attention particulière. Les points 13 à 18 sont réunis dans cette zone et caractérisent la transition entre le parc et le boulevard. Les points 30, 33, 34 et 36 ont également activé cette zone de neurones. Ces lieux correspondent physiquement à un carrefour avec des feux tricolores et donc des flux de circulation discontinus. Le point 50 se trouve aussi joint à ce regroupement et se trouve à l'angle de la rue Mouffetard et de la rue de l'épée de Bois. Nous avons mentionné plus haut que cette zone de transition est caractérisée par la présence de nombreuses sources différentes. Mais il est aussi remarquable que les points 23 et 24 qui se trouvent à proximité d'un feu de signalisation tricolore le long du boulevard Joseph Kessel, sont classés avec la zone "route " et non pas avec la zone de transition bien que le trafic ne soit pas continu, au même titre qu'au niveau du carrefour. Il semble donc que même si le trafic de véhicules s'arrête et repart au niveau du signal tricolore le long de la route, cela n'est pas suffisant d'un point de vue acoustique pour classer ces points dans la zone de transition.

L'analyse spatiale montre donc que la transition acoustique entre le parc et le boulevard s'étend sur une cinquantaine de mètres. Aussi, ce n'est qu'à 25 mètres de part et d'autre du carrefour ou des limites du parc que l'environnement sonore peut être considéré comme typé. Cela implique également qu'un enregistrement dans une rue à proximité d'un carrefour n'est pas idéal pour caractériser l'environnement sonore de la rue.

### **3.3 CONCLUSION**

Comme nous pouvions nous y attendre compte tenu de la morphologie des lieux, 3 zones typiques (classes 1, 3 et 4) ont été mises en évidence à partir des enregistrements sonores. Ces zones sont caractérisées par des environnements sonores homogènes où des sources typiques sont présentes : les oiseaux dans un parc, des véhicules sur la route, des voix et de l'activité dans une rue piétonne et commerciale. En outre, la quatrième zone identifiée (classe 2) regroupe les ambiances sonores de "transition " où différents types de sources peuvent être entendus. Le maillage spatial ici nous permet de conclure que les situations sonores urbaines peuvent être classées en zones relativement homogènes et typées qui sont juxtaposées entre elles par des zones de transition sonore qui s'étalent sur 50 m environ.

A la vue des résultats sur le maillage temporel et le maillage spatial, il est maintenant possible de bâtir une étude de la qualité de l'environnement sonore, c'est-à-dire sur la perception de l'être humain au sein des lieux typés comme par exemple les boulevards ou les parcs mais également au cœur même des zones de transition. En effet, il nous semble intéressant de comprendre comment les usagers de la ville perçoivent l'ambiance sonore dans ces zones peu typées d'un point de vue acoustique, mais qui pourtant peuvent être typées d'un point de vue architectural.

Cette étude sur l'agrément sonore sera donc fondée sur des enquêtes de terrain. La durée des enquêtes devra s'établir entre 10 et 15 minutes, durée nécessaire à la caractérisation acoustique des lieux écoutés.

## 4 MODELES DE PREDICTION

### 4.1 METHODOLOGIE

#### 4.1.1 Terrain d'étude

Deux sites ont été choisis pour conduire les enquêtes de terrain qui ont servi à l'élaboration des modèles de qualité de l'environnement sonore. Le premier site se trouve à Paris et correspond géographiquement à la seconde partie du maillage spatial à savoir le 5<sup>ème</sup> arrondissement de Paris (rue Mouffetard / rue de l'épée de bois / boulevard Monge). Le second site se situe à Lyon, dans le 6<sup>ème</sup> arrondissement, à proximité et dans le parc de la Tête d'Or. Il s'agit d'un grand parc urbain, très fréquenté et bordé par deux boulevards. Dans chacune de ces deux villes, nous avons conduit les enquêtes en quatre points. La localisation exacte de tous ces points est visible sur les figures 26 et 27.

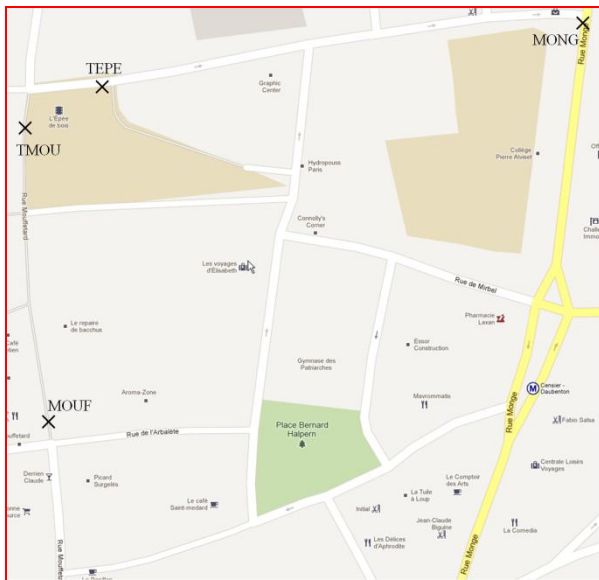


Figure 26 : Lieux d'enquêtes à Paris.

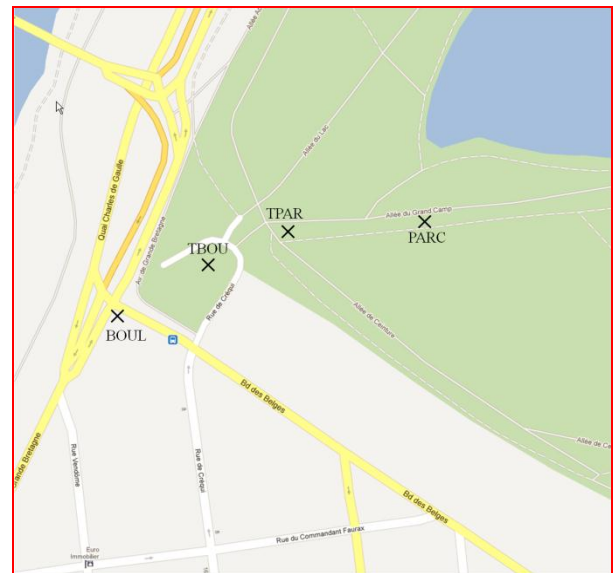


Figure 27 : Lieux d'enquêtes à Lyon.

A Paris, les quatre lieux d'études correspondent à la rue Mouffetard, au boulevard Monge, puis deux points de part et d'autre de la transition rue l'épée de bois / rue Mouffetard.

A Lyon, les quatre points choisis se répartissent comme suit : un dans le parc de la Tête d'Or, un au niveau du boulevard des Belges puis deux de part et d'autre de la porte d'entrée du parc (à moins de 25 m de cette entrée). En chacun de ces lieux d'enquête des mesures acoustiques ont également été réalisées, mesures qui ont été codées et introduites dans le modèle de maillage spatial établi au paragraphe 2 sur la ville de Paris. De cette analyse, il ressort que le point d'étude PARC appartient à une ambiance sonore de parc, le point BOUL appartient lui à une ambiance sonore de boulevard, et parmi les deux autres points de mesures que nous pouvions considérer comme des transitions suite à l'analyse sur Paris, seul le point de mesure TBOU appartient effectivement à une zone de transition. Le lieu TPAR a lui été classé dans la catégorie des parcs.

#### 4.1.2 Sujets

Pour chaque lieu étudié, quarante sujets ont été interrogés, soit 160 pour chaque ville et 320 pour la totalité. Ils ont été interrogés entre 14h et 18h30 afin de se situer temporellement dans la même période. Il s'agissait de passants habitués ou non des lieux. Les seules données personnelles retenues sur les sujets sont le genre et la catégorie d'âge. Cette dernière ayant été jugée par l'enquêteur suivant trois classes : adolescent, adulte, personne âgée.

Bien que ces variables aient été relevées, elles n'ont pas été prises en compte dans l'élaboration des modèles. En effet, des études ont montré que la relation entre les facteurs genre et âge et l'évaluation de l'environnement sonore n'était que très peu ou pas significative [YU 2009] [MARRY 2011].

#### 4.1.3 Questionnaire

L'enquête de terrain repose sur un questionnaire (disponible en intégralité en Annexe 8) qui vise à connaître la perception que les gens ont de l'environnement du lieu où ils se trouvent au moment du sondage. Les questions posées portent donc sur le lieu précis et sur l'évaluation de cet environnement pendant la durée du questionnaire (10 minutes environ). Il ne s'agit donc pas dans le cas d'un parc par exemple de recueillir une perception de l'ensemble du parc mais bien de l'environnement sonore dans un périmètre restreint autour de la personne enquêtée.

Etabli à partir de précédentes enquêtes de terrain [VIOLLON 2000] [RAIMBAULT 2002] [DUBOIS 2006] [GUASTAVINO 2006], le questionnaire comporte essentiellement des questions fermées ainsi que quelques questions ouvertes. Les questions fermées consistent en un différentiel sémantique avec une échelle continue graduée complétée par un adjectif et une explication du différentiel à chaque extrémité de l'échelle.

Le questionnaire a été construit de façon à ce que les personnes interrogées considèrent dans un premier temps l'environnement dans lequel elles se trouvent d'un point de vue global, puis en s'arrêtant sur divers aspects de l'environnement (acoustique, visuel, qualité de l'air) mais toujours dans leur ensemble, et finalement terminent par l'identification précise des sources sonores. Ainsi, le questionnaire peut être divisé en cinq points distincts.

Dans la première partie du questionnaire, il est demandé aux sujets de juger la qualité de l'environnement de façon globale en précisant en quelques mots ce qu'ils trouvent agréable ou désagréable puis de noter cet agrément sur l'échelle présentée. Par la suite on leur demande de se concentrer sur l'environnement sonore dans sa globalité puis de répondre aux questions posées sur différentes caractéristiques de celui-ci. Sous chaque adjectif une explication est donnée afin de faciliter la compréhension. Dans le troisième point les sujets sont invités à évaluer leur agrément visuel, la qualité de l'air et à statuer sur l'aspect surprenant ou pas de l'environnement sonore. La quatrième partie de l'enquête porte sur les sources sonores. Il est demandé aux sujets de se concentrer sur les sources sonores, de préciser quelles sont celles qu'ils sont capables d'identifier et pour chacune d'elle d'estimer leur intensité sonore et leur temps de présence (sur la durée de



l'entretien). Une fois cette étape terminée une liste de sources sonores est alors présentée et les sujets peuvent préciser si désormais ils remarquent ces sources sonores et auquel cas noter leur intensité et leur temps de présence. Enfin, cinquième et dernier point, il est demandé aux sujets dans quelle mesure ils jugent l'environnement sonore approprié à leur activité du moment.

Le tableau VI présente toutes les variables mesurées pour chacun des sujets interrogés. Chaque variable a été notée sur la même échelle et a été traduite par une valeur allant de 0 à 10.

**Tableau VI : Liste de toutes les variables perceptives relevées lors des enquêtes.**

Variables renseignées	
Agréments	Agrément sonore Agrément global Agrément visuel Qualité de l'air perçue
Caractéristiques de l'environnement sonore	Silencieux/Bruyant Stable/Instable dans le temps Sans vie/Animé Enveloppant/Peu enveloppant Surprenant/Familier Pas du tout/Très adapté à l'activité
Sources sonores  SP = Sonie Perçue TP = Temps de présence	SP_VL TP_VL Voitures / Motos
	SP_Mob TP_Mob Cyclomoteurs
	SP_PL TP_PL Poids lourds / Bus
	SP_Klax TP_Klax Klaxons / Sirènes
	SP_Act TP_Act Activités diverses
	SP_PH TP_PH Présence humaine
	SP_Ois TP_Ois Oiseaux
	SP_EI.N TP_EI.N Eléments naturels

#### 4.1.4 Procédure

##### 4.1.4.1 Sélection des variables

Une fois les données recueillies (n sujets x 26 variables) il s'agit à présent de sélectionner les variables utiles à la construction des modèles de prédiction, qu'il s'agisse des modèles basés sur les régressions linéaires multiples ou sur les réseaux de neurones. En effet, nous voulons expliquer l'agrément sonore (variable dépendante) à partir d'autres variables (variables indépendantes). Or il se peut que parmi toutes ces grandeurs, certaines soient porteuses d'informations redondantes et il est donc intéressant de ne garder que les plus pertinentes. Par ailleurs, compte tenu du nombre limité de sujets comparativement au nombre de variable (et ce particulièrement lorsqu'on ne considère qu'un seul lieu), réduire la quantité de variables ne peut être que bénéfique pour l'élaboration des modèles.

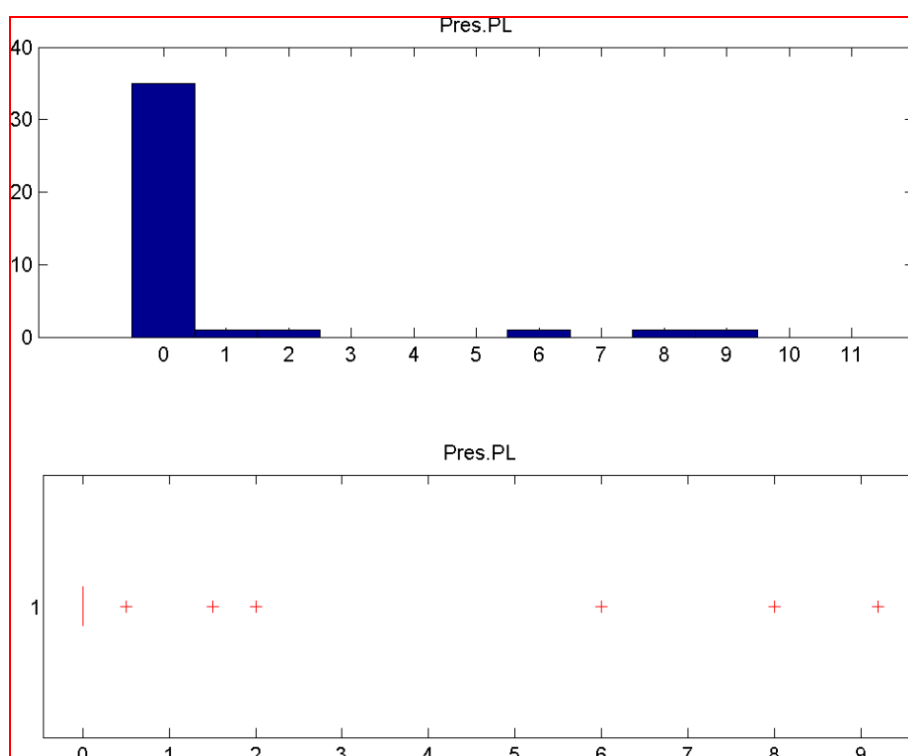


Figure 28 : Histogramme et boîte à moustaches pour la variable perceptive Pres.PL (présence de poids lourds) évaluée au point d'enquête PARC.

En ce sens, une attention particulière a tout d'abord été portée à la distribution des réponses. En effet, un histogramme ainsi qu'un diagramme en boîte à moustaches par variable permet de s'assurer d'une certaine variabilité des réponses. Dès lors il apparaît que certaines sources ont un mode nul comme on peut le voir sur la figure 28.

Bien que clairement identifiables par l'expert lors de l'interview, ces sources n'ont quasiment jamais été entendues par les personnes sondées. Globalement, pour les sources sonores qui se rapportent au trafic routier, les gens les ont souvent assimilées à la circulation sans les

différencier. De même, les sources sonores que sont les activités (commerciale, de travail, ...) et les éléments naturels ne sont pas retranscrites par les sujets.

Parallèlement à l'étude de la variabilité, les corrélations de Bravais-Pearson entre chaque paire de variables indépendantes au niveau de confiance de 95% ont été regardées. Les calculs des corrélations sont présentés en Annexe 9 pour tous les lieux. Ces calculs permettent donc de ne pas prendre en compte dans le modèle certaines variables pas assez indépendantes des autres selon le site étudié. De plus, cette matrice de corrélation permet également de constater que parmi toutes les sources sonores, la sonie perçue est systématiquement très corrélée au temps de présence estimé. Or, lors d'une précédente étude sur la contribution des sources dans la caractérisation des environnements sonores [LAVANDIER 2006], le temps de présence est apparu être un meilleur indicateur que la sonie pour expliquer la qualité de l'environnement sonore perçu. De ce fait nous avons gardé uniquement cet estimateur lorsque la sonie et la présence étaient corrélées.

#### 4.1.4.2 Régressions linéaires multiples

Méthode d'exploration des données couramment utilisée, la régression linéaire multiple a pour but d'expliquer la relation et la dépendance entre une variable Y dite dépendante (dans notre cas il s'agit de l'agrément sonore) et une ou plusieurs variables  $x_i$  appelées indépendantes ou explicatives [SAPORTA 1990] [HOWELL 2009] (ici il s'agit donc par exemple de l'agrément visuel, du bruit, de la présence des véhicules légers ou de tout autre variable que nous aurons sélectionnée pour établir le modèle).

Compte tenu de l'utilisation très courante de la régression linéaire multiple nous ne nous attarderons pas sur la présentation mathématique de cette technique. Rappelons simplement que cette méthode d'analyse se traduit par une équation du modèle de régression multiple du type:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip} + \varepsilon_i \quad i=1, \dots, n$$

où :

- $Y_i \quad i = 1, \dots, n$  est la variable dépendante
- $x_{ij} \quad i = 1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, p$  sont les variables les variables indépendantes
- $\beta_0$  est la constante du modèle
- $\beta_j \quad j = 1, \dots, p$  sont les coefficients du modèle à estimer
- $\varepsilon_i \quad i = 1, \dots, n$  est la valeur des résidus. Ce terme d'erreur traduit l'écart entre les valeurs observées de la variable dépendante et les valeurs prédites par le modèle

Dans le cas de la méthode des moindres carrés il s'agira donc de minimiser ce terme d'erreur ou plus précisément la somme des carrés des résidus.

Une fois le modèle de régression réalisé, il convient d'estimer la fiabilité de ce modèle qui peut être estimée par le coefficient de détermination du modèle noté  $R^2$ . Cette grandeur mesure la qualité de l'ajustement des estimations de l'équation de régression. Le coefficient  $R^2$  correspond au pourcentage de la variance expliquée par le modèle par rapport à la variance totale. Par conséquent un bon modèle de régression doit avoir un coefficient  $R^2$  élevé. Cependant, le coefficient  $R^2$  présente l'inconvénient d'augmenter mécaniquement avec l'ajout de nouvelles variables dans le modèle. Par conséquent, un autre critère pertinent est le coefficient  $R^2_{aj}$  ajusté, définit comme ceci :

$$R^2_{aj} = \frac{(n-1)*R^2 - (p-1)}{n-p}$$

- n = nombre d'observations
- p = nombre de variables explicatives
- $R^2$  = coefficient de détermination

Le coefficient  $R^2_{aj}$  est inférieur au coefficient  $R^2$  mais doit être le plus proche possible de celui-ci en valeur pour assurer une bonne validité du modèle prédictif proposé. Le  $R^2_{aj}$  permet ainsi de comparer différents modèles de régression ne comportant pas le même nombre de variables, ni le même nombre d'observations.

#### **4.1.4.3 Modèles de réseaux de neurones**

Contrairement à la première partie du projet où les réseaux de neurones utilisés étaient de type non supervisés avec les réseaux de Kohonen, il s'agit cette fois de faire appel à un perceptron multicouche avec rétro-propagation des erreurs. Ce type de réseau s'avère fort utile et efficace pour traiter notamment des problèmes d'approximation de fonction. Bien que complexe compte tenu du nombre de paramètres utilisés dans l'établissement d'un modèle de perceptron multicouche, le principe de fonctionnement peut être décrit de façon relativement simple. Il s'agit de présenter une base de données composée d'entrées (les variables explicatives) et de cibles connues (dans notre cas l'agrément sonore). Le réseau de neurones approxime par une fonction non linéaire le lien qui existe entre les entrées et les cibles et peut ainsi par ajustement améliorer cette approximation de façon à minimiser l'erreur, c'est-à-dire minimiser la différence entre les sorties calculées et les cibles.

S'il n'est pas aisé de résumer en quelques lignes tout le formalisme mathématique inhérent aux réseaux de neurones artificiels, de nombreux cours et explications peuvent nous éclairer sur le sujet [BLAYO 1996] [GURNEY 1997] [PARIZEAU 2006]. Il existe différentes architectures (perceptrons, réseaux à fonction radiale, cartes auto-organisatrices, ...) faisant elles-mêmes appel à diverses méthodes d'apprentissage associées à différents critères d'arrêt. Dans notre cas nous avons donc utilisé un perceptron multicouche qui peut se décrire comme l'association d'une couche cachée de m neurones et une couche de sortie de n neurones. La taille de la couche de sortie est définie par le nombre de sorties que l'on veut calculer, dans notre cas  $n = 1$  puisque l'on cherche à calculer seulement l'agrément sonore. Parmi tous les paramètres du modèle, il est donc

possible d'agir notamment sur la taille de la couche cachée ainsi que sur les fonctions de transfert de chacune des couches.

Comme c'est souvent le cas dans les problèmes d'approximation de fonction, nous avons utilisé un réseau de neurones avec une fonction de transfert sigmoïde ("logsig" dans Matlab) pour la couche cachée et une fonction de transfert linéaire ("linear" dans Matlab) pour la couche de sortie. Concernant la taille de la couche cachée, tout comme pour les cartes de Kohonen, il n'existe pas de règle pour déterminer le nombre de neurones à utiliser. A partir de plusieurs essais réalisés en amont et afin de garder une certaine logique tout au long des analyses, nous avons décidé de choisir un nombre de neurones égal au nombre de variables présentes dans le modèle. Après les différents essais effectués, il est apparu que les différences obtenues après chaque modèle établi étaient dues au côté "aléatoire" de l'initialisation des réseaux de neurones plus qu'à une éventuelle mauvaise optimisation de la taille de la couche cachée.

Ainsi, tous les réseaux de neurones utilisés dans l'élaboration de modèles de prédiction peuvent être décrits schématiquement comme le montre la figure 29.

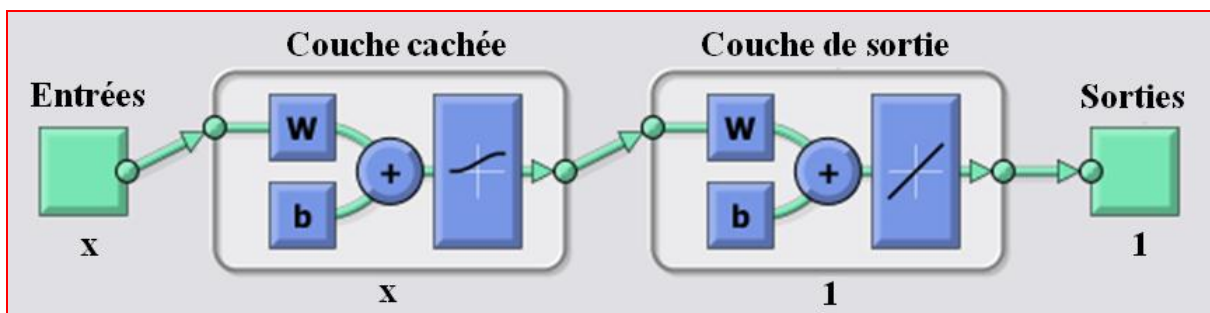


Figure 29 : Architecture des réseaux de neurones utilisés dans l'étude des modèles de prédiction.

#### 4.1.4.4 Validation croisée

Afin d'établir et tester les modèles de prédiction nous avons utilisé une méthode de validation croisée. Cette technique consiste à diviser la base de données initiale en deux bases de données distinctes : une pour construire le modèle (base de construction) et une pour le tester (base de test). Dans le cas particulier des réseaux de neurones, la base de construction doit être elle-même divisée en deux, une base d'apprentissage et une base de validation. La proportion de ces trois bases de données (apprentissage, validation et test) peut varier selon l'utilisation qui en est faite. Dans notre cas, nous avons choisi respectivement 50-20-30 % [PARIZEAU 2006]. En clair pour chacun des points où nous avons mené les enquêtes, les 40 sujets interrogés sont répartis de la façon suivante : 28 dans la base de construction (20 pour l'apprentissage + 8 pour la validation) et 12 dans la base de test.

A partir des modèles établis sur la base de construction (régression multiple et réseau de neurones) il est possible de calculer deux coefficients de corrélation linéaire au carré (valeurs mesurées vs. valeurs calculées), un pour la base de construction que nous appellerons  $R_c^2$  et un pour la base de test que nous nommerons  $R_t^2$ . Le coefficient de corrélation linéaire permet de

quantifier le degré de relation linéaire entre deux variables numériques. Dans notre cas il s'agit de comparer les valeurs mesurées de l'agrément sonore et les valeurs prédites par chaque modèle.  $R^2$  est compris entre 0 et 1 et doit être maximum.

#### ***4.1.4.5 Optimisation des bases et déroulement des calculs***

Le choix des bases de construction et de test se fait en répartissant de façon aléatoire les sujets selon les proportions 70-30 % comme décrit au paragraphe précédent. Toutefois, les résultats de la régression et du réseau de neurones sont fortement dépendants de cette répartition. Deux bases de construction distinctes peuvent conduire à des résultats de régressions linéaires différents. Aussi pour optimiser le choix des bases de données, nous avons pour chaque point d'enquête tiré de façon aléatoire mille jeux de bases (construction et test) et retenu la combinaison de bases qui donnait le meilleur résultat de régression. Ce que nous appelons meilleur résultat est le meilleur compromis de  $R_c^2$  et de  $R_t^2$  issu des régressions linéaires multiples. Autrement dit, parmi les mille tirages de bases, nous sélectionnons celui qui donne le meilleur couple  $(R_c^2, R_t^2)$ .  $R^2$  étant toujours compris entre 0 et 1, le meilleur couple  $(R_c^2, R_t^2)$  est celui qui est le plus proche de (1, 1) en terme de distance euclidienne.

Si nous avons choisi de sélectionner le meilleur tirage de bases en se fondant sur les résultats issus des régressions linéaires c'est parce que le calcul de la régression linéaire multiple est répétable. Une base de données conduira à un seul modèle de régression. Ceci n'est pas le cas avec les réseaux de neurones, compte tenu de l'aspect aléatoire de ceux-ci. On peut néanmoins penser que cette base optimale pour la régression devrait permettre au réseau de neurone un apprentissage à partir d'une répartition optimale des objets pour lui aussi.

Une fois le meilleur tirage de bases sélectionné, il est donc possible de récupérer le modèle de régression associé ainsi que le couple  $(R_c^2, R_t^2)$  induit. Puis à partir des meilleures bases de construction et de test nous avons pu établir un modèle de réseau de neurones. Comme mentionné ci-dessus, étant donné les paramètres aléatoires liés aux réseaux de neurones, une même base de construction conduira inévitablement à un résultat différent à chaque nouveau modèle calculé. Aussi pour vérifier l'apport des modèles des réseaux de neurones par rapport aux régressions linéaires multiples, au moins en termes de prédiction, nous avons décidé de chercher un réseau à partir du meilleur tirage de bases et de ne le retenir que si le couple  $(R_c^2, R_t^2)$  issu de ce modèle est meilleur que celui issu de la régression. Autrement dit, si REG représente le modèle de régression et ANN représente celui de réseau de neurones, nous cherchons un réseau de neurone tel que  $R_c^2(\text{ANN}) > R_c^2(\text{REG})$  et  $R_t^2(\text{ANN}) > R_t^2(\text{REG})$ . Dans le cas où cette condition n'est pas satisfaite, nous rejetons le modèle de réseau de neurones établi et en cherchons un autre à partir des mêmes bases de construction et de test et ce jusqu'à ce que la condition soit satisfaite.

#### **4.1.4.6 Algorithme pas à pas**

En résumé, la démarche utilisée dans cette partie de l'étude est la suivante pour chacun des lieux étudiés :

- Sélection des variables à garder dans le modèle à partir de la distribution de chacune d'elle et des corrélations de Bravais-Pearson deux à deux,
- Tirage aléatoire de 1000 couples de bases de données (construction et test),
- Calcul d'un modèle de régression linéaire multiple et des coefficients de corrélation associés  $R_c^2(\text{REG})$  et  $R_t^2(\text{REG})$  pour chacun de ces tirages,
- Choix du couple de bases qui donne le meilleur compromis ( $R_c^2(\text{REG})$ ,  $R_t^2(\text{REG})$ ),
- Calcul d'un modèle de réseau de neurone qui satisfasse la condition  $R_c^2(\text{ANN}) > R_c^2(\text{REG})$  et  $R_t^2(\text{ANN}) > R_t^2(\text{REG})$ .

## **4.2 RESULTATS**

Tout d'abord, chacun des lieux est étudié indépendamment des autres, afin de voir quelles sont les variables qui interviennent dans l'évaluation de la qualité sonore et comment elles interviennent. Or les modèles essaient d'expliquer la variabilité des réponses. Sur un même lieu, cette variabilité peut provenir des différents événements ayant lieu au moment du passage du questionnaire, ou bien de la variabilité des points de vue de chacun des individus. Or, d'après l'étude du maillage temporel, la variabilité de l'environnement sonore sur 10 à 15 minutes, à une période de l'après-midi variant entre 14h et 18h30 ne devrait pas être prédominante. Cette étude locale va donc révéler les variabilités dans l'environnement sonore dues aux événements ponctuels mais aussi et surtout les variabilités individuelles. Compte tenu de la représentation similaire des résultats de chacun des points d'enquêtes, ceux-ci sont détaillés pour le point PARC et sont commentés de façon globale dans le paragraphe 4.2.9.

### **4.2.1 PARC (Parc)**

#### **4.2.1.1 Sélection des variables**

La première étape des analyses est donc de sélectionner les variables à retenir pour construire les modèles, à partir des distributions et des corrélations de ces mêmes variables deux à deux. Une des hypothèses de base de la régression linéaire multiple impose d'avoir un nombre d'observations supérieur au nombre de variables + 1 mais une règle communément admise dans le domaine conseille d'avoir au moins dix fois plus d'observations que de variables indépendantes. Cependant, avec seulement 28 sujets pour construire nos modèles sur un site donné, il est impossible de respecter cette règle. En effet, réduire les modèles à seulement deux ou trois variables explicatives nous priverait inévitablement de certaines informations. C'est pourquoi pour chacun des huit points d'enquête nous avons tenté de réduire dans la mesure du possible le nombre de variables à 10 ou 11 au maximum.

On rappelle ici que la sélection s'est appuyée sur un choix de variables non corrélées (au seuil significatif de 5%, voir Annexe 9 pour le tableau général des corrélations). Lorsque la présence et la sonie d'une source sont corrélées, seule la présence est sélectionnée. Lorsque les variables n'ont aucune variabilité, elles ne sont pas non plus sélectionnées.

Pour le site PARC nous avons retenus 10 variables non corrélées pour expliquer l'agrément sonore, présentées dans le tableau VII.

**Tableau VII : Liste des variables retenues au point d'enquête PARC.**

	Variables	Nomenclature
Variable dépendante	Agrément sonore	Ag.Son
Variables indépendantes	Agrément visuel	Ag.Vis
	Enveloppement	Env
	Présence humaine	Pres.Hum
	Présence nature	Pres.Nat
	Présence Oiseaux	Pres.Ois
	Présence véhicules légers	Pres.VL
	Silence	Sil
	Sonie humaine	Son.Hum
	Sonie véhicules légers	Son.VL
	Surprenant	Surp

#### 4.2.1.2 Equation de la régression linéaire multiple

$$Ag.Son = 2.70 + 0.26 * Ag.Vis + 0.18 * Env - 0.11 * Pres.Hum + 0.20 * Pres.Nat + 0.09 * Pres.Ois - 0.04 * Pres.VL + 0.40 * Sil - 0.06 * Son.Hum - 0.13 * Son.VL - 0.35 * Surp$$

Chacune des variables ayant été notée sur la même échelle (entre 0 et 10) les coefficients présents dans l'équation sont donc révélateurs de l'importance ou non des variables dans le modèle. Plus le coefficient est important et plus la variable a une influence sur l'agrément sonore. Le signe du coefficient indique pour sa part le sens de la relation entre l'agrément sonore et la variable. Ainsi on peut constater sur l'équation précédente que dans le parc, les trois variables les plus importantes pour expliquer l'agrément sonore sont le "Silence", l'aspect "Surprenant" de l'environnement sonore et l'"Agrément visuel".

Il semble ici logique que la variable "Silencieux" ait la plus grande influence sur l'agrément sonore, avec un coefficient de 0.40. Ceci peut se visualiser sur la figure 30 qui présente la variabilité des réponses des sujets sur cette variable (modèle de régression en cyan sur la figure). Or, le coefficient 0.35 semble fort pour la variable "Surprenant". Si l'on regarde attentivement sur la figure 30 la répartition des sujets pour cette variable, il s'avère qu'il y a un sujet très surpris par la forte présence de véhicules légers et tire la régression à lui. Le coefficient de la régression peut



donc être amplifié (ou diminué) par la réponse de quelques personnes qui sortent du consensus général (représenté par la zone rouge sur la figure 30, voir paragraphe suivant). Ainsi, pour les variables "Présence Nature" et "Présence Oiseaux", on peut remarquer que leurs coefficients (respectivement 0.20 et 0.09) se différencient à cause de très peu de sujets. Deux sujets ont noté un agrément sonore très fort, malgré l'absence des oiseaux. Comparativement, deux sujets qui n'ont pas entendu du tout de bruits naturels n'ont pas été aussi satisfaits par la qualité de leur environnement sonore. Ces deux derniers sujets ont donc donné plus d'importance à la nature comparativement aux deux autres sujets qui n'avaient pas donné d'importance aux oiseaux. Cela se traduit immédiatement dans les poids respectifs de chacune des variables. Nous voyons donc ici que les régressions se construisent beaucoup autour des ressentis individuels et qu'il faudra être prudent dans l'interprétation de celles-ci lorsque l'on travaille localement autour d'un site urbain unique.

Néanmoins, il est logique de trouver une influence négative de la présence des véhicules ainsi que de leur sonie. Enfin, on peut noter que dans ce parc, la présence humaine intervient négativement dans l'agrément sonore.

#### **4.2.1.3 Comparaison régression linéaire multiple / réseau de neurones**

La première comparaison que l'on peut faire entre la régression linéaire multiple et le réseau de neurones est de regarder les valeurs de  $R^2$  obtenues pour chacun d'eux, sur les bases de construction, de test, mais également sur la totalité des sujets, c'est-à-dire en calculant les valeurs d'agrément sonore prédites par les modèles à partir de la totalité des sujets.

Comme mentionné au paragraphe 4.1.4.4, le coefficient de corrélation au carré  $R^2$  permet de mesurer la relation entre les valeurs d'agrément sonore issues des questionnaires et les valeurs prédites par un modèle. A cette valeur de  $R^2$  est généralement associée une valeur de  $p$ , qui témoigne de la signification statistique de la corrélation. Lorsque  $p$  est inférieur à 0,05, la corrélation peut être considérée statistiquement significative. Un seuil plus sévère de 0,01 peut également être choisi. Le tableau VIII présente les valeurs de  $R^2$  et de  $p$  obtenus pour les deux modèles prédictifs dans le parc.

**Tableau VIII : Liste des coefficients de corrélation au carré et de  $p$  issus des modèles de régression linéaire multiple et de réseau de neurones.**

Base de données	Régression linéaire multiple		Réseau de neurones	
	$R^2$	$p$ -value	$R^2$	$p$ -value
Construction	0,59	1,96E-06	0,74	4,41E-09
Test	0,82	5,25E-05	0,87	1,05E-05
Totalité	0,57	1,45E-08	0,71	1,17E-11

Le tableau VIII permet donc de constater premièrement que la relation entre les valeurs prédites de l'agrément sonore et les valeurs mesurées est très significative puisque les valeurs de  $p$  sont toujours largement inférieures à 0,01. Les valeurs de  $R^2$  peuvent donc être comparées. Ainsi il

apparaît clairement que le modèle de réseau de neurones est "meilleur" que le modèle de régression linéaire puisque le  $R^2$  sur la base de construction comme sur la base de test est plus élevé dans le cas du réseau de neurones. Bien évidemment, il ne pouvait pas en être autrement, puis que le réseau de neurone a été construit sur ce critère (cf § 4.1.4.5). Cela dit, ce résultat mérite tout de même d'être souligné. En effet, malgré la part d'aléatoire des réseaux de neurone liée à l'initialisation du réseau, qui fait que chaque résultat obtenu est différent pour une base de données étudiée, il n'en reste pas moins vrai qu'il est possible de trouver un modèle de réseau de neurone de meilleure qualité qu'un modèle de régression linéaire. Et ceci est valable pour tous les points d'enquête comme en témoignent les résultats présentés dans les paragraphes suivants. A titre d'exemple, il n'aura fallu environ qu'une minute et trente secondes avant de trouver le réseau de neurones retenu (sous Matlab, avec un processeur tout à fait classique).

Souvent considérés comme des boîtes noires, les réseaux de neurones n'apportent à première vue pas d'autre information que les valeurs prédites. En comparaison, comme nous venons de le faire au paragraphe précédent, l'équation de la régression linéaire multiple reste un bon moyen d'étudier à travers ses coefficients le lien qui existe entre l'agrément sonore et les variables explicatives. Cependant nous avons tenté d'exploiter les réseaux de neurones pour en savoir un peu plus sur ce lien. Pour cela, nous avons considéré un sujet moyen par site. Ce sujet moyen local correspond simplement à la moyenne arithmétique des réponses de tous les sujets du site pour chacune des variables mesurées (agrément sonore, agrément visuel, ..., temps de présence des véhicules légers, etc.). Puis ce sujet moyen a été injecté dans les modèles en faisant varier chacune des variables une à une entre 0 et 10 avec un pas de 0,1. Les tracés des sorties, calculées à partir des deux modèles, permettent d'avoir une idée de la relation entre la variable dépendante et chacune des variables.

Pour être plus clair, considérons l'équation de la régression présentée au paragraphe 4.2.1.2. Si toutes les variables sauf une (l'agrément visuel par exemple) sont fixées à une valeur moyenne et que l'agrément visuel varie de façon continue entre 0 et 10, les résultats de cette équation définissent une droite dont la pente a pour valeur le coefficient de l'agrément visuel présent dans l'équation (0,26). L'idée est donc d'appliquer la même méthode au réseau de neurones afin de visualiser la relation entre l'agrément sonore et les différentes variables considérées dans le modèle.

La figure 30 présente l'allure de variation de l'agrément sonore calculé pour chacune des dix variables retenues. Pour chaque diagramme, l'agrément sonore calculé est présenté sur l'axe des ordonnées et la variable indépendante sur l'axe des abscisses. Plusieurs choses sont remarquables sur cette figure 30. Tout d'abord les relations entre l'agrément sonore et les variables indépendantes sont non linéaires. Ceci est particulièrement visible pour l'agrément visuel puisqu'il est possible de voir que l'agrément sonore diminue lorsque l'agrément visuel varie entre 0 et 5 puis augmente lorsque ce dernier augmente sur la deuxième partie de l'échelle entre 5 et 10. Cela dit, nous avons pris soin de représenter pour chacune des variables le sujet moyen, les sujets qui ont servi à construire les modèles (base de construction), les sujets qui ont servi à tester le modèle (base de test) et enfin la zone de répartition de 80% de la totalité des sujets interrogés sur ce site.

Cette zone est calculée par rapport à la médiane des variables à laquelle on rajoute (et soustrait) 40% des données. C'est précisément cette zone qu'il faut considérer avec intérêt. En effet, en se focalisant sur l'agrément visuel, il est possible de voir que la zone de répartition de 80% des sujets, et a fortiori des sujets ayant servis à construire le modèle, ne représente qu'une partie relativement faible de l'échelle totale (en haut à droite). De ce fait, le réseau de neurone a beaucoup appris dans cette zone. Néanmoins il est intéressant d'étudier le comportement des sujets en dehors de cette zone, principalement lorsque la répartition des réponses des sujets semble un peu aléatoire à l'intérieur de la zone. Que ce soit pour le réseau de neurones ou pour la régression, chacun des modèles s'appuie sur ces personnes un peu "atypiques" pour chercher à trouver du sens dans la variabilité des réponses des sujets. Néanmoins, dans une zone où aucun sujet n'a exprimé de réponse, le modèle de réseau de neurones peut complètement diverger. Par exemple, toujours pour l'agrément visuel, aucun sujet n'a exprimé de réponse inférieure à 5. Dans cette zone particulière, le réseau de neurone n'est pas pertinent.

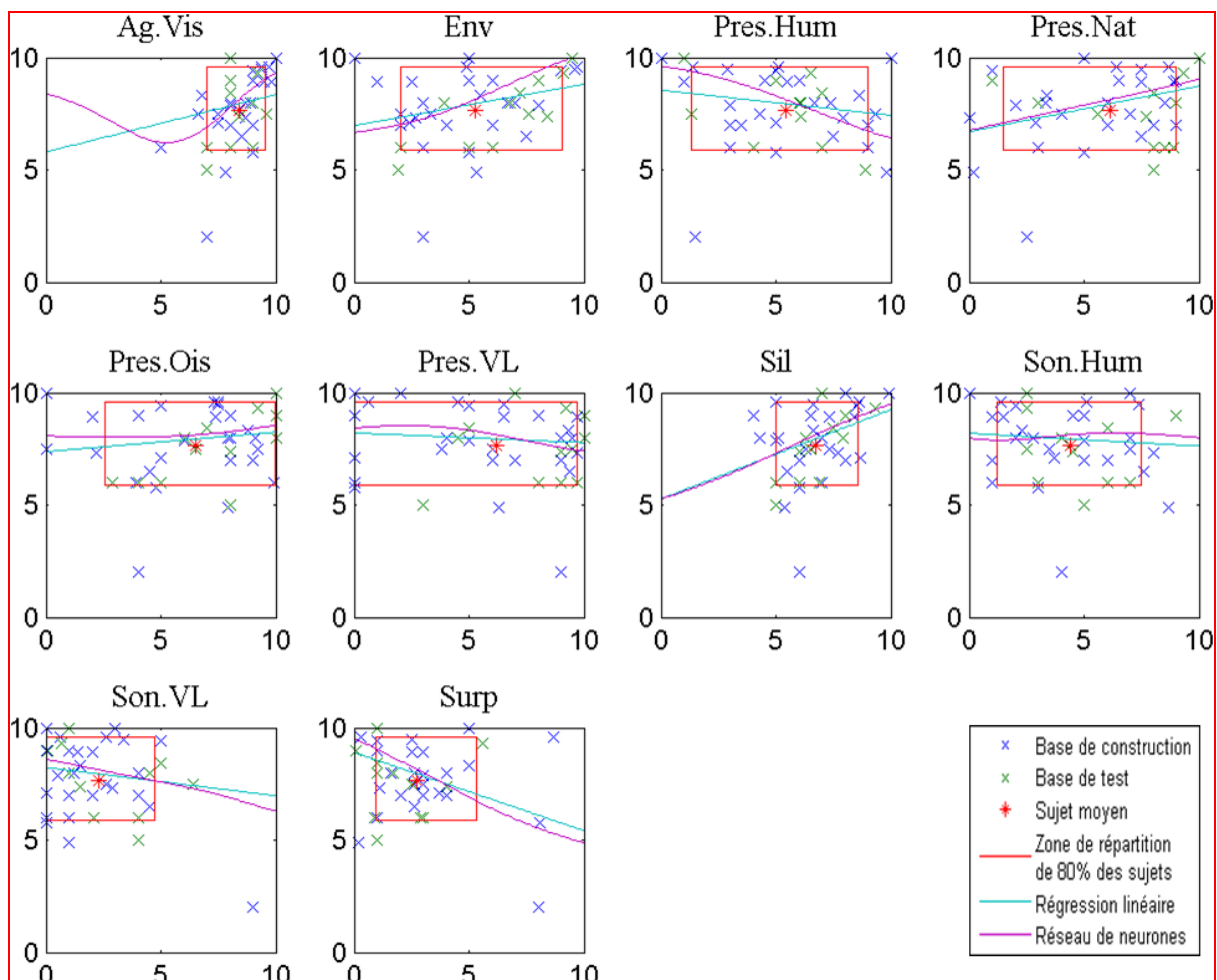


Figure 30 : Allures des variations de l'agrément sonore calculé pour les modèles de régression linéaire multiple et de réseau de neurones à partir d'un sujet moyen local.

## 4.2.2 TPAR (Transition côté parc)

### 4.2.2.1 Sélection des variables

Pour le site TPAR nous avons retenus 10 variables pour expliquer l'agrément sonore, présentées dans le tableau IX.

Tableau IX : Liste des variables retenues au point d'enquête TPAR.

	Variables	Nomenclature
Variable dépendante	Agrément sonore	Ag.Son
Variables indépendantes	Adéquation	Adeq
	Agrément olfactif	Ag.Ol
	Agrément visuel	Ag.Vis
	Dynamique	Dyn
	Enveloppement	Env
	Présence humaine	Pres.Hum
	Présence Oiseaux	Pres.Ois
	Présence véhicules légers	Pres.VL
	Silence	Sil
	Surprenant	Surp

### 4.2.2.2 Equation de la régression linéaire multiple

$$Ag.Son = 0.21 + 0.09 * Adeq + 0.65 * Ag.Ol + 0.28 * Ag.Vis - 0.00 * Dyn + 0.17 * Env - 0.02 * Pres.Hum + 0.01 * Pres.Ois - 0.27 * Pres.VL + 0.08 * Sil + 0.10 * Surp$$

Dans cette régression, nous pouvons remarquer que la variable "Silencieux" a peu de poids comparé à celui de la présence des véhicules légers. Cette présence a été particulièrement remarquée par 6 sujets qui ont montré leur désagrément sonore par une note entre 2 et 3 (voir figure 31). Parmi ces 6 sujets, 2 ont été surpris tandis que les autres non, ce qui rend cette variable "Surprenant" ici moins importante que dans le parc. Nous pouvons aussi regarder le coefficient très important de l'agrément olfactif (0.65) comparé à celui de l'agrément visuel (0.28). Il s'explique par la notation d'un sujet qui a trouvé que l'odeur de ce lieu était fort désagréable (Agrément Olfactif = 2), entraînant un agrément sonore très faible (Agrément sonore = 2.5), tandis qu'aucun sujet n'a jugé l'environnement visuel désagréable. Encore une fois, nous remarquons que ces régressions peuvent être très marquées par les réponses de quelques sujets uniquement.

Nous retrouvons ici logiquement une influence négative de la présence des véhicules sur l'agrément sonore.

### 4.2.2.3 Comparaison régression linéaire multiple / réseau de neurones

Tableau X : Liste des coefficients de corrélation au carré et de p issus des modèles de régression linéaire multiple et de réseau de neurones.

Base de données	Régression linéaire multiple		Réseau de neurones	
	R <sup>2</sup>	p-value	R <sup>2</sup>	p-value
Construction	0,43	1,52E-04	0,60	1,29E-06
Test	0,87	9,60E-06	0,88	6,77E-06
Totalité	0,41	9,97E-06	0,55	4,51E-08

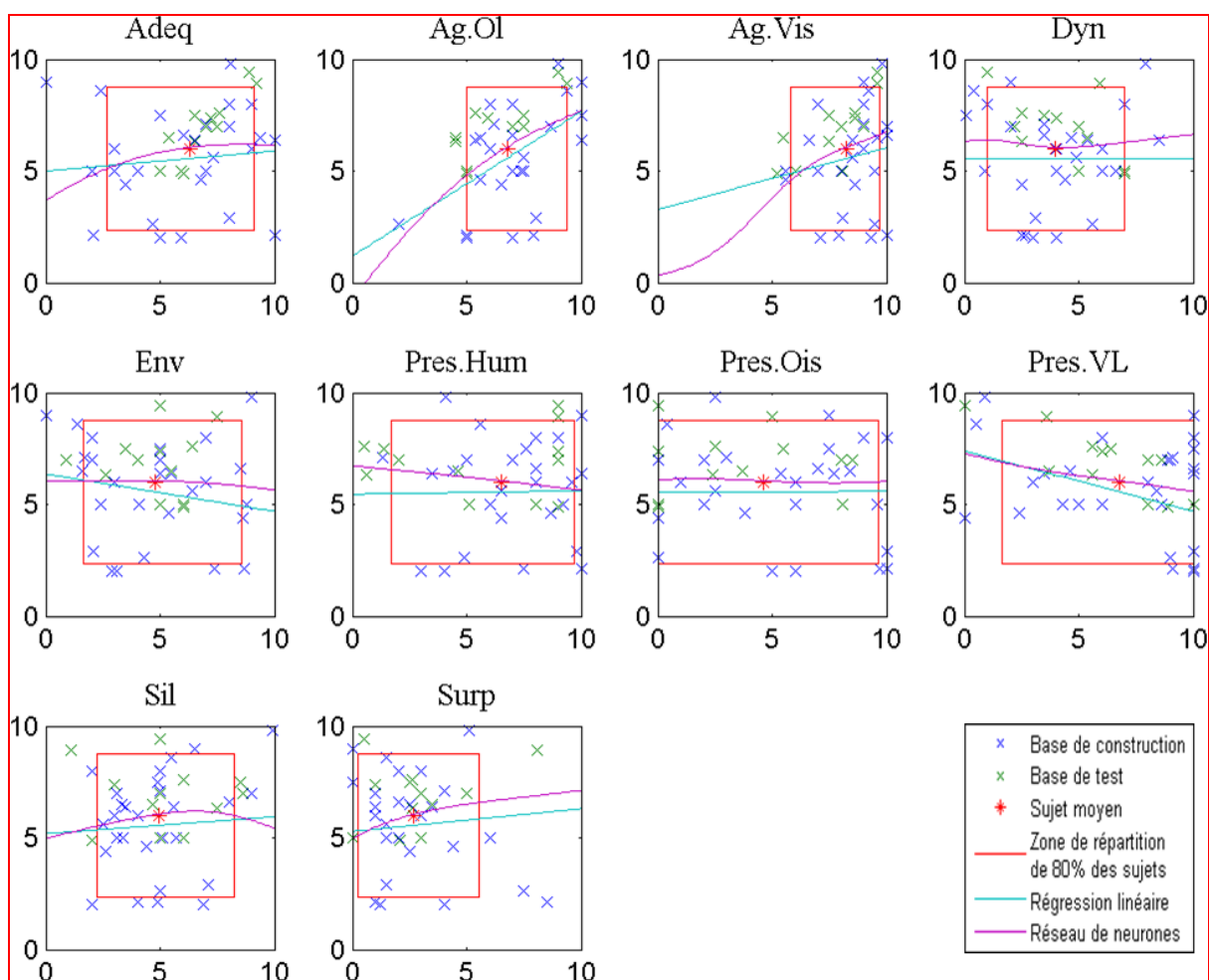


Figure 31 : Allures des variations de l'agrément sonore calculé pour les modèles de régression linéaire multiple et de réseau de neurones à partir d'un sujet moyen local.

### 4.2.3 TBOU (Transition côté boulevard)

#### 4.2.3.1 Sélection des variables

Pour le site TBOU nous avons retenus 10 variables pour expliquer l'agrément sonore, présentées dans le tableau XI.

Tableau XI : Liste des variables retenues au point d'enquête TBOU.

	Variables	Nomenclature
Variable dépendante	Agrément sonore	Ag.Son
Variables indépendantes	Agrément olfactif	Ag.Ol
	Agrément visuel	Ag.Vis
	Dynamique	Dyn
	Enveloppement	Env
	Présence humaine	Pres.Hum
	Présence de klaxons	Pres.Klax
	Présence de poids lourds	Pres.PL
	Présence véhicules légers	Pres.VL
	Silence	Sil
	Surprenant	Surp

#### 4.2.3.2 Equation de la régression linéaire multiple

$$Ag.Son = -0.19 + 0.15 * Ag.Ol + 0.27 * Ag.Vis + 0.36 * Dyn - 0.25 * Env + 0.01 * Pres.Hum + 0.05 * Pres.Klax + 0.09 * Pres.PL - 0.02 * Pres.VL + 1.02 * Sil - 1.10 * Surp$$

Sur cette régression à la sortie du parc du côté du boulevard, le rapport d'influence entre l'agrément olfactif et l'agrément visuel s'inverse comparé au lieu précédent. Encore une fois, ceci est dû à la réponse d'un sujet qui trouve le lieu agréable d'un point de vue visuel, moins d'un point de vue olfactif, et qui conclue alors que l'agrément sonore est de qualité. Ce même sujet a entendu des véhicules légers, des poids lourds et des personnes mais néanmoins trouve le lieu moyennement silencieux. Les coefficients sur ces présences de sources particulières sont donc faibles. Pour lui l'environnement sonore n'est pas surprenant du tout. Nous voyons que ce sujet est extrême dans ses jugements vis-à-vis des autres, et tire les coefficients de la régression à lui. Néanmoins, cette remarque n'est pas vraie pour la présence des klaxons. En effet, ce sujet qui n'entend pas de klaxon ne tire pas la régression à lui. Un autre sujet qui a entendu beaucoup de klaxons, et qui néanmoins trouve l'environnement sonore moyennement agréable impose un coefficient très négatif. Seule la variable "Silencieux" reste dans la logique des lieux précédents, c'est-à-dire avec un fort coefficient (plus c'est silencieux, plus c'est agréable d'un point de vue sonore).

### 4.2.3.3 Comparaison régression linéaire multiple / réseau de neurones

Tableau XII : Liste des coefficients de corrélation au carré et de p issus des modèles de régression linéaire multiple et de réseau de neurones.

Base de données	Régression linéaire multiple		Réseau de neurones	
	R <sup>2</sup>	p-value	R <sup>2</sup>	p-value
Construction	0,74	5,63E-09	0,83	1,87E-11
Test	0,82	5,35E-05	0,84	2,37E-05
Totalité	0,68	7,67E-11	0,74	1,50E-12

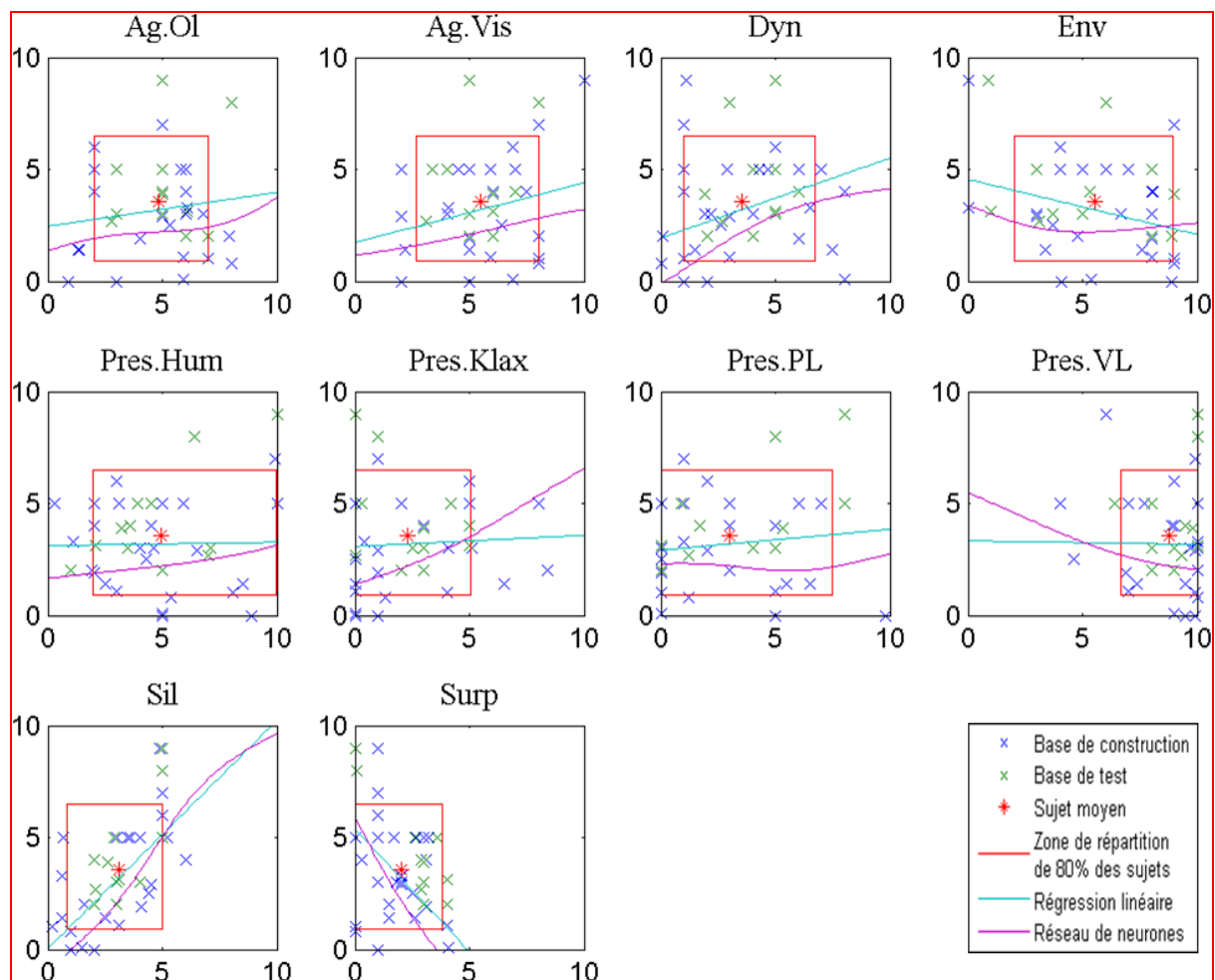


Figure 32 : Allures des variations de l'agrément sonore calculé pour les modèles de régression linéaire multiple et de réseau de neurones à partir d'un sujet moyen local.

Sur cette figure 32, nous voyons clairement que le sujet qui a entendu des klaxons a attiré les modèles vers lui, et principalement pour le réseau neurones. Cela aboutit à une mauvaise interprétation de cette variable qui, si l'on n'y fait pas attention, voudrait dire que plus il y a de klaxons, plus c'est agréable ! Encore une fois, il faut être très prudent sur l'interprétation ponctuelle des coefficients.

#### 4.2.4 BOUL (Boulevard)

##### 4.2.4.1 Sélection des variables

Pour le site BOUL nous avons retenus 11 variables pour expliquer l'agrément sonore, présentées dans le tableau XIII.

Tableau XIII : Liste des variables retenues au point d'enquête BOUL.

	Variables	Nomenclature
Variable dépendante	Agrément sonore	Ag.Son
Variables indépendantes	Agrément visuel	Ag.Vis
	Animation	Anim
	Dynamique	Dyn
	Enveloppement	Env
	Présence humaine	Pres.Hum
	Présence klaxons	Pres.Klax
	Présence cyclomoteurs	Pres.Mob
	Présence poids lourds	Pres.PL
	Silence	Silence
	Sonie véhicules légers	Son.VL
	Surprenant	Surp

##### 4.2.4.2 Equation de la régression linéaire multiple

$$Ag.Son = 2.58 + 0.19 * Ag.Vis + 0.07 * Anim - 0.00 * Dyn + 0.03 * Env - 0.20 * Pres.Hum + 0.39 * Pres.Klax - 0.05 * Pres.Mob - 0.10 * Pres.PL + 0.66 * Sil - 0.28 * Son.VL + 0.05 * Surp$$

Sur le boulevard à Lyon, logiquement la variable "Silencieux" se retrouve avoir le plus d'importance. La présence des différentes sources pèse généralement de façon négative sur l'agrément sonore, y compris la présence humaine. Mais ce n'est pas le cas pour la présence de klaxons. Si nous regardons la figure 33, nous pouvons voir qu'un sujet a apprécié un peu plus que les autres l'environnement sonore, bien qu'il ait particulièrement remarqué les klaxons. Il a dû se focaliser sur l'absence de cyclomoteurs ou sur la faible présence humaine pour juger de la qualité de l'environnement sonore. Sa présence dans l'échantillon explique les signes des coefficients pour la majorité des variables liées à la présence des sources.



#### 4.2.4.3 Comparaison régression linéaire multiple / réseau de neurones

Tableau XIV : Liste des coefficients de corrélation au carré et de p issus des modèles de régression linéaire multiple et de réseau de neurones.

Base de données	Régression linéaire multiple		Réseau de neurones	
	R <sup>2</sup>	p-value	R <sup>2</sup>	p-value
Construction	0,50	2,61E-05	0,70	2,68E-08
Test	0,83	3,89E-05	0,83	3,88E-05
Totalité	0,54	5,46E-08	0,65	3,44E-10

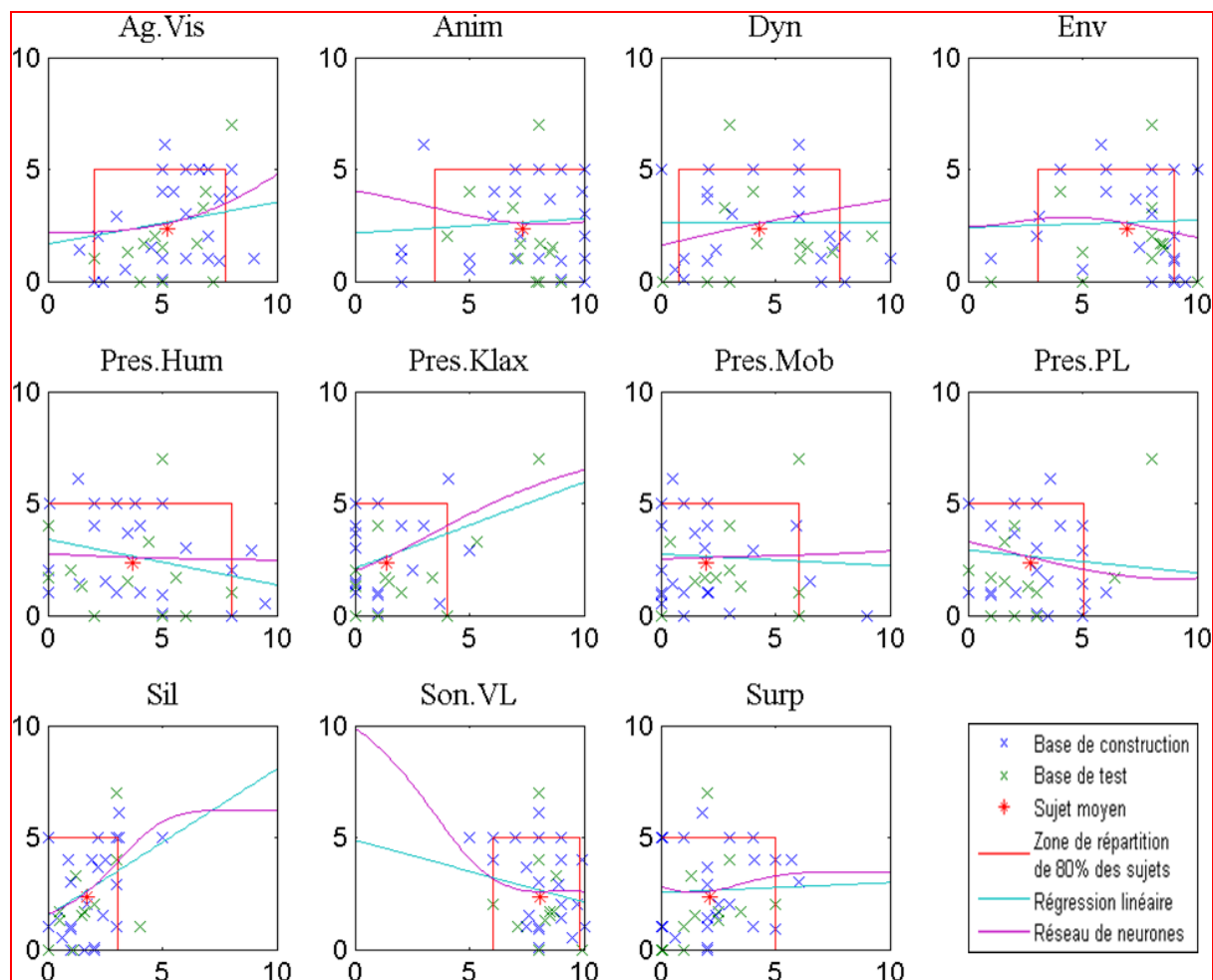


Figure 33 : Allures des variations de l'agrément sonore calculé pour les modèles de régression linéaire multiple et de réseau de neurones à partir d'un sujet moyen local.

Sur cette figure 33 nous remarquons que la présence de ce sujet, dans l'échantillon qui a servi à la construction de modèles, a attiré particulièrement le modèle de réseau de neurones pour la variable "Animation" ce qui explique la divergence des deux modèles dans la zone jugée de faible animation. Nous remarquons aussi qu'il y a divergence des deux modèles lorsqu'aucun sujet n'a permis au réseau de neurones d'apprendre l'évaluation de l'agrément sonore.

## 4.2.5 MONG (Boulevard)

### 4.2.5.1 Sélection des variables

Pour le site MONG nous avons retenu 11 variables pour expliquer l'agrément sonore, présentées dans le tableau XV.

Tableau XV : Liste des variables retenues au point d'enquête MONG.

	Variables	Nomenclature
Variable dépendante	Agrément sonore	Ag.Son
Variables indépendantes	Adéquation	Adeq
	Agrément visuel	Ag.Vis
	Animation	Anim
	Dynamique	Dyn
	Enveloppement	Env
	Présence humaine	Pres.Hum
	Présence cyclomoteurs	Pres.Mob
	Présence poids lourds	Pres.PL
	Présence véhicules légers	Pres.VL
	Silence	Sil
	Surprenant	Surp

### 4.2.5.2 Equation de la régression linéaire multiple

$$Ag.Son = 0.25 + 0.31 * Adeq + 0.24 * Ag.Vis + 0.04 * Anim - 0.03 * Dyn + 0.32 * Env - 0.35 * Pr es.Hum - 0.03 * Pr es.Mob + 0.27 * Pr es.PL - 0.34 * Pr es.VL + 0.87 * Sil + 0.10 * Surp$$

Ce point correspond au boulevard parisien, et nous retrouvons globalement les mêmes variables que pour le boulevard lyonnais (voir paragraphe 4.2.4). Sur Paris, la variable "Adéquation" prend une place non négligeable dans le modèle de régression. Nous retrouvons des coefficients tout à fait logiques, comme pour la variable "Silencieux" ou pour la "Présence de véhicules légers", tandis que d'autres coefficients sont difficiles à expliquer (par exemple pour la présence des poids lourds). Nous retrouvons encore l'influence positive de l'"Agrément visuel" sur la qualité sonore. Sur la figure 34, nous voyons que la variable "Animation" semble avoir un effet positif sur l'agrément visuel qui ne se traduit pas dans la valeur du coefficient de la régression. D'ailleurs, les trois sujets qui ont jugé ce boulevard animé, n'ont pas particulièrement remarqué de présence humaine, mais ils ont tous trois jugé l'environnement visuel agréable. Nous voyons ici que derrière la notion d'animation, il y a beaucoup plus que la présence humaine.

### 4.2.5.3 Comparaison régression linéaire multiple / réseau de neurones

Tableau XVI : Liste des coefficients de corrélation au carré et de p issus des modèles de régression linéaire multiple et de réseau de neurones.

Base de données	Régression linéaire multiple		Réseau de neurones	
	R <sup>2</sup>	p-value	R <sup>2</sup>	p-value
Construction	0,77	1,08E-09	0,82	4,73E-11
Test	0,81	6,85E-05	0,83	4,16E-05
Totalité	0,68	5,55E-11	0,72	5,58E-12

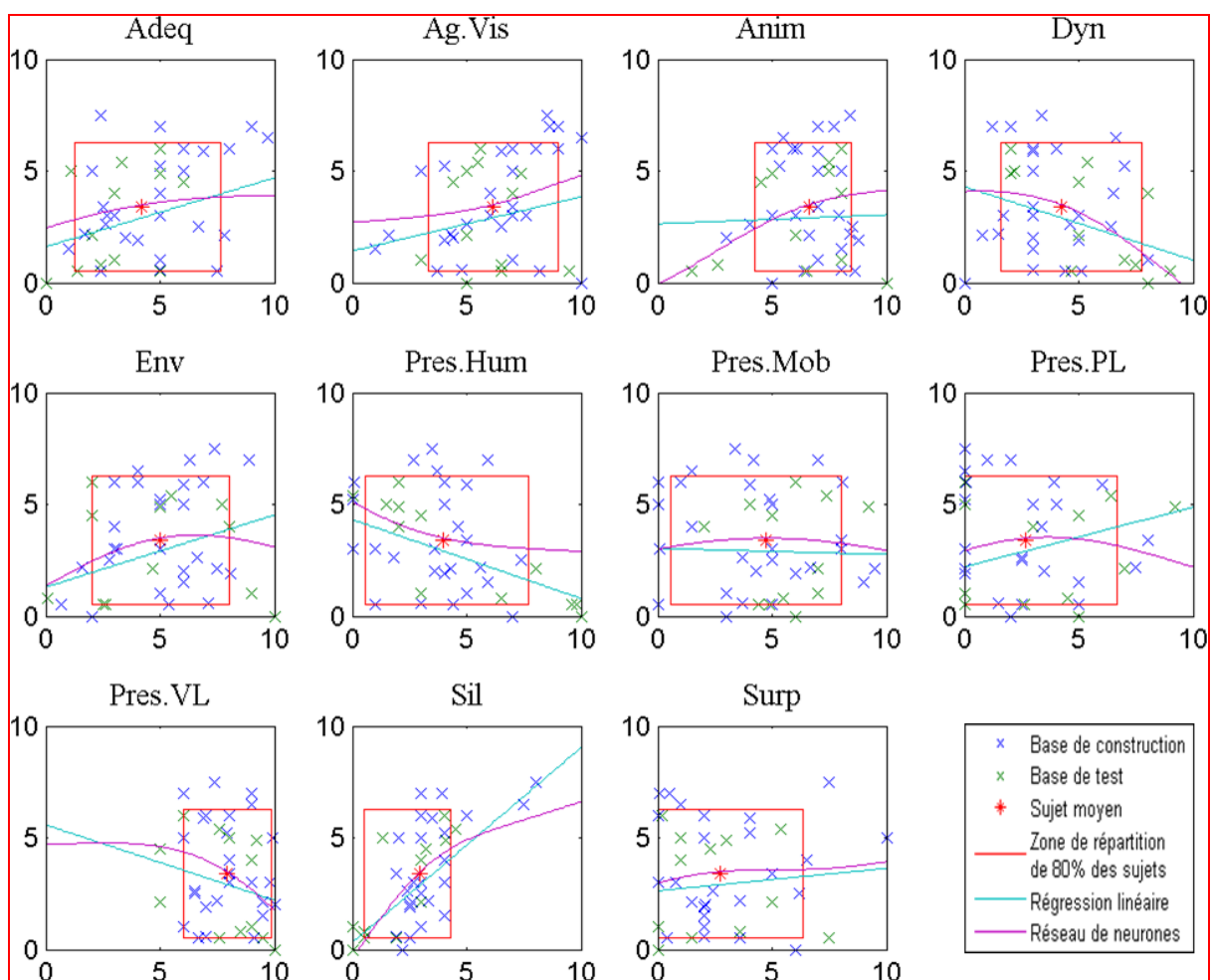


Figure 34 : Allures des variations de l'agrément sonore calculé pour les modèles de régression linéaire multiple et de réseau de neurones à partir d'un sujet moyen local.

Si nous revenons à l'influence des poids lourds dans ces différents modèles, nous voyons que le réseau de neurones ici semble mieux refléter les réponses des sujets que la régression multiple.

## 4.2.6 TEPE (Transition côté rue circulée)

### 4.2.6.1 Sélection des variables

Pour le site TEPE nous avons retenu 10 variables pour expliquer l'agrément sonore, présentées dans le tableau XVII.

Tableau XVII : Liste des variables retenues au point d'enquête TEPE.

	Variables	Nomenclature
Variable dépendante	Agrément sonore	Ag.Son
Variables indépendantes	Adéquation	Adeq
	Agrément visuel	Ag.Vis
	Animation	Anim
	Dynamique	Dyn
	Enveloppement	Env
	Présence humaine	Pres.Hum
	Présence véhicules légers	Pres.VL
	Silence	Sil
	Sonie véhicules légers	Son.VL
	Surprenant	Surp

### 4.2.6.2 Equation de la régression linéaire multiple

$$Ag.Son = -7.17 + 0.08 * Adeq + 0.58 * Ag.Vis + 0.17 * Anim + 0.04 * Dyn + 0.35 * Env + 0.09 * Pres.Hum + 0.16 * Pres.VL + 0.68 * Sil + 0.10 * Son.VL - 0.38 * Surp$$

Logiquement nous retrouvons l'influence de la variable "Silencieux" et l'influence positive de l'"Agrément visuel". L'animation semble ici être liée à la présence humaine surtout pour le sujet qui a fortement apprécié l'environnement sonore. Nous voyons qu'il y a plus de monde en ce lieu que le long du boulevard (cf. figure 34 et 35 pour la variable "Présence humaine"). Il semble aussi que l'enveloppement soit important pour ce passage vers la rue piétonne.

Il n'est pas évident de comprendre ce que les passants ont jugé comme enveloppant ou animé. Si nous reprenons les questionnaires, il est écrit sur l'échelle "Sans vie / Animé": l'environnement sonore vous donne l'impression que le lieu est sans activité, sans vie, comme inanimé / l'environnement sonore vous donne l'impression que le lieu est plein de vie, d'activité. Pour l'échelle "Enveloppant / Peu enveloppant": vous avez l'impression que vous êtes à l'intérieur de cet environnement sonore, qu'il vous enveloppe / vous avez l'impression que l'environnement sonore ne vous enveloppe pas, que vous êtes à l'extérieur de lui. Dans ce lieu où il y a des gens qui s'animent autour des sujets, on pourrait envisager que l'animation et l'enveloppement soient associés à la présence de ces passants.

### 4.2.6.3 Comparaison régression linéaire multiple / réseau de neurones

Tableau XVIII : Liste des coefficients de corrélation au carré et de p issus des modèles de régression linéaire multiple et de réseau de neurones.

Base de données	Régression linéaire multiple		Réseau de neurones	
	R <sup>2</sup>	p-value	R <sup>2</sup>	p-value
Construction	0,65	1,90E-07	0,78	4,66E-10
Test	0,63	2,06E-03	0,67	1,20E-03
Totalité	0,52	1,40E-07	0,55	4,06E-08

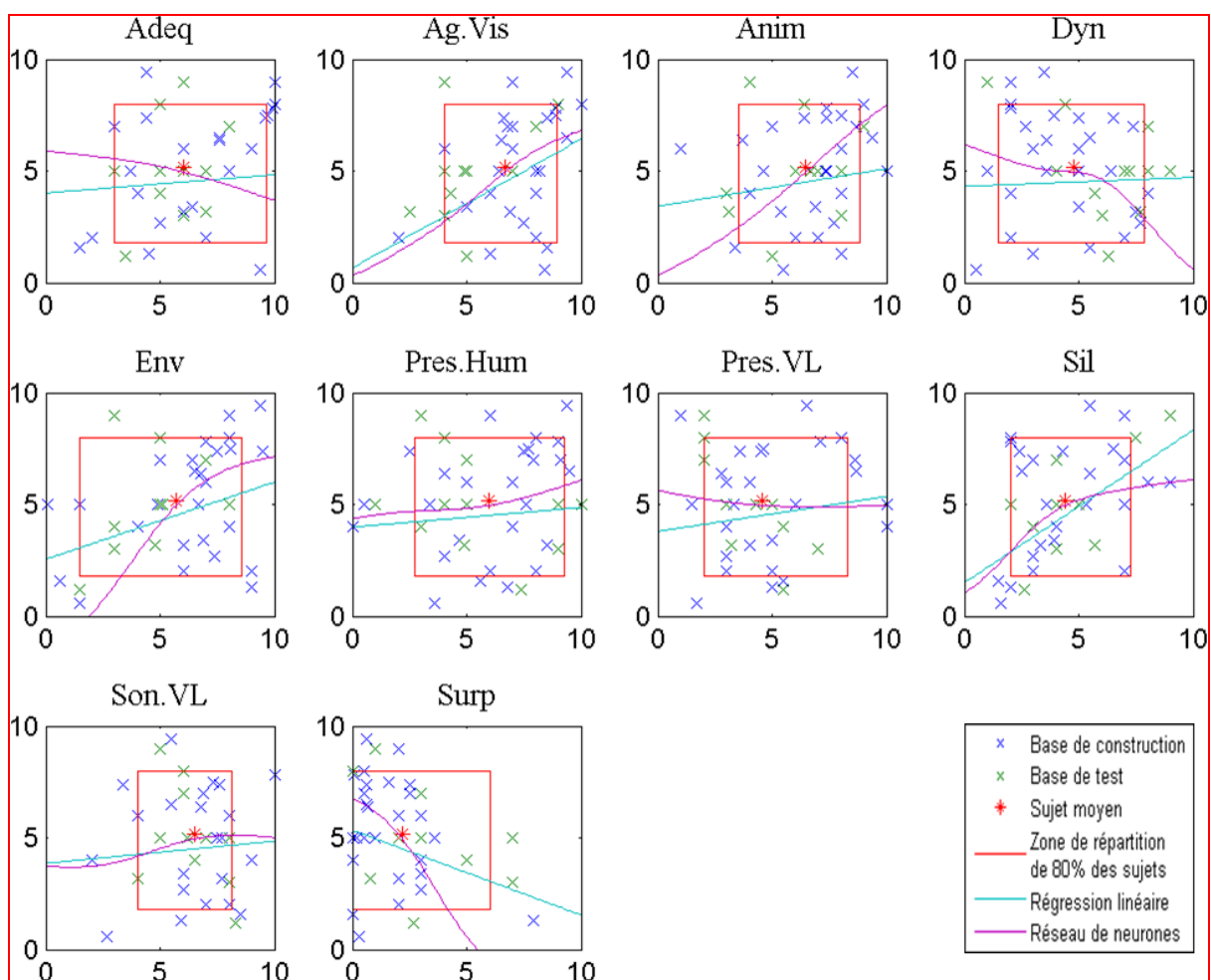


Figure 35 : Allures des variations de l'agrément sonore calculé pour les modèles de régression linéaire multiple et de réseau de neurones à partir d'un sujet moyen local.

## 4.2.7 TMOU (Transition côté rue piétonne)

### 4.2.7.1 Sélection des variables

Pour le site TMOU nous avons retenu 11 variables pour expliquer l'agrément sonore, présentées dans le tableau XIX.

Tableau XIX : Liste des variables retenues au point d'enquête TMOU.

	Variables	Nomenclature
Variable dépendante	Agrément sonore	Ag.Son
Variables indépendantes	Agrément olfactif	Ag.Ol
	Agrément visuel	Ag.Vis
	Animation	Anim
	Dynamique	Dyn
	Enveloppement	Env
	Présence activités	Pres.Act
	Présence humaine	Pres.Hum
	Présence oiseaux	Pres.Ois
	Présence véhicules légers	Pres.VL
	Silence	Sil
	Surprenant	Surp

### 4.2.7.2 Equation de la régression linéaire multiple

$$Ag.Son = -8.13 + 0.46 * Ag.Ol + 0.13 * Ag.Vis + 0.66 * Anim + 0.04 * Dyn + 0.17 * Env - 0.11 * Pres.act + 0.35 * Pres.Hum - 0.20 * Pres.Ois - 0.09 * Pres.VL + 0.63 * Sil + 0.09 * Surp$$

Nous retrouvons dans cette régression globalement des résultats logiques, avec des poids importants pour l'animation et la présence humaine (respectivement 0.66 et 0.35). La variable "Silencieux" est toujours très influente (coefficient de 0.63), mais il est surprenant d'avoir une influence négative des oiseaux. Ceci est sans doute dû au fait que beaucoup de sujets n'ont pas entendu d'oiseaux, mais ont néanmoins jugé le lieu acoustiquement très agréable.

### 4.2.7.3 Comparaison régression linéaire multiple / réseau de neurones

Tableau XX : Liste des coefficients de corrélation au carré et de p issus des modèles de régression linéaire multiple et de réseau de neurones.

	Régression linéaire multiple		Réseau de neurones	
	R <sup>2</sup>	p-value	R <sup>2</sup>	p-value
Base de données				
Construction	0,66	1,56E-07	0,68	7,50E-08
Test	0,76	2,43E-04	0,79	1,01E-04
Totalité	0,55	3,59E-08	0,68	7,04E-11

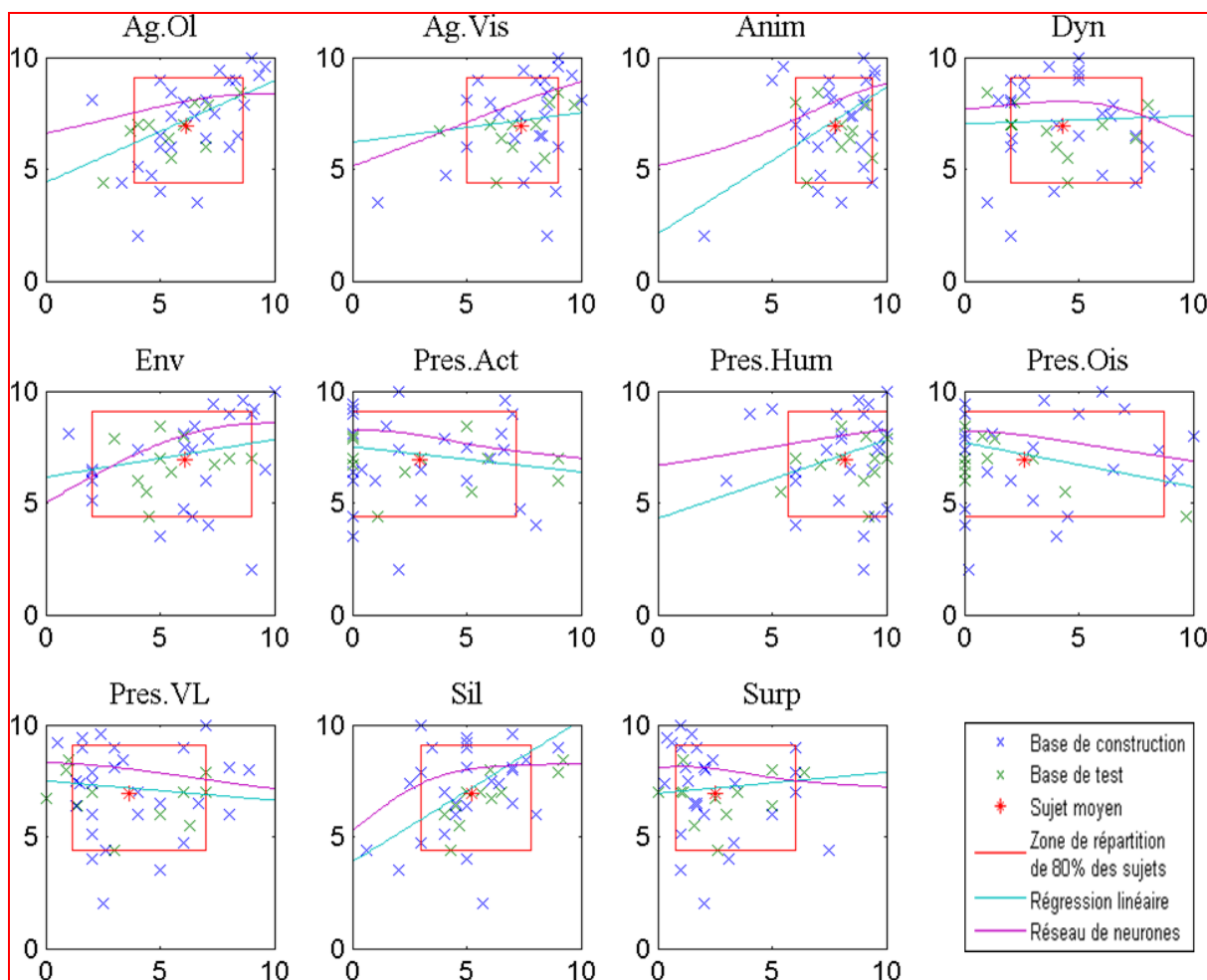


Figure 36 : Allures des variations de l'agrément sonore calculé pour les modèles de régression linéaire multiple et de réseau de neurones à partir d'un sujet moyen local.

## 4.2.8 MOUF (Rue piétonne)

### 4.2.8.1 Sélection des variables

Pour le site MOUF nous avons retenu 10 variables pour expliquer l'agrément sonore, présentées dans le tableau XXI.

Tableau XXI : Liste des variables retenues au point d'enquête MOUF.

	Variables	Nomenclature
Variable dépendante	Agrément sonore	Ag.Son
Variables indépendantes	Adéquation	Adeq
	Agrément visuel	Ag.Vis
	Animation	Anim
	Dynamique	Dyn
	Enveloppement	Env
	Présence activités	Pres.Act
	Présence humaine	Pres.Hum
	Présence véhicules légers	Pres.VL
	Silence	Sil
	Surprenant	Surp

### 4.2.8.2 Equation de la régression linéaire multiple

$$Ag.Son = -9.16 + 0.70 * Adeq + 0.26 * Ag.Vis + 0.41 * Anim + 0.09 * Dyn + 0.31 * Env - 0.11 * Pr es.act + 0.08 * Pr es.Hum - 0.07 * Pr es.VL + 0.45 * Sil + 0.19 * Surp$$

La rue Mouffetard est une rue piétonne où l'animation, l'enveloppement et la présence humaine semblent être appréciés. L'adéquation du lieu par rapport à l'activité semble prépondérante, ce qui s'explique car les passants viennent dans ce lieu pour effectuer leurs courses et ont donc un but bien précis, alors que les autres lieux évoqués dans cette enquête sont plus souvent des lieux de passage.

### 4.2.8.3 Comparaison régression linéaire multiple / réseau de neurones

Tableau XXII : Liste des coefficients de corrélation au carré et de p issus des modèles de régression linéaire multiple et de réseau de neurones.

	Régression linéaire multiple		Réseau de neurones	
	R <sup>2</sup>	p-value	R <sup>2</sup>	p-value
Base de données	0,78	6,16E-10	0,91	3,90E-15
Test	0,82	4,62E-05	0,89	5,19E-06
Totalité	0,73	1,93E-12	0,86	7,60E-18



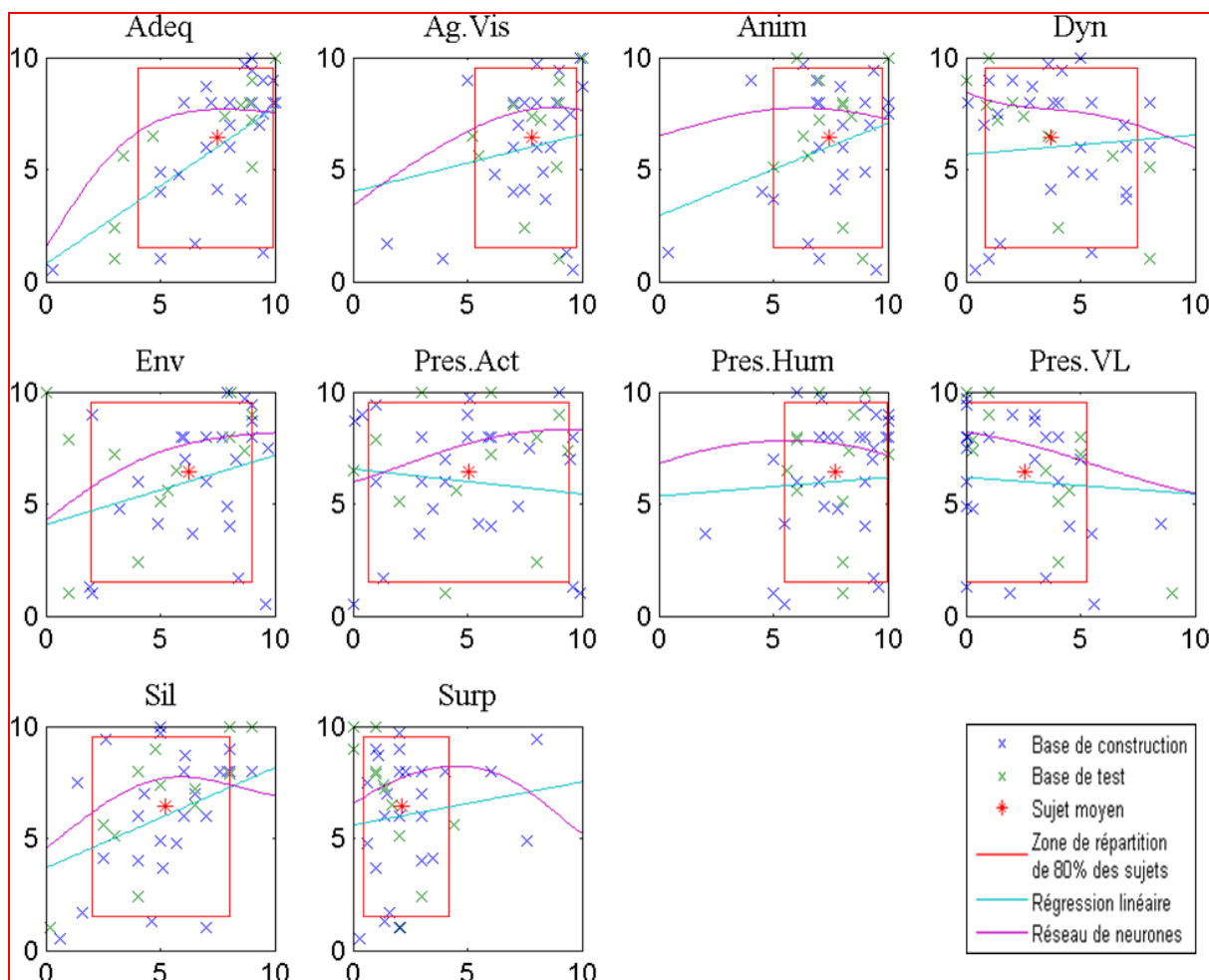


Figure 37 : Allures des variations de l'agrément sonore calculé pour les modèles de régression linéaire multiple et de réseau de neurones à partir d'un sujet moyen local.

#### 4.2.9 Discussion

Plusieurs commentaires sont à faire sur les résultats présentés dans les paragraphes 4.2.5 à 4.2.8. Tout d'abord il est intéressant de constater sur les tableaux VIII, X, XII, XIV, XVI, XVIII, XX et XXII qu'en se basant sur le critère du coefficient de corrélation au carré  $R^2$  les modèles de réseaux de neurones sont localement systématiquement meilleurs que les modèles de régressions linéaires multiples. Non seulement, du fait du critère de sélection des réseaux de neurones, les  $R^2$  calculés sur les bases de construction sont supérieurs (les deux types de modèles ont alors le même nombre de variables), mais comparativement les  $R^2$  calculés sur les bases de test sont également supérieurs. D'un point de vue strictement prédictif il est alors possible de dire que les modèles de réseaux de neurones sont plus efficaces que les modèles de régressions linéaires multiples. Par ailleurs les valeurs de  $p$  associées aux coefficients de corrélation sont extrêmement faibles et confortent la validité des résultats.

Certes, le couple  $((R_c^2(\text{ANN}), R_t^2(\text{ANN}))$  supérieur au couple  $(R_c^2(\text{REG}), R_t^2(\text{REG}))$  est un critère forcé, mais il est important de constater que cet objectif est atteint pour peu que l'on ne se contente pas du premier modèle de réseau de neurones trouvé. En moyenne il aura fallu un peu moins de cinq minutes par site pour obtenir un modèle de réseau de neurone considéré meilleur que le modèle de régression linéaire multiple établi.

Le deuxième point important à souligner dans ces résultats concerne l'équation des modèles de régressions linéaires multiples. En se focalisant sur les équations présentées aux paragraphes 4.2.1.2, 4.2.2.2, 4.2.3.2, 4.2.4.2, 4.2.5.2, 4.2.6.2, 4.2.7.2, 4.2.8.2 il est possible de voir que les variables qui permettent d'expliquer l'agrément sonore dépendent du lieu. Le coefficient de chaque variable traduit l'importance de cette variable dans le modèle. En prenant l'exemple du point PARC nous avons vu au paragraphe 4.2.1.2 que les trois variables les plus importantes dans le modèle sont par ordre décroissant : le silence, le surprenant et l'agrément visuel. Cependant, si les coefficients reflètent localement l'importance d'une variable ou d'une autre, ils ne permettent pas de comparer les modèles entre eux. En effet, les valeurs de ces coefficients ne sont que le reflet de l'agrément sonore local et dépendant très souvent des réponses de certains sujets. Or la gamme de l'agrément sonore mesuré n'est pas la même selon que l'on se trouve dans la rue piétonne ou sur le boulevard. Par exemple l'agrément sonore mesuré moyen est de 6,4 dans la rue Mouffetard (rue piétonne) alors qu'il n'est que de 3,4 sur le boulevard Monge (boulevard). La valeur de l'agrément sonore peut avoir une influence sur la valeur des coefficients de chacune des régressions. C'est pourquoi, pour avoir une vue d'ensemble des différents modèles locaux, nous avons regardé parmi toutes les variables utilisées dans les différents modèles, quelle était leur position dans l'équation du point de vue de la valeur de leur coefficient. Ainsi, nous avons compté combien de fois la variable "Adéquation" apparaissait avec le coefficient le plus fort dans chaque équation, puis le deuxième coefficient le plus fort, le troisième, etc. et cela pour toutes les variables. Les figures suivantes (figures 38 à 55) montrent ces résultats.

Les figures présentées ci-dessous nous permettent de constater que certaines variables peuvent se révéler importantes dans un lieu mais relativement négligeables dans un autre. Par exemple la variable animation semble être une variable importante devant les autres si on s'arrête à l'équation obtenue au niveau du point TMOU (§ 4.2.7.2). Or la figure 41 montre que cette variable n'est pas la plus importante dans d'autres lieux, voire même plutôt faible (MONG). On peut néanmoins remarquer que cette variable a toujours une influence positive. Une seule variable se retrouve presque à chaque fois (7 fois sur 8) parmi les trois avec le plus important coefficient. Il s'agit, comme on pouvait s'y attendre de la variable "Silence". L'agrément visuel semble également être une variable qui revient parmi les plus importantes localement. Et pourtant, sur une même situation, le paysage visuel ne change pas! Seuls les choix esthétiques individuels permettent d'expliquer la variabilité des évaluations et cela a systématiquement une influence sur l'agrément sonore du lieu. Il faut remarquer aussi que certaines variables ont des coefficients qui changent de signe en fonction des lieux. C'est le cas des variables liées à la présence des sources, bien qu'il y ait un effet presque toujours négatif de la présence des véhicules légers.

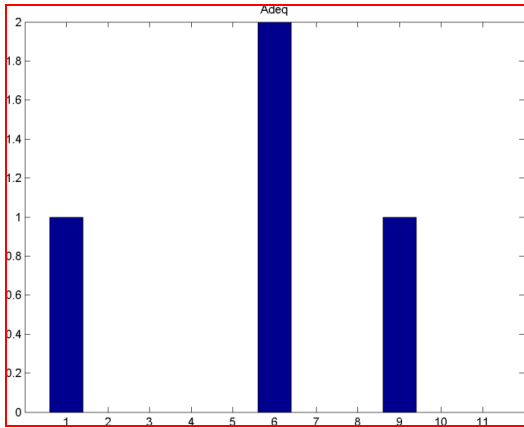


Figure 38 : Position et nombre de fois où la variable "Adeq" rentre dans les équations de régressions locales.

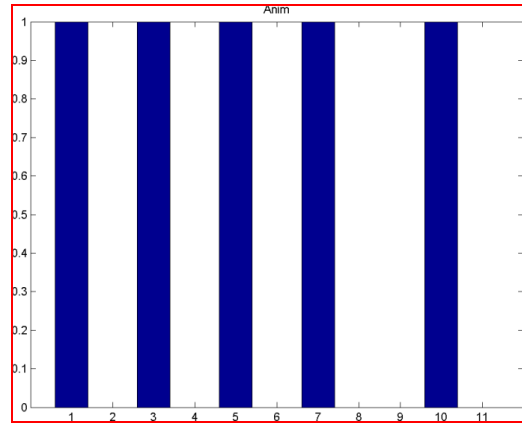


Figure 41 : Position et nombre de fois où la variable "Anim" rentre dans les équations de régressions locales.

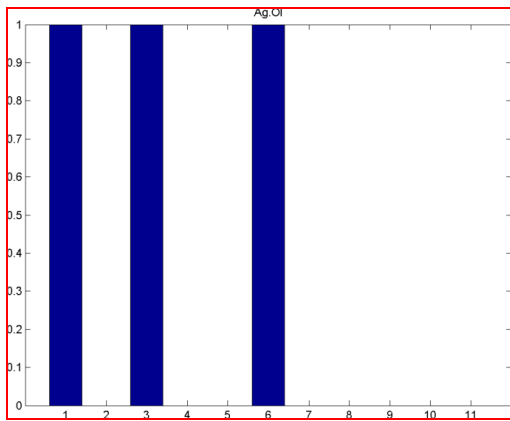


Figure 39 : Position et nombre de fois où la variable "Ag.OI" rentre dans les équations de régressions locales.

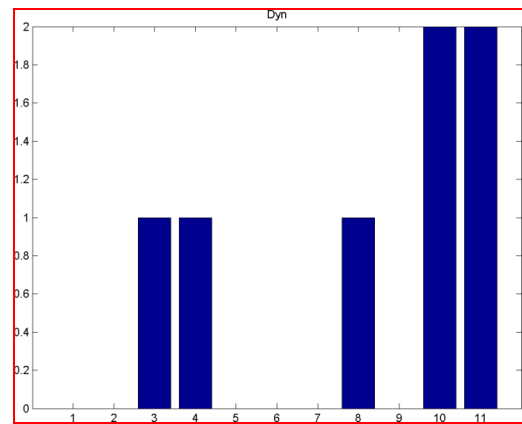


Figure 42 : Position et nombre de fois où la variable "Dyn" rentre dans les équations de régressions locales.

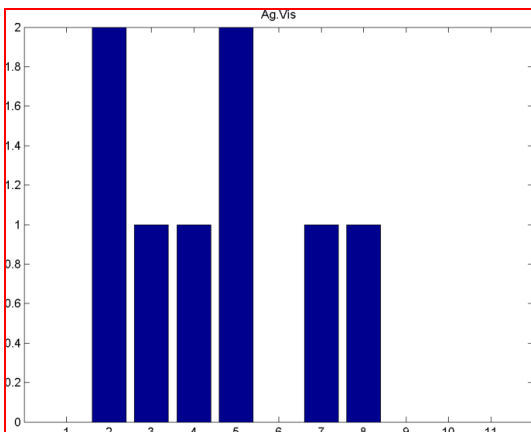


Figure 40 : Position et nombre de fois où la variable "Ag.Vis" rentre dans les équations de régressions locales.

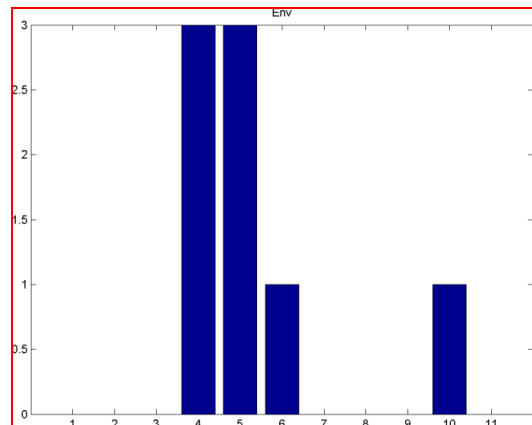


Figure 43 : Position et nombre de fois où la variable "Env" rentre dans les équations de régressions locales.

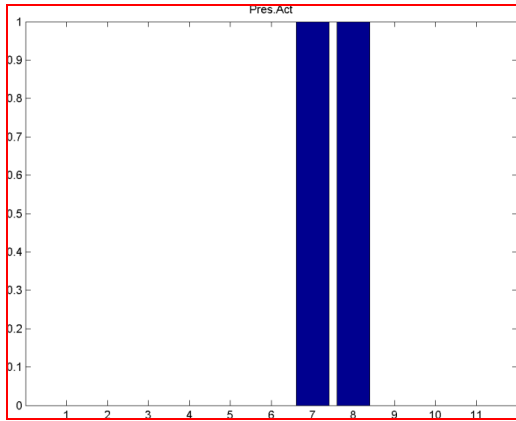


Figure 44 : Position et nombre de fois où la variable "Pres. Act" rentre dans les équations de régressions locales.

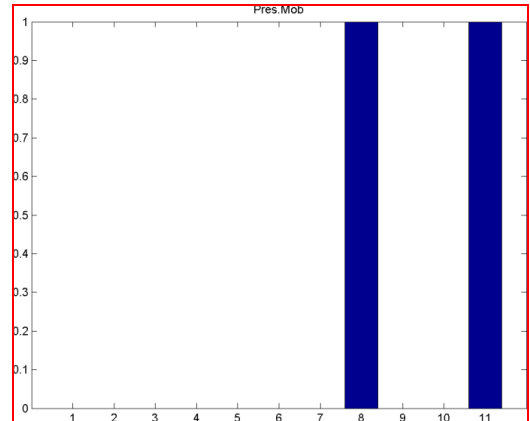


Figure 47 : Position et nombre de fois où la variable "Pres. Mob" rentre dans les équations de régressions locales.

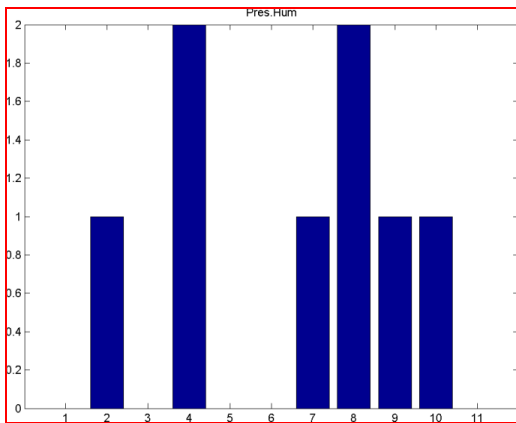


Figure 45 : Position et nombre de fois où la variable "Pres. Hum" rentre dans les équations de régressions locales.

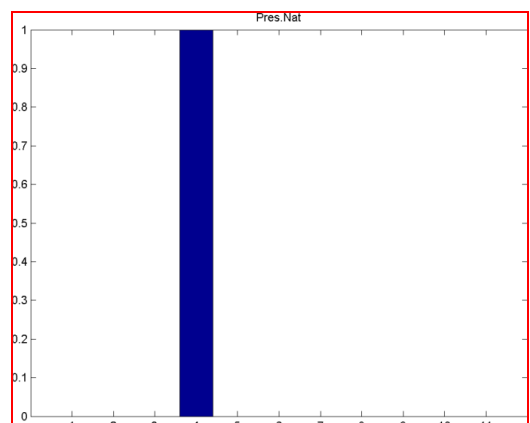


Figure 48 : Position et nombre de fois où la variable "Pres. Nat" rentre dans les équations de régressions locales.

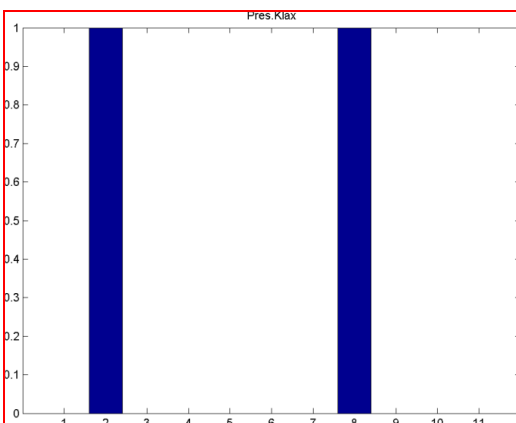


Figure 46 : Position et nombre de fois où la variable "Pres. Klax" rentre dans les équations de régressions locales.

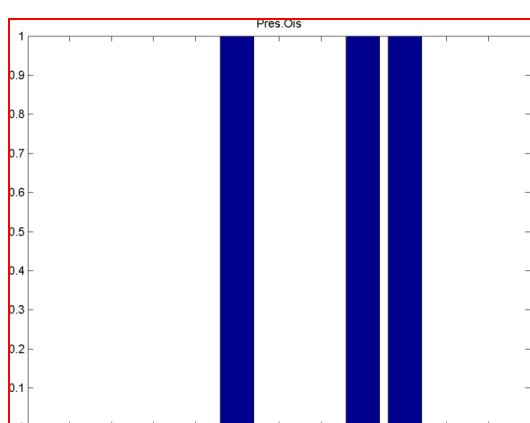


Figure 49 : Position et nombre de fois où la variable "Pres. Ois" rentre dans les équations de régressions locales.

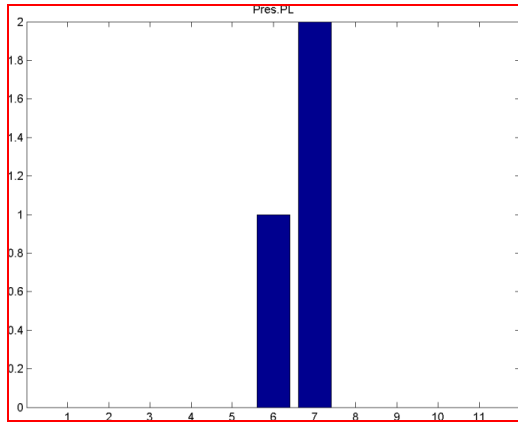


Figure 50 : Position et nombre de fois où la variable "Pres. PL" rentre dans les équations de régressions locales.

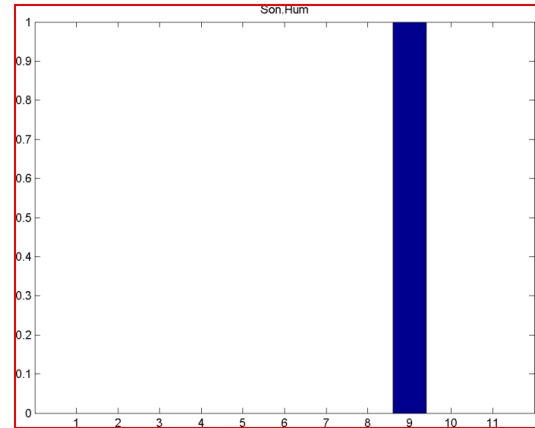


Figure 53 : Position et nombre de fois où la variable "Son. Hum" rentre dans les équations de régressions locales.

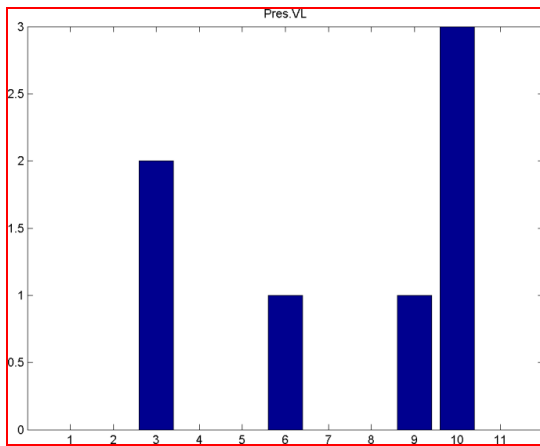


Figure 51 : Position et nombre de fois où la variable "Pres. VL" rentre dans les équations de régressions locales.

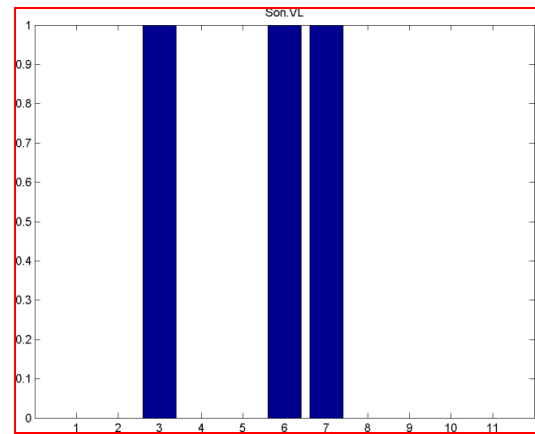


Figure 54 : Position et nombre de fois où la variable "Son. VL" rentre dans les équations de régressions locales.

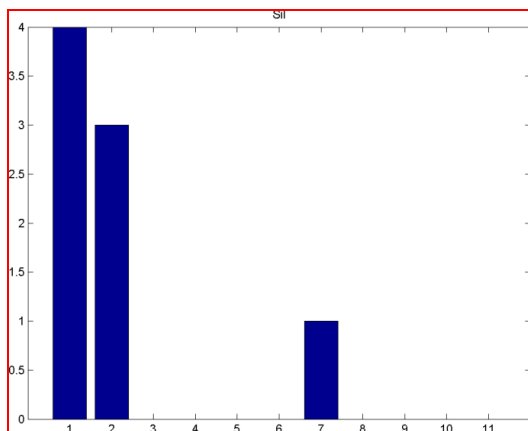


Figure 52 : Position et nombre de fois où la variable "Sil" rentre dans les équations de régressions locales.

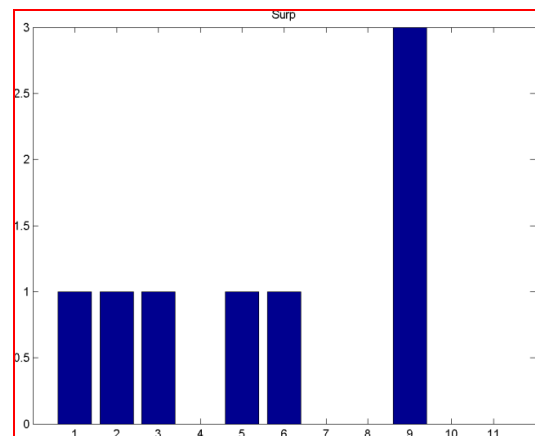


Figure 55 : Position et nombre de fois où la variable "Surp" rentre dans les équations de régressions locales.

Enfin, le troisième point à souligner à propos des résultats de l'analyse locale est l'allure des variations de l'agrément sonore en fonction de chaque variable. En effet nous avons vu que d'un point de vue strictement prédictif, les réseaux de neurones présentaient un avantage sur les régressions linéaires, mais d'un point de vue explicatif, nous n'avions pas d'information à extraire des réseaux si ce n'est par la méthode de présenter un sujet moyen dans le réseau en faisant varier les variables une à une. De cette analyse il ressort sur les figures 30 à 37 que globalement le sens de la relation entre l'agrément sonore et les différentes variables indépendantes est le même que l'on considère la régression ou le réseau de neurone. Par exemple, dans le parc (figure 30), plus l'agrément visuel augmente et plus l'agrément sonore sera fort. Exceptionnellement, il arrive que le sens des pentes soit différent selon que l'on regarde un modèle ou un autre. Ainsi, il apparaît figure 37 qu'une augmentation de la présence d'activités entraînerait une baisse de l'agrément sonore d'après le modèle de régression alors qu'il se produirait l'inverse à en croire le modèle de réseau de neurones. Dans ce cas, ce phénomène est souvent dû à la prise en compte de façon plus ou moins marquée de la réponse d'un individu particulier dans les modèles. Il est alors très difficile de conclure. Quoiqu'il en soit, les analyses dans cette partie du projet nous auront permis de développer des modèles de prédiction de l'agrément sonore localement, qui correspondent à des ambiances sonores données. Si les réseaux de neurones s'avèrent être plus performants que les régressions linéaires multiples ces dernières n'en restent pas moins utiles. Tout d'abord elles auront permis de fixer un critère de comparaison nécessaire pour définir un bon modèle de réseau de neurones. Par ailleurs, même si ce critère peut être fixé de manière indépendante, les régressions linéaires multiples restent néanmoins utiles quant à l'interprétation de l'importance des variables indépendantes.

#### **4.2.10 Modèle global**

A la différence des modèles locaux qui ont mis l'accent sur les variabilités individuelles, il est important de comprendre quelles sont les variables perceptives qui différencient les lieux entre eux du point de vue de la qualité sonore. Nous avons donc regroupé toutes les données dans un même modèle général.

Avant de s'attacher à définir un modèle global nous avons voulu savoir s'il était possible de regrouper tous les lieux, quelle que soit la ville étudiée, en d'autres termes, y a-t-il une différence de perception entre les Parisiens et les Lyonnais. Pour cela nous avons représenté les sujets moyens (par variable) de chaque site afin de voir leurs situations parmi l'ensemble des sites. Sur la figure 56 sont donc représentés, sur les ordonnées, les agréments sonores moyens des différents lieux et, sur les abscisses, les valeurs moyennes de chaque variable pour les huit lieux considérés. Sur cette figure il apparaît que les huit lieux sont généralement bien répartis sur toute la plage de réponse et de façon uniforme. Il n'est pas possible de distinguer sur cette représentation une différence systématique entre la ville de Paris et la ville de Lyon. Seule une source semble se différencier sur les deux villes, il s'agit des cyclomoteurs. En effet, une même sonie de cyclomoteur déclenche plus de désagrément à Lyon qu'à Paris. On retrouve ce même constat quant à la présence des cyclomoteurs à Lyon et Paris. Est-ce à dire que les Parisiens sont plus habitués ou supportent mieux ces deux roues ? Quoiqu'il arrive, dans la grande majorité des

variables, il n'y a pas de distinction entre Lyon et Paris. En conséquence de cette répartition homogène des différents sites, nous pensons qu'il est possible de chercher à développer un modèle global, commun aux deux situations urbaines.

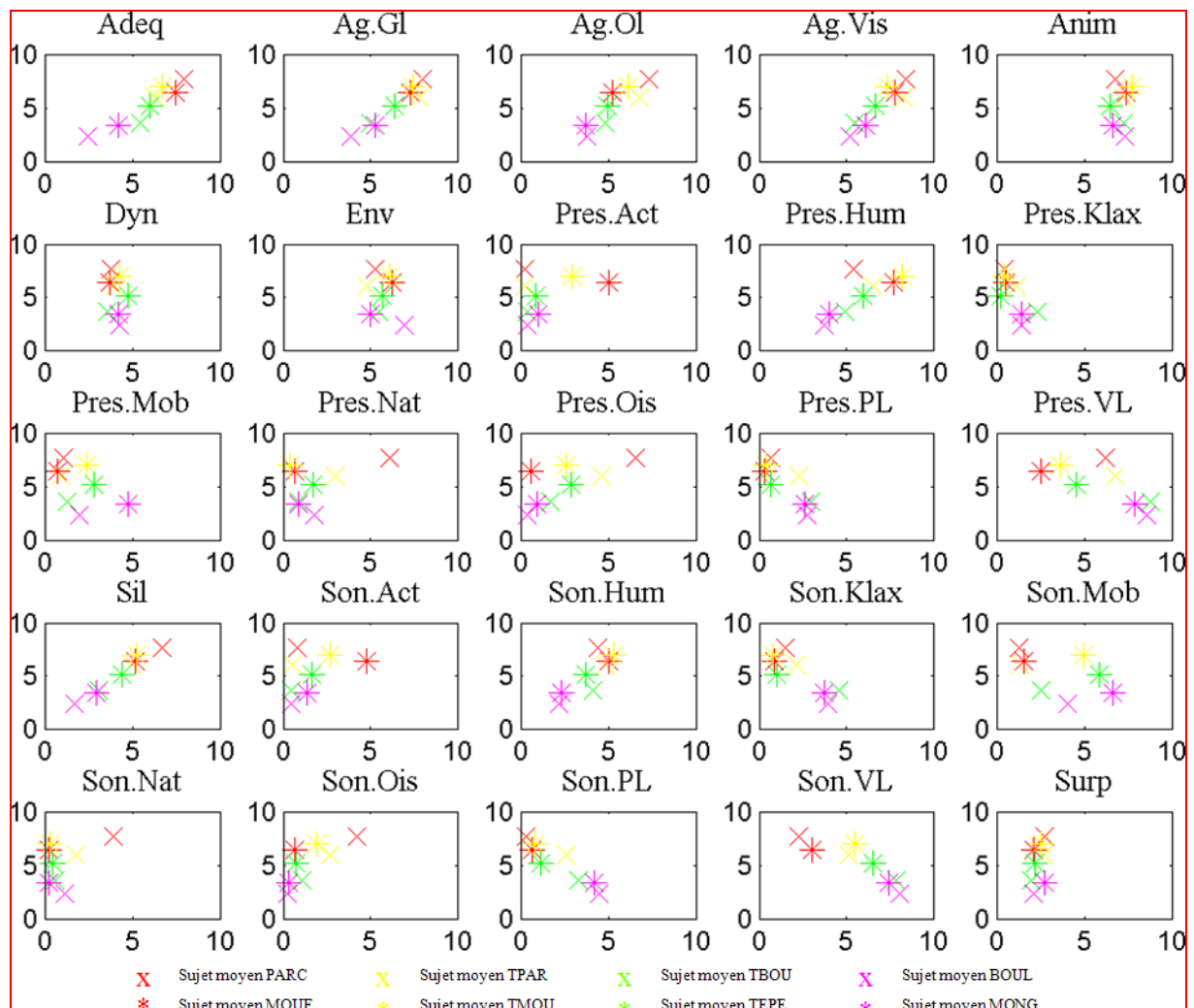


Figure 56 : Agréments sonores moyens en fonction de chaque variable indépendante moyenne.

Pour déterminer un modèle global nous avons donc dans un premier temps appliqué la même méthode que lorsque nous avons travaillé sur un seul point d'enquête. Ainsi, nous avons cherché la base de données qui donnait la meilleure régression linéaire (en termes de  $R_c^2$  et  $R_l^2$ ) et dont l'équation est donnée au paragraphe 4.2.10.1, puis nous avons cherché à obtenir un réseau de neurones de meilleure qualité. Rappelons ici que compte tenu du nombre de sujets relativement élevé (224 sujets pour construire le modèle) il n'est pas indispensable de réduire le nombre de variables en amont.

Hélas après de nombreuses et longues tentatives, il n'a jamais été possible de trouver un modèle de réseau de neurones qui satisfasse à la condition demandée :  $R_c^2(\text{ANN}) > R_c^2(\text{REG})$  et  $R_l^2(\text{ANN}) > R_l^2(\text{REG})$ . Ce constat fait, nous avons décidé de choisir un critère de sélection du réseau de neurones moins sévère, à savoir un  $R_{\text{all}}^2(\text{ANN}) > R_{\text{all}}^2(\text{REG})$ . Ce coefficient traduit la

corrélation entre les valeurs de l'agrément sonore calculées et les valeurs mesurées pour l'ensemble des sujets interrogés. Tout comme nous avons calculé la corrélation entre les valeurs prédites et les valeurs mesurées pour la base de construction puis pour la base de test, il est possible de la calculer pour l'ensemble de toutes les données réinjectées dans les modèles.

Une fois le critère de sélection du modèle de réseau de neurones revu à la baisse il a alors été aisé de déterminer un modèle qui réponde à ce critère. En analysant les trois coefficients de corrélation à disposition  $R_c^2$ ,  $R_t^2$ ,  $R_{all}^2$  et en comparant ceux obtenus pour le réseau de neurone et à ceux obtenus pour la régression linéaire multiple, il apparaît après de nombreux modèles de réseaux de neurones construits que le  $R_c^2$  (construction) est généralement plus élevé dans le cas du réseau de neurones mais le  $R_t^2$  (test) est a contrario systématiquement plus faible. Et c'est précisément ce critère, initialement trop sévère, qui empêchait la recherche d'un réseau de neurones optimal d'aboutir.

$$\begin{aligned}
 Ag.Son = & -0.43 + 0.14 * Adeq + 0.26 * Ag.Gl + 0.20 * Ag.Ol + 0.05 * Ag.Vis + 0.11 * Anim \\
 & - 0.04 * Dyn + 0.13 * Env - 0.06 * Pres.act - 0.04 * Pres.Hum + 0.01 * Pres.Klax + 0.07 * Pres.Mob \\
 & + 0.07 * Pres.Nat + 0.00 * Pres.Ois + 0.08 * Pres.PL - 0.17 * Pres.VL + 0.33 * Sil + 0.04 * Son.Act \\
 & + 0.04 * Son.Hum - 0.05 * Son.Klax - 0.03 * Son.Mob + 0.02 * Son.Nat + 0.00 * Son.Ois - 0.03 * Son.PL \\
 & - 0.02 * Son.VL - 0.03 * Surp
 \end{aligned}$$

En conséquence, nous avons à disposition un modèle de réseau de neurones global a priori meilleur que le modèle de régression linéaire multiple ( $R_c^2(ANN) > R_c^2(REG)$ ) mais qui se trouve être moins performant d'un point de vue prédictif puisque  $R_t^2(ANN)$  est inférieur à  $R_c^2(REG)$ . Il est alors très difficile d'affirmer qu'un modèle est meilleur qu'un autre et qu'il présente alors plus d'intérêt. C'est pourquoi nous avons voulu réduire tout de même le nombre de variables indépendantes afin d'aller plus loin dans l'analyse (§ 4.2.11).

Bien qu'en général les coefficients reflètent bien la perception humaine, telle qu'elle a été révélée localement dans cette étude ou bien vis-à-vis de la littérature, quelques coefficients semblent néanmoins incohérents. On retrouve un effet bizarrement positif de la présence de Klaxons, des cyclomoteurs et des poids lourds. Ces effets se normalisent lorsque l'on prend en compte la sonie de ces sources. On peut néanmoins noter que ces coefficients sont assez faibles. La présence des oiseaux pourtant révélée influente pour l'entrée du parc et dans le parc à Lyon n'a plus d'influence si l'on généralise le modèle. La présence des sources semble donc être mieux prise en compte dans les régressions locales, excepté la présence des véhicules légers qui se retrouve à toutes les échelles. Les évaluations perceptives globales (Adéquation, Animation, Enveloppement) semblent mieux refléter les différences entre sites. Il est tout de même intéressant de noter sur cette équation que le silence est de nouveau la variable qui possède le plus fort coefficient.

L'équation de la régression linéaire multiple établie à partir de 25 variables explicatives sera utilisée par la suite pour réduire ce nombre de variables a posteriori avec une méthode de régression dite descendante.



#### 4.2.11 Modèle global réduit

Pour ne pas essayer d'expliquer des coefficients peu logiques dans la régression, nous avons voulu sélectionner les variables indépendantes, en utilisant cette fois-ci une méthode de régression pas à pas descendante. En effet, le nombre suffisant de sujets nous permet d'effectuer ici cette sélection de façon plus mathématique et a posteriori.

##### 4.2.11.1 Réduction du modèle

Dans la pratique, en partant de l'équation complète avec les 25 variables présentée au paragraphe précédent il s'agit à chaque étape d'exclure la variable qui est la moins significative statistiquement jusqu'au moment où la dernière variable ôtée porte préjudice à la qualité des résultats.

Cette méthode de régression pas à pas descendante conduit donc à la sélection des sept variables suivantes : "Silence", "Adéquation", "Agrément global", "Agrément Olfactif", "Animation", "Enveloppement" et "Présence des véhicules légers".

Dans un but d'interprétation et de compréhension, les variables Agrément global et Agrément olfactif sont remplacés par la seule variable Agrément visuel. En effet ces trois variables sont fortement corrélées et l'Agrément visuel est une variable qui a déjà été mise en évidence lors de précédentes études. En effet de nombreuses recherches ont d'ores et déjà montré le lien entre sonore et visuel [VROOMEN 2000] [VIOLLON 2002] [RAIMBAULT 2005] [COX 2008].

##### 4.2.11.2 Equation de la régression linéaire multiple

$$Ag.Son = -0.15 + 0.17 * Adeq + 0.26 * Ag.Vis + 0.17 * Anim - 0.11 * Env - 0.11 * Pr es.VL + 0.59 * Sil$$

L'équation de la régression linéaire multiple établie à partir de ces six variables est présentée ci-dessus. Il apparaît que le silence est une nouvelle fois la variable qui a le plus fort coefficient, suivi de l'agrément visuel, puis l'adéquation et l'animation et enfin la présence des véhicules légers et l'enveloppement.

##### 4.2.11.3 Comparaison régression linéaire multiple / réseau de neurones

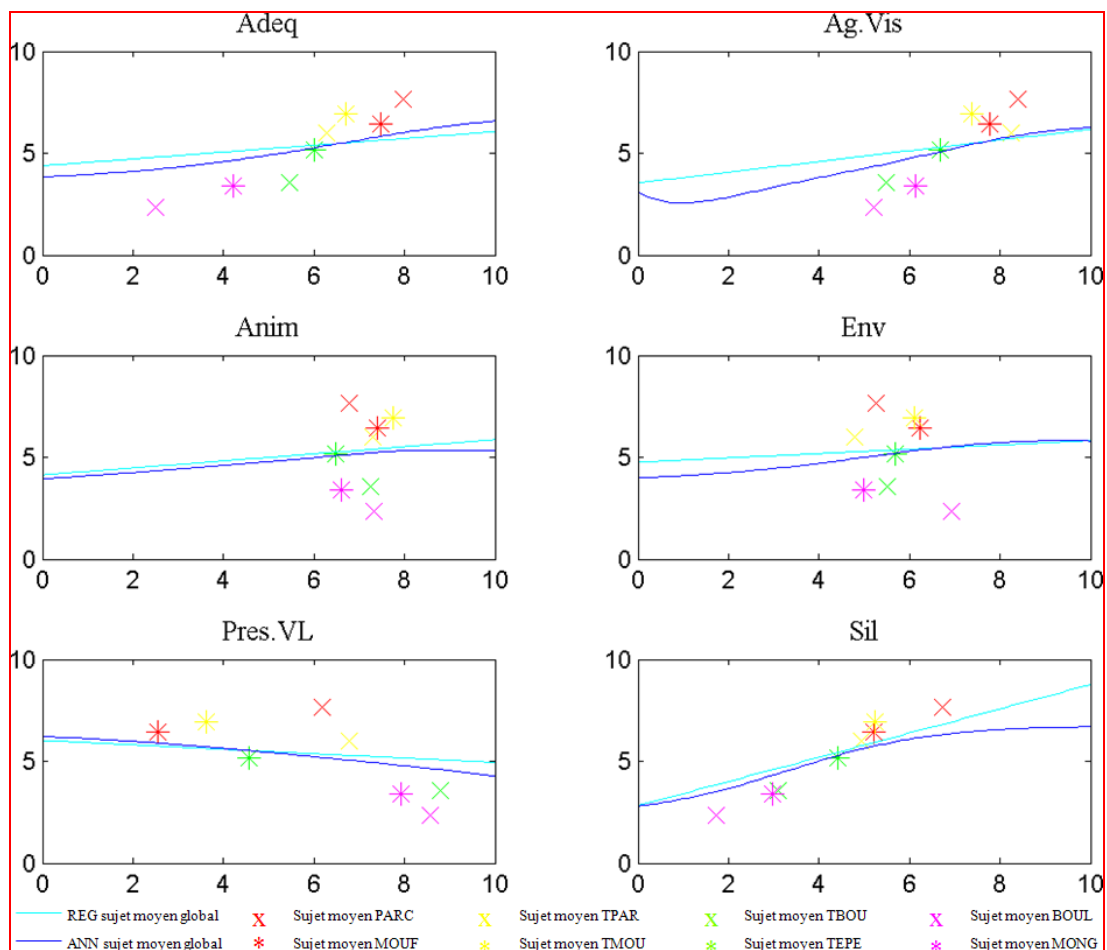
La comparaison entre les deux modèles de prédiction (régression linéaire multiple et réseau de neurones) s'est déroulée toujours suivant la même procédure. Le meilleur réseau de neurones, c'est-à-dire celui qui présente les meilleurs  $R^2$ , est présenté sur les figures 57 et 58. Les résultats de cette comparaison en termes de coefficients de corrélation au carré  $R^2$  sont présentés dans le tableau XXIII.

**Tableau XXIII : Liste des coefficients de corrélation au carré et de p issus des modèles de régression linéaire multiple et de réseau de neurones.**

Base de données	Régression linéaire multiple		Réseau de neurones	
	R <sup>2</sup>	p-value	R <sup>2</sup>	p-value
Construction	0,61	6,27E-47	0,64	9,64E-52
Test	0,69	1,23E-25	0,72	6,32E-28
Totalité	0,62	7,01E-69	0,65	2,40E-75

Il apparaît dans ce tableau que le réseau de neurones choisi est cette fois encore légèrement meilleur que le modèle de régression linéaire, que ce soit sur la base de construction, sur la base de test ou même sur l'ensemble des sujets.

Tout comme cela a été fait localement, il est possible ici aussi de regarder la réponse des modèles globaux à un nouveau sujet. Dans un premier temps nous avons donc testé un sujet moyen global (moyenne des 320 sujets interrogés). La figure 57 montre l'allure de la réponse du modèle de régression (bleu clair) et du modèle de réseau de neurones (bleu foncé) à ce sujet moyen global.



**Figure 57 : Allures des variations de l'agrément sonore calculé pour le modèle de régression linéaire multiple et pour le meilleur modèle de réseau de neurones à partir d'un sujet moyen global.**

On peut voir sur cette représentation qu'en réponse à un sujet moyen, le réseau de neurone est très proche de la régression linéaire multiple, voire quasiment identique pour les variables "Anim" et "Pres.VL".

Mais que signifie un sujet moyen pris sur l'ensemble des sites ? La question est donc maintenant de savoir comment répond un modèle global à un sujet moyen local. Quelle est la variation de l'agrément sonore autour des sujets moyens locaux présentés ci-dessus ? Pour plus de clarté les représentations de ces variations ont été scindées en deux figures (figures 58 et 59), une pour la ville de Lyon et l'autre pour la ville de Paris.

La figure 58 illustre donc la réponse du modèle aux sujets moyens locaux de la ville de Lyon. Les courbes rouges représentent le parc, les courbes vertes symbolisent la transition côté parc, les courbes bleues sont la réponse à la transition côté boulevard et enfin les courbes mauves illustrent le boulevard. La droite noire représente quant à elle la réponse de la régression linéaire multiple à un sujet moyen global, la même que celle visible dans la figure 38. Du fait de la linéarité de la régression, quel que soit le sujet choisi en entrée du modèle, la pente de la droite en sortie sera toujours la même. Des différences de pente autour d'un sujet moyen local ne peuvent donc être mises en évidence qu'avec le modèle de réseau de neurones.

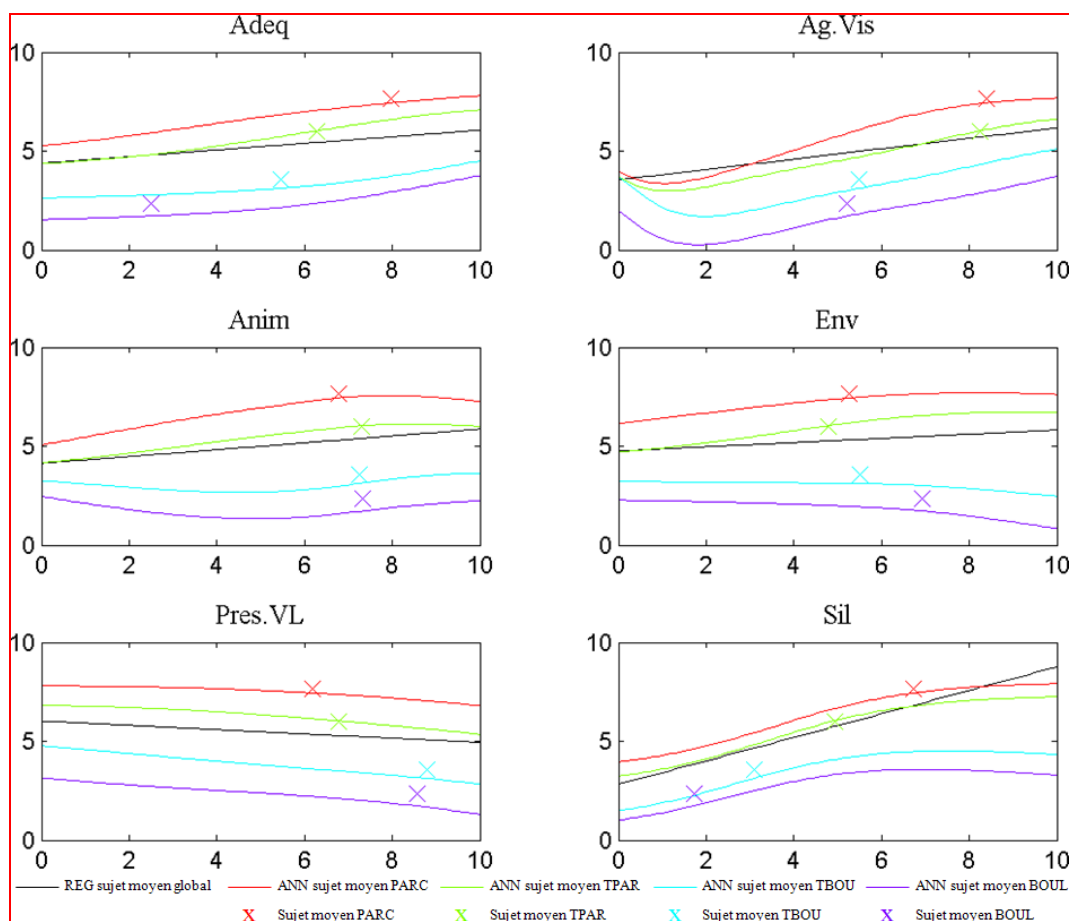
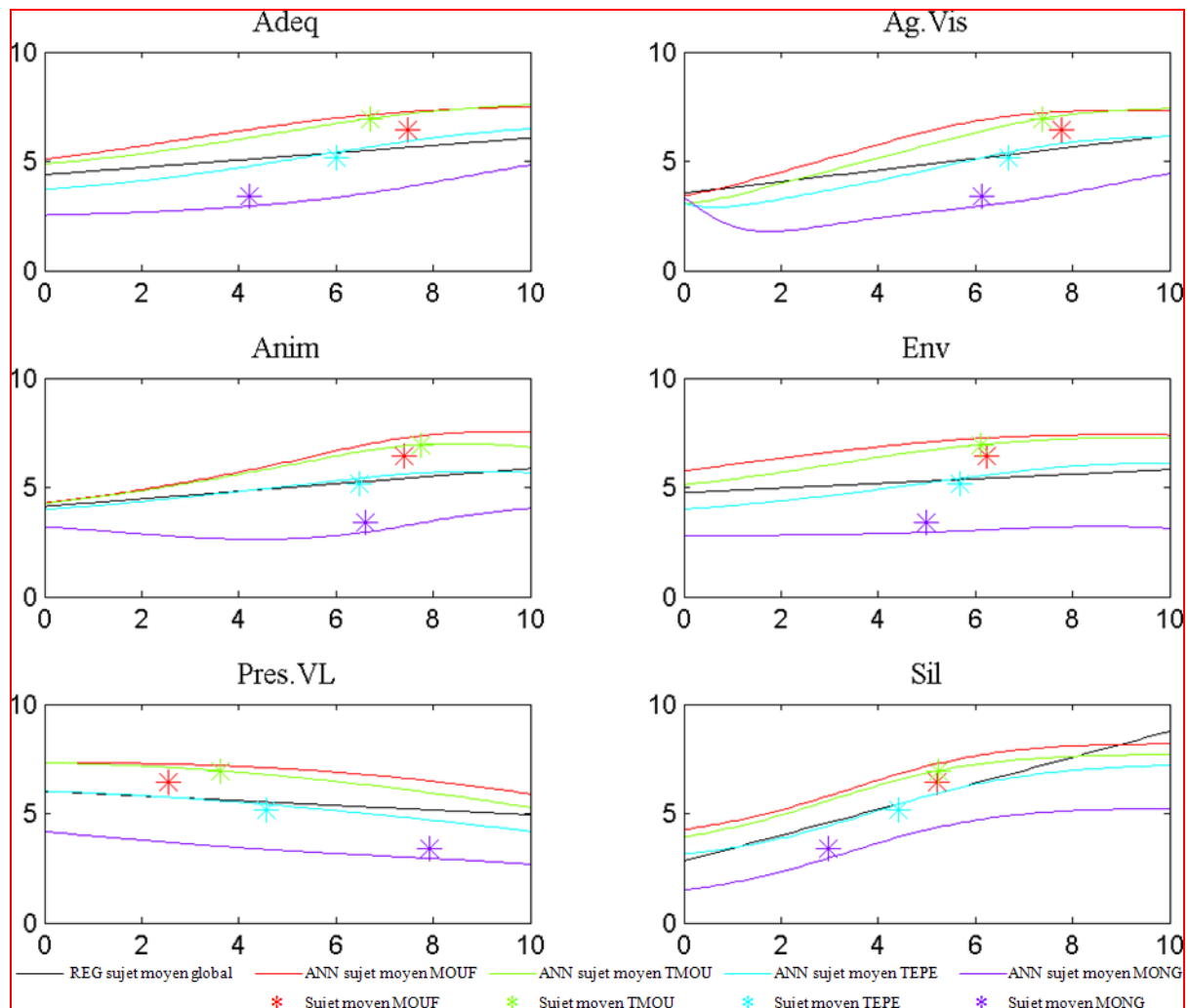


Figure 58 : Allures des variations de l'agrément sonore calculé pour le modèle de régression linéaire multiple et pour le meilleur modèle de réseau de neurones à partir des sujets moyens locaux de Lyon.

Comme précédemment, la figure 59 montre les réponses du modèle de réseau de neurones à des sujets moyens locaux cette fois-ci sur les sites de Paris. En rouge, la réponse pour la rue piétonne, en vert la réponse pour la transition côté rue piétonne, en bleu la réponse pour la transition côté rue circulée et enfin en mauve la réponse pour le boulevard.



**Figure 59 : Allures des variations de l'agrément sonore calculé pour le modèle de régression linéaire multiple et pour le meilleur modèle de réseau de neurones à partir des sujets moyens locaux de Paris.**

S'il arrive qu'il y ait une différence de pente au sein d'une réponse à un sujet moyen local (par exemple l'agrément visuel sur le boulevard Monge, figure 59) nous nous sommes surtout attardés à mesurer cette pente autour des sujets moyens. Bien que la relation ne soit pas linéaire, nous avons calculé chaque pente dans un premier temps dans une plage  $[-0.5 +0.5]$  autour des sujets moyens puis dans un second temps dans une plage  $[-1 +1]$  afin de vérifier que les résultats obtenus étaient similaires. Les différences de pente sont faibles et surtout dépendent fortement du réseau de neurones choisi comme meilleur modèle.

Aussi, afin de valider le fait que les réseaux de neurones permettent bien de mettre en évidence des différences d'influence de chacune des variables pour des lieux différents (ce que ne permet

pas de faire une régression car les coefficients sont fixés de manière générale) nous avons recherché 160 réseaux de neurones qui satisfassent les contraintes de meilleur modèle pour l'ensemble des situations. Ce chiffre a été avancé pour avoir au moins 20 x 8 (nombre de lieux étudiés) données de modèles différents. En effet, avant de comparer les pentes issues de deux points distincts il faut s'assurer que ces pentes sont induites par ces points et non pas par un modèle de réseau de neurones particulier. Dans ce but nous avons donc effectué une analyse de variance sur les 160 pentes produites pour chaque point d'étude et pour chacune des 6 variables indépendantes du modèle. De plus, si visuellement il est possible de comparer sur les figures 58 et 59 la différence de pente entre deux points, il n'en reste pas moins vrai que ces figures ne sont que la représentation d'un meilleur modèle. Par exemple, sur la figure 59, il est clair que pour l'agrément visuel la pente autour du sujet moyen MONG est plus élevée que la pente autour du sujet moyen MOUF. Mais cela est-il vrai pour tous les réseaux de neurones trouvés ? C'est pour répondre à cette question que nous avons effectué l'analyse de variance présentée dans le paragraphe suivant. De plus, l'analyse de variance permet de comparer aisément les pentes autour des huit points.

#### 4.2.11.4 Analyse de variance

L'analyse de la variance ou ANOVA à un facteur est une méthode exploratoire qui permet de tester l'influence d'une variable indépendante discrète que l'on appelle facteur sur une variable dépendante. Dans notre cas nous avons testé le facteur "lieu" qui comporte 8 niveaux sur la variable dépendante "pente". Concrètement, ceci revient à comparer les moyennes de plusieurs populations normales et de même variance à partir d'échantillons aléatoires et indépendants les uns des autres. Le nom d'analyse de variance provient de la façon de procéder : la variance totale de l'échantillon est décomposée en deux variances partielles à comparer, la variance inter-classes et la variance résiduelle.

Dans la pratique supposons que l'on ait  $p$  groupes d'observations, avec pour chaque groupe  $k$  des observations  $(x_{k,1}, \dots, x_{k,n_k})$  d'une variable aléatoire  $X_k$  d'espérance mathématique  $\mu_k$ . On note  $N = n_1 + \dots + n_p$  le nombre total de valeurs observées. Le test se déroule alors comme ceci :

- On calcule  $m_k$  la moyenne empirique de chaque classe : 
$$m_k = \frac{x_{k,1} + \dots + x_{k,n_k}}{n_k}$$
- On calcule  $M$  la moyenne empirique totale de l'échantillon : 
$$M = \frac{n_1 m_1 + \dots + n_p m_p}{N}$$
- On calcule la variance empirique  $V_k$  de chaque classe : 
$$V_k = \frac{1}{n_k} \sum_{i=1}^{n_k} (x_{ki} - m_k)^2$$
- On calcule la moyenne des variances, ou variance intra-classes : 
$$V_{intra} = \sum_{k=1}^p \frac{n_k}{N} V_k$$
- On calcule la variance des moyennes, ou variance inter-classes : 
$$V_{inter} = \sum_{k=1}^p \frac{n_k}{N} (m_k - M)^2$$
- On calcule la variable de test :

$$F_{p-1, N-p} = \frac{V_{inter}/(p-1)}{V_{intra}/(N-k)}$$

- On compare avec la valeur critique de la loi de Fisher-Snedecor de degrés de liberté (nb de facteurs - 1, effectif total - 1) pour le risque  $\alpha$  voulu (généralement  $\alpha = 0.05$ ). Si la variable de test est supérieure à la valeur critique, alors on rejette l'hypothèse des distributions sont identiques, donc elles sont significativement différentes.

Les résultats issus de l'analyse de variance ont été complétés par un test post-hoc de type HSD de Tukey. Les figures suivantes permettent de visualiser quels sont les groupes pour lesquels les différences sont significatives. Visuellement, les moyennes des pentes de chaque lieu sont tracées avec une barre d'erreur. Si les barres d'erreur se croisent, alors il est probable que les moyennes ne soient pas statistiquement différentes.

Contrairement aux analyses locales à partir desquelles il n'était pas possible d'affirmer qu'un facteur avait plus d'importance dans un lieu que dans un autre, il est possible de comparer ici les différents lieux. Ainsi sur la figure 63, nous remarquons que l'enveloppement à tendance à avoir un impact positif sur l'agrément sonore en dehors des boulevards où là, au contraire, il aura plutôt un effet négatif. Peut-on comprendre que dans la notion d'enveloppement, il y a la notion de source sonore ? Si l'on est entouré d'oiseaux ou de personnes, le sentiment d'enveloppement renforcera l'agrément sonore, mais si l'on est entouré de voitures, ce même sentiment rendra l'environnement sonore plus désagréable. Il semble donc que l'impact du sentiment d'enveloppement soit plus dépendant du type de sources que de la notion de "réverbérance" du lieu (par identification à la réverbérance dans une salle et son effet sur l'enveloppement ressenti par les auditeurs). Toujours en ce qui concerne les boulevards, ils sont également différents des autres lieux si on s'attarde sur l'agrément visuel (figure 60). L'impact de ce dernier sera plus faible sur un boulevard (Lyon et Paris) que sur les autres sites. Par ailleurs, un autre résultat est frappant sur la figure 60. Bien que similaires d'un point de vue acoustique (§ 4.1.1) les points PARC et TPAR sont différents au regard de l'adéquation. Alors que dans le parc l'adéquation n'aura qu'une influence relativement faible sur l'agrément sonore, elle sera en revanche importante au niveau de la transition (intérieure au parc). L'animation semble également se différencier au niveau du parc où elle n'aura une influence que très faible, voire nulle (figure 60).

Enfin, la variable silence (figure 65) définit trois groupes de lieux : le parc, les lieux circulés à Paris et les autres. On peut donc considérer que, dans les lieux circulés à Paris (TEPE, MONG), une faible augmentation du silence aura un impact fort sur l'agrément sonore, contrairement au parc (PARC) où là, même si le silence reste une variable très importante, la conséquence d'une variation du silence n'entraînera qu'une modification modérée de l'agrément sonore.

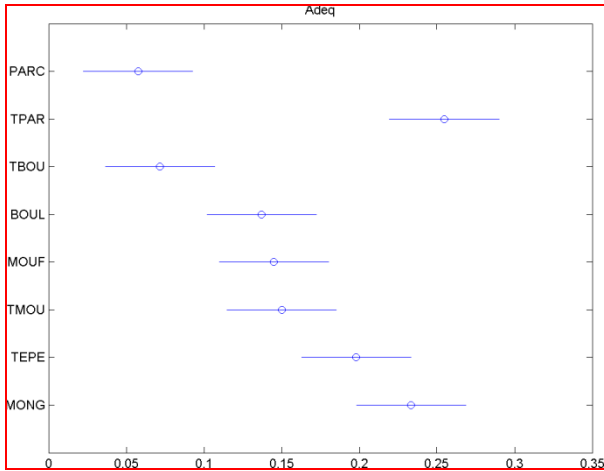


Figure 60 : Moyennes et intervalles à 95% de Tukey pour le facteur Adeq.

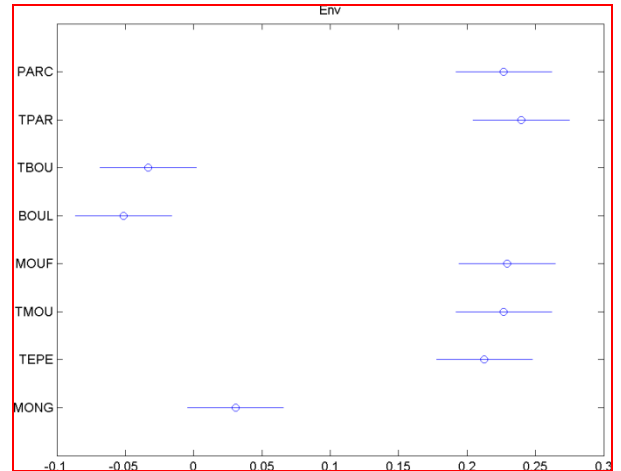


Figure 63 : Moyennes et intervalles à 95% de Tukey pour le facteur Env.

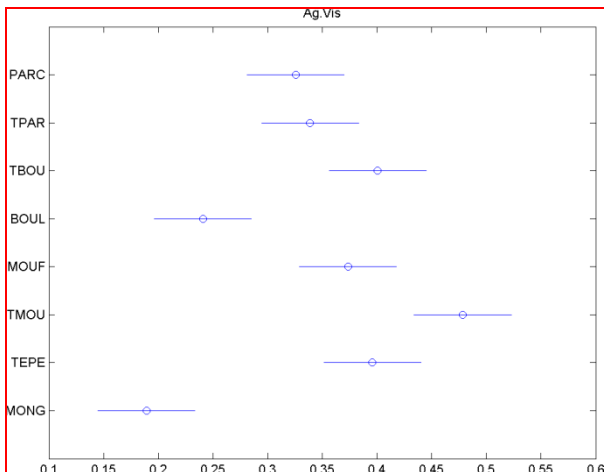


Figure 61 : Moyennes et intervalles à 95% de Tukey pour le facteur Ag.Vis.

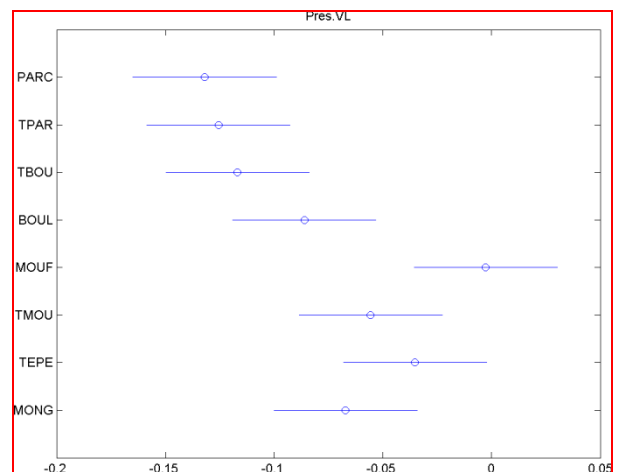


Figure 64 : Moyennes et intervalles à 95% de Tukey pour le facteur Pres. VL.

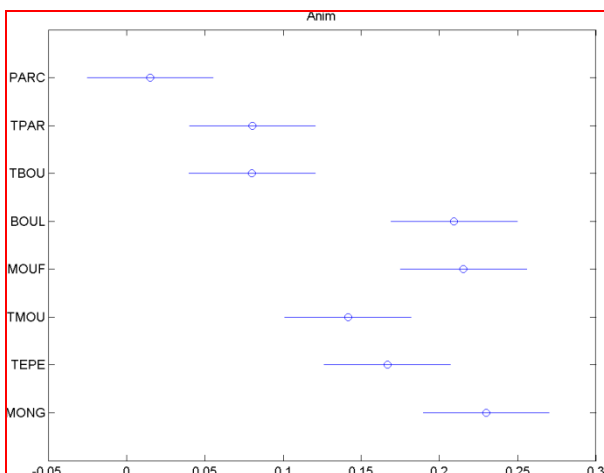


Figure 62 : Moyennes et intervalles à 95% de Tukey pour le facteur Anim.

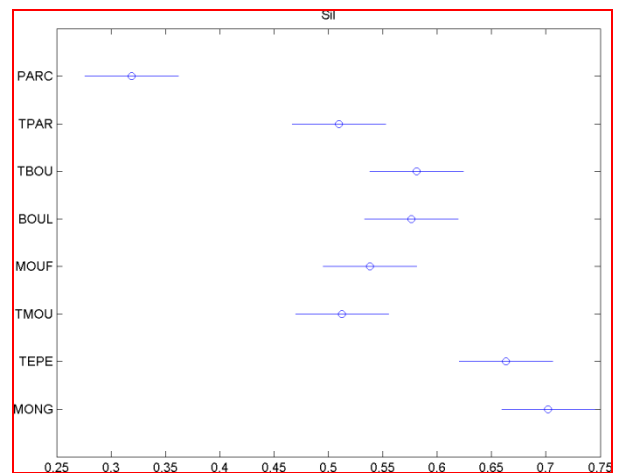


Figure 65 : Moyennes et intervalles à 95% de Tukey pour le facteur Sil.

### 4.3 CONCLUSION

Le but de la section 4 de ce projet était de définir des modèles de prédiction de l'agrément sonore basés sur les régressions linéaires multiples et sur les réseaux de neurones. A partir de données perceptives nous avons pu dans un premier temps établir des modèles caractéristiques d'ambiances sonores typées (parc, boulevard, rue piétonne, etc.). Les paramètres qui permettent de définir l'agrément sonore sont donc propres aux lieux étudiés. Il est à noter que le nombre de ces paramètres a entre autre été dicté par des conditions purement mathématiques. En effet compte tenu du nombre réduit de données par lieu, il était nécessaire de réduire le nombre de variables explicatives afin d'assurer la validité des modèles.

Par la suite, nous avons pu établir des modèles prédictifs globaux qui tiennent compte de l'ensemble des sujets et des lieux étudiés. Dans ces modèles six variables ont été retenues pour expliquer l'agrément sonore : le silence, l'adéquation, l'animation, l'enveloppement, l'agrément visuel et la présence des véhicules légers. Parmi ces six variables, le silence est en toute logique celui qui a la plus grande importance, vient ensuite l'agrément visuel.

Enfin, si on s'attarde à la comparaison des deux types de modèles, régressions linéaires multiples et réseaux de neurones, ces derniers se révèlent être de meilleurs prédicteurs de l'agrément sonore, du moins sur la base de comparaison que nous avons choisi, c'est-à-dire sur le coefficient de corrélation entre valeurs mesurées et valeurs prédites. Qu'il s'agisse de modèles locaux ou d'un modèle global, il a toujours été possible de déterminer un modèle de réseau de neurones meilleur d'un point de vue prédictif que le modèle de régression linéaire multiple (la différence restant parfois limitée).

## 5 CORRELATIONS ENTRE VARIABLES PHYSIQUES ET VARIABLES PERCEPTIVES

Les modèles prédictifs établis dans cette étude s'appuient sur des variables perceptives mesurées. Mais que signifient ces variables physiquement? Comment les évaluer si nous devons établir un modèle d'agrément sonore à partir de variables physiques ?

Le modèle global réduit (§ 4.2.11) que nous avons défini fait appel à six variables. Parmi ces six variables, seulement deux sont concrètement mesurables (acoustiquement parlant) : il s'agit du silence et de la présence de véhicules légers. Cependant nous avons tout de même établi au paragraphe 4.2.10 un modèle construit à partir de toutes les variables disponibles. Par ailleurs, le choix de réduction du nombre de variables était principalement dicté par la recherche d'un réseau de neurones optimal. Ainsi, rien n'empêche d'ajouter d'autres variables aux modèles. C'est pourquoi nous avons tenté de déterminer s'il existait des corrélations entre les mesures physiques et les mesures perceptives non seulement des variables "Silence" et "Temps de présence des véhicules légers" mais aussi pour toutes les autres variables qui se prêtaient à ce calcul. Pour déterminer ces corrélations nous avons exploité les mesures acoustiques réalisées à Lyon ainsi que celles réalisées à Paris dans le cadre du maillage spatial et comparé ces mesures aux résultats des



enquêtes faites aux mêmes lieux. A disposition nous avons donc sept points d'études : PARC, TPAR, TBOU, BOUL, TEPE, TMOU et MOUF. Pour chacun de ces lieux, six mesures acoustiques ont été moyennées et comparées aux mesures perceptives. Le tableau XXIV présente la corrélation entre variables physiques et variables perceptives.

**Tableau XXIV : Corrélations entre les variables physiques et les variables perceptives.**

Variable physique	Variable perceptive	R <sup>2</sup>	p
L <sub>Aeq</sub>	Sil	0,67	0,0245
Sigma	Dyn	0,12	0,4386
L <sub>A90</sub>	Sil	0,45	0,0976
L <sub>A10</sub>	Sil	0,26	0,2423
Em. VL	Son.VL	0,37	0,1445
Em. PL	Son.PL	0,16	0,3760
Em. Mob	Son.Mob	0,61	0,0382
Em. Klax	Son.Klax	0,74	0,0134
Em. Voix	Son.Hum	0,13	0,4262
Em. Ois	Son.Ois	0,10	0,4922
Em. Act	Son.Act	0,62	0,0368
% Tps VL	Pres.VL	0,96	0,0001
% Tps PL	Pres.PL	0,63	0,0335
% Tps Mob	Pres.Mob	0,81	0,0055
% Tps Klax	Pres.Klax	0,16	0,3671
% Tps Voix	Pres.Hum	0,45	0,0987
% Tps Ois	Pres.Ois	0,45	0,0973
% Tps Act	Pres.Act	0,87	0,0021

Un point important à souligner au regard de ce tableau est que dans l'ensemble les émergences ne sont pas corrélées à la sonie perçue. Il n'est pas impossible que cela soit dû à la mesure même de ces deux variables. D'un côté les émergences ont été calculées comme la différence entre le L<sub>A10</sub> de la source et le L<sub>Aeq</sub> global alors que la tâche demandée aux sujets était de noter l'intensité de la source. Il faudrait peut-être trouver un autre indicateur plus proche du ressenti des citoyens vis-à-vis de la force sonore des sources. Il semble néanmoins que la sonie des cyclomoteurs, la sonie des Klaxons et la sonie des activités particulières soient bien estimées par les émergences correspondantes. Ce sont des sources qui émergent assez fortement du bruit ambiant comparées aux autres types de sources.

Si les émergences sont en général peu corrélées aux sonies, en revanche les temps de présence des sources évalués sont eux bien corrélés avec les pourcentages de temps de présence mesurés, alors même que les mesures n'ont pas été faites en même temps (excepté pour les Klaxons). L'étude sur le maillage temporel avait déjà permis de révéler que le nombre d'événements sonores (donc le temps d'apparition des événements) était stable d'une journée à l'autre. Nous remarquons ici que le ressenti moyen des citoyens sur la présence des sources, type de source par type de source,

peut s'estimer facilement par une mesure moyenne. Ceci confirme par ailleurs le fait que le choix de garder le temps de présence des sources plutôt que la sonie perçue lorsque cela se révélait nécessaire, était plutôt judicieux.

Il est à noter que la dynamique perçue n'est pas corrélée à l'écart-type du  $L_{Aeq}$ . Il est très difficile ici de savoir ce qu'ont compris les sujets lors de cette question sur la dynamique. Les études précédentes locales et globales n'ont pas permis de révéler la signification de cette variable, bien qu'elle ait été introduite dans les modèles pour caractériser une variabilité dans les niveaux sonores. Cette notion perceptive avait été mise en évidence par Manon Raimbault [RAIMBAULT 2003] dans son étude sur les villes de Lyon et de Nantes.

Enfin, parmi les variables retenues dans le modèle de prédiction réduit, nous avons mentionné que seuls le silence et le temps de présence des véhicules légers étaient mesurables. En ce qui concerne ces deux variables, le temps de présence des véhicules légers perçue est très fortement corrélé au temps de présence mesuré ( $R^2 = 0,96$ ) et le silence peut se traduire éventuellement par le  $L_{A90}$  mais surtout par le  $L_{Aeq}$  ( $R^2 = 0,67$ ).

## 6 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le bruit urbain est depuis plusieurs années un véritable problème de société. Les nuisances sonores apparaissent comme étant une préoccupation majeure des citoyens au travers de multiples sondages sur la qualité de vie. Pourtant l'approche réglementaire, relativement efficace en matière de lutte contre le bruit des infrastructures de transports, a prouvé ses limites dans la gestion de la qualité sonore en milieu urbain. En effet les indices sur lesquels elle s'appuie ne prennent pas en compte la dimension temporelle du bruit, la composition de l'environnement sonore, autant de facteurs qui jouent un rôle important dans l'appréciation des ambiances sonores.

Dans un premier temps nous avons travaillé sur l'acquisition des données acoustiques afin de définir le maillage temporel et spatial nécessaire pour caractériser les ambiances sonores urbaines. A partir de six points de mesures acoustiques fixes représentant différents types d'ambiance sonore (parc, boulevard, carrefour, rue circulée, école, marché), l'étude du maillage temporel aura permis de mettre en évidence d'une part un découpage temporel des journées dépendant des lieux et donc des ambiances urbaines, et d'autre part de définir une durée optimale de mesure acoustique caractéristique. A travers des méthodes de classifications (classifications hiérarchiques ascendantes de Ward et cartes auto-organisatrices de Kohonen) nous avons pu définir, en nous basant sur des mesures acoustiques longues d'une heure, qu'en général une durée de mesure de dix minutes (vingt minutes pour un seul site) semble contenir suffisamment d'information acoustique pour être représentative du lieu au cours de périodes relativement homogènes.

L'étude du maillage spatial a permis de mettre en évidence l'existence de zones typiques d'un point de vue acoustique. Ces zones sont caractérisées par des environnements sonores homogènes où des sources particulières sont présentes : les oiseaux dans un parc, des véhicules sur la route, des voix et de l'activité dans une rue piétonne et commerciale. En outre, un autre type de zone dite "de transition" rassemble les lieux où différents types de sources peuvent être

entendus. Le maillage spatial nous permet ici de conclure que les situations sonores urbaines peuvent être classées en zones relativement homogènes et typées qui sont séparées par des zones de transition sonore qui s'étalent sur 50m environ.

Grâce à une enquête de terrain, nous avons pu mettre en exergue les variables perceptives qui interviennent dans l'expression de l'agrément sonore d'un lieu, et élaborer des modèles prédictifs pour cet agrément. Vingt-cinq variables perceptives ont été étudiées, certaines étant des variables de perception globale (Animation, Enveloppement, Agrément visuel, etc.), et d'autres étant des variables liées à des sources sonores (Véhicules légers, Poids lourds, Oiseaux, etc.). Deux types de modèles prédictifs ont pu être construits : des modèles de régressions linéaires multiples et de modèles de réseaux de neurones. Les modèles de régression ont été utiles dans l'analyse de la qualité de l'environnement sonore (choix des bases de données, choix des variables) mais les modèles de réseaux de neurones permettent de mieux prédire l'agrément sonore des situations urbaines étudiées.

Lorsque l'on étudie la qualité sonore à une échelle locale, nous trouvons l'influence des différents types de sources dans l'agrément sonore. On trouve en général une influence négative de la présence des véhicules légers, et qui s'accompagne d'une influence négative ponctuelle de la sonie des Klaxons, des cyclomoteurs et des poids lourds. La présence des oiseaux est influente pour l'entrée du parc et dans le parc à Lyon. La présence des sources semble donc être bien prise en compte dans les perceptions locales.

A l'échelle urbaine, ce sont les évaluations perceptives globales (Adéquation, Animation, Enveloppement) qui semblent mieux refléter les différences entre sites. Néanmoins, trois variables se retrouvent systématiquement à toutes les échelles. Ce sont les variables "Silence", "Agrément visuel" et "Présence des véhicules légers". Ces trois variables n'ont pas la même influence sur l'agrément sonore en fonction des lieux. La présence des véhicules entendus est plus influente (négativement) dans un parc que dans une voie circulée. L'agrément visuel a moins d'effet sur des boulevards que sur les autres sites. La variable "Silencieux" a moins d'effet sur le parc que sur les rues circulées. Au contraire, elle a plus d'influence dans les rues piétonnes que dans les rues circulées. Ces quelques commentaires peuvent permettre aux aménageurs de porter leurs efforts sur certaines variables dans le cas d'un réaménagement urbain.

Globalement, un modèle de réseau de neurones permet de prévoir la qualité de l'environnement sonore en contexte urbain, et ce travail de recherche a pu montrer que ce type de modèle n'est pas aussi "inaccessible" que cela. Divers indicateurs peuvent donc maintenant être proposés, issus de ces modèles de réseaux de neurones, à une échelle locale et aussi à une échelle globale, afin d'être représentés sur des cartes sonores. Par contre, nous avons vu au cours de ce travail que nous avons été limités dans nos analyses par le nombre de personnes enquêtées. Il est sûr que ces modèles pourraient être améliorés par un plus grand nombre de données perceptives.

Nous devons aussi porter notre attention sur les mesures physiques qui permettent de caractériser ces variables perceptives. Si certaines variables peuvent être bien caractérisées par des mesures acoustiques (à condition de pouvoir coder la nature des sources), il semble que des

variables comme l'enveloppement ou l'animation ou l'agrément visuel ne soient pas mesurables facilement. Un travail qui associerait architectes, géographes et paysagistes pourrait certainement proposer des pistes pour caractériser ces variables influentes sur la qualité de l'environnement sonore.

## BIBLIOGRAPHIE

### [BEAUMONT 2005]

BEAUMONT J., SEMIDOR C., *"Interacting quantities of the soundscape due to transport modes"*, Proceedings of Inter Noise 2005, Rio de Janeiro, Brésil, 2005, (CD-ROM).

### [BLAYO 1996]

BLAYO F., VERLEYSSEN M., *"Que sais-je ? Les réseaux de neurones artificiels"*, Presses universitaires de France, 1996.

### [BONNEFOND 2003]

BONNEFOND A., ROHMER O., HOEFT A., MUZET A. and TASSI P., *"Interaction of age with time of day and mental load in different cognitive tasks"*, Perceptual and Motor Skill, Vol. 96(3), pp.1223-1236, 2003.

### [CAN 2006]

CAN A., DEFREVILLE B., LAVANDIER C., *"Caractérisation in situ du désagrément sonore urbain, basé sur l'identification des sources"*, Proceedings du 8<sup>ème</sup> Congrès Français d'Acoustique, Tours, France, 2006, (CD-ROM).

### [CAN 2008]

CAN A., Leclercq L., Lelong J., Defrance J., *"Capturing urban traffic noise dynamics through relevant descriptors"*, Applied Acoustics, Vol. 69(12), pp. 1270-1280, 2008.

### [CERMAK 1976]

CERMAK G. W., CORNILLON P., *"Multidimensional analyses of judgements about traffic noise"*, Journal of Acoustical Society of America, Vol. 59 (6), pp. 1412-1420, 1976.

### [COTTRELL 2004]

COTTRELL M., IBOU S., LETREMY P., *"SOM-based algorithms for qualitative variables"*, Neural Networks 17(8-9), 1149-1167, 2004.

### [COX 2008]

COX T.J., *"The effect of visual stimuli on the horribleness of awful sounds"*, Applied Acoustics, Vol. 69(8), pp. 691-703, 2008.

### [DE COENSEL 2007]

DE COENSEL B., BOTTELDOOREN D., BERGLUNG B., NILSSON M. E., DE MUER T., LERCHER P., *"Experimental investigation of noise annoyance caused by high-speed trains"*, Acta Acustica united with Acustica, Vol. 93(4), pp. 589-601, 2007.

### [DEFREVILLE 2005]

DEFREVILLE B., *"Caractérisation de la qualité de l'environnement sonore urbain : une approche physique et perceptive basée sur l'identification des sources sonores"*, Thèse de doctorat, Université de Cergy Pontoise, France, 2005.

### [DUBOIS 1998]

DUBOIS D., MAFFIOLO V., *"Etude de la qualité sonore des espaces verts de la Ville de Paris"*, Rapport d'étude pour la Mairie de Paris, 1998.

**[DUBOIS 2006]**

DUBOIS D., GUASTAVINO C., RAIMBAULT M., *"A cognitive approach to urban soundscapes : using verbal data to access everyday life auditory categories"*, Acta Acustica united with Acustica, Vol. 92(6), pp. 865-874, 2006.

**[GRIFFITHS 1968]**

GRIFFITHS I.D., LANGDON F.J., *"Subjective response to road traffic noise"*, Journal of Sound and Vibration., Vol. 8(1), pp. 16-32, 1968.

**[GUASTAVINO 2006]**

GUASTAVINO C., *"The ideal urban soundscape : investigating the sound quality of French cities"*, Acta Acustica united with Acustica, Vol. 92(6), pp. 945-951, 2006.

**[GURNEY 1997]**

GURNEY K., *"An introduction to neural networks"*, CRC Press, 1997.

**[HOWELL 2009]**

HOWELL D., *"Statistical Methods for Psychology"*, Wadsworth Edition, 2009.

**[KOHONEN 2001]**

KOHONEN T., *"Self-organizing maps"*, 3<sup>rd</sup> ed., Springer, Berlin, New York, 2001.

**[KUWANO 1988]**

KUWANO S., NAMBA S., FASTL H., *"On the judgement of loudness, noisiness and annoyance with actual and artificial noises"*. Journal of Sound and Vibration, Vol.127 (3), pp. 457-465, 1988.

**[LAVANDIER 2003]**

LAVANDIER C., BARBOT B., *"Influence of the temporal scale on the relevance of acoustic parameters selected to characterise urban sound environments"*, Proceedings du 5<sup>ème</sup> Congrès Euro Noise, Naples, Italie, 2003, (CD-ROM).

**[LAVANDIER 2006]**

LAVANDIER C., DEFREVILLE B., *"The contribution of sound source in the assessment of urban soundscapes"*, Acta Acustica united with Acustica, Vol. 92(6), pp. 912-921, 2006.

**[LETREMY 2004]**

LETREMY P., MEILLAND C., COTTRELL M., *"Using working patterns as a basis for differentiating part-time employment"*, European Journal of Economic and Social Systems Vol. 17, pp. 29-40, 2004.

**[LITTLE 1969]**

LITTLE J. W., MABRY J., *"Sound duration and its effect on judged annoyance"*, Journal of Sound and Vibration, Vol. 9(2), pp. 247-262, 1969.

**[MARRY 2011]**

MARRY S., *"L'espace public sonore ordinaire. Les paramètres de la perception sonore dans les espaces publics. Contribution à une connaissance de l'ambiance sonore"*, Thèse de doctorat, Université de Grenoble, France, 2011.

**[MZALI 2000]**

MZALI M., DUBOIS D., *"The acoustical comfort inside trains: the passengers' point of view"*, Proceedings of Inter Noise 2000, Nice, France, 2000.

**[NAKACHE 2004]**

NAKACHE J.-P., CONFAIS J., *"Approche pragmatique de la classification"*, TECHNIP, 2004.

**[NAMBA 1988]**

NAMBA S., KUWANO S., *"Measurement of habituation to noise using the method of continuous judgement by category"*, Journal of Sound and Vibration, Vol. 127 (3), pp. 507-511, 1988

**[PARIZEAU 2006]**

PARIZEAU M., *"Réseaux de neurones, GIF-21140 et GIF-64326, Notes de cours et chronologie"*, Université Laval, Canada, 2006.

**[PAULSEN 1997]**

PAULSEN R., *"On the influence of the stimulus duration on psychophysical judgement of environmental noises taken in the laboratory"*. Proceedings of Inter Noise 1997, Budapest, Hongrie, pp. 1175-1178, 1997.

**[RAIMBAULT 2002]**

RAIMBAULT M., *"Simulation des ambiances sonores urbaines: intégration des aspects qualitatifs"*, Thèse de doctorat, Université de Nantes, France, 2002.

**[RAIMBAULT 2003]**

RAIMBAULT M., LAVANDIER C., BERANGIER M., *"Ambient sound assessment of urban environments : field studies in two French cities"*, Applied Acoustics, Vol. 64 (12), pp.1241-1256, 2003.

**[RAIMBAULT 2004]**

RAIMBAULT M., WALKER E., LAVANDIER C., CREMEZI-CHARLET C., *"New indicators for time patterns of combined noise sources (road and railway)"*, Proceedings du 7ème Congrès Français d'Acoustique, Strasbourg, France, 2004.

**[RAIMBAULT 2005]**

RAIMBAULT M., DUBOIS D., *"Urban soundscapes: Experiences and knowledge"*, Cities, Vol. 22(5), pp. 339-350, 2005.

**[SAPORTA 1990]**

SAPORTA G., *"Probabilités, analyse des données et statistiques"*, Editions Technip, 1990.

**[VESANTO 1999]**

VESANTO J., Himberg J., Alhoniemi E., Parhankangas J., *"Self-organizing map in Matlab : the SOM Toolbox"*, Proceedings of the Matlab DSP Conference 1999, Espoo, Finlande, 1999, pp. 35-40, <<http://www.cis.hut.fi/projects/somtoolbox/>>.

**[VIOLLON 2000]**

VIOLLON S., *"Influence des informations visuelles sur la caractérisation de la qualité acoustique de l'environnement urbain"*, Thèse de doctorat, Université de Cergy-Pontoise, France, 2000.

**[VIOLLON 2002]**

VIOLLON S., LAVANDIER C., DRAKE C., *"Influence of visual setting on sound ratings in an urban sound environment"*. Applied Acoustics, Vol. 63 (5), pp. 493-511, 2002.

**[VOGEL 1999]**

VOGEL C., *"Etude sémiotique et acoustique de l'identification des signaux sonores d'avertissement en contexte urbain"*, Thèse de doctorat, Université Paris VI, France, 1999.

**[VROOMEN 2000]**

VROOMEN J., DE GELDER B., "*Sound enhances visual perception : Cross-modal effects of auditory organization on vision*", Journal of experimental psychology. Human perception and performance, Vol. 26(5), pp. 1583-1590, 2000.

**[YU 2009]**

YU L., "*Soundscape Evaluation and ANN Modelling in Urban Open Spaces*", PhD thesis, School of Architecture, University of Sheffield, United Kingdom, 2009.



# Annexes

# Annexe 1

## SEU

# Index des figures de l'Annexe 1 - SEU

Figure 66 : Rythme de chacun des jours de la semaine.

Figure 67 : Dendrogramme et indice SPRSQ pour la classification de Ward sur la carte de Kohonen établie à partir des mesures de 1h réalisées les jours de la semaine sélectionnés.

Figure 68 : Pourcentage de mesures de 1h réalisées les jours sélectionnés qui appartiennent à chaque super-classe établie à partir de la classification conjointe.

Figure 69 : Pourcentage de mesures bien classées dans la carte de Kohonen établie à partir des mesures de 1h.

Figure 70 : Dendrogramme et indice SPRSQ pour la classification de Ward sur la carte de Kohonen établie à partir des mesures de durée optimisée (10min) réalisées les jours de la semaine sélectionnés.

Figure 71 : Pourcentage de mesures de durée optimisée (10min) réalisées les jours sélectionnés qui appartiennent à chaque "super-classe" établie à partir de la classification conjointe.

Figure 72 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $L_{Acq}$ ,  $L_{Amax}$ ,  $L_{Amin}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en trois super-classes.

Figure 73 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $L_{A95}$ ,  $L_{A90}$ ,  $L_{A50}$ ,  $L_{A10}$ ,  $L_{A5}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en trois super-classes.

Figure 74 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $L_{A10}$  -  $L_{A90}$ ,  $\Sigma$ ,  $TNI$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en trois super-classes.

Figure 75 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $NNE_{L>Lx}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en trois super-classes.

Figure 76 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $MI_{L>Lx}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en trois super-classes.

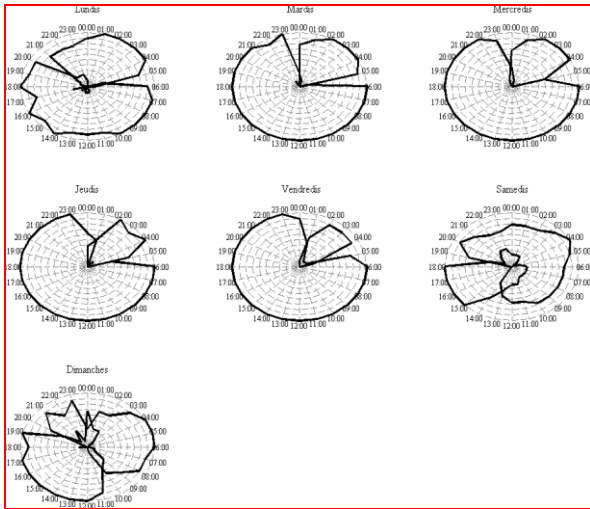


Figure 66

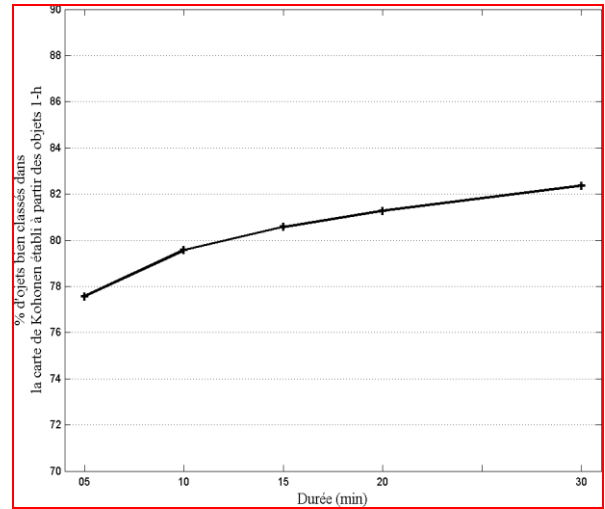


Figure 69

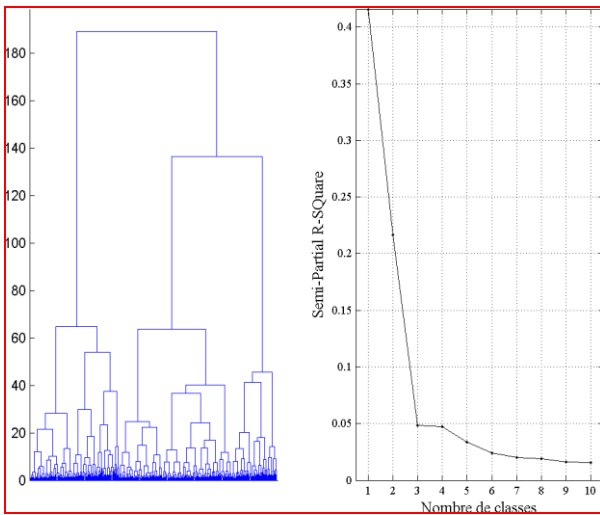


Figure 67

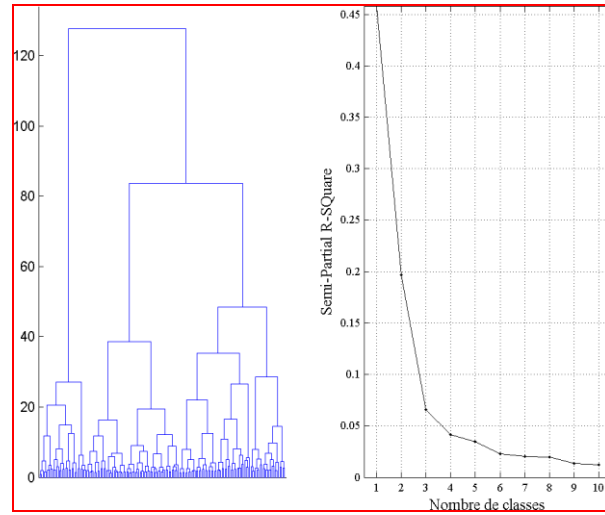


Figure 70

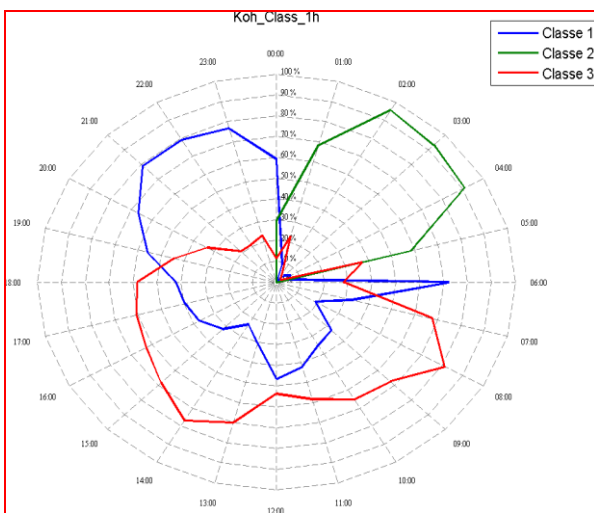


Figure 68

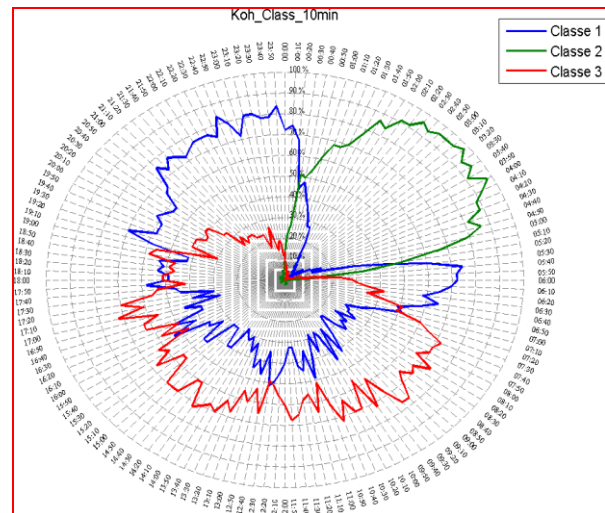


Figure 71

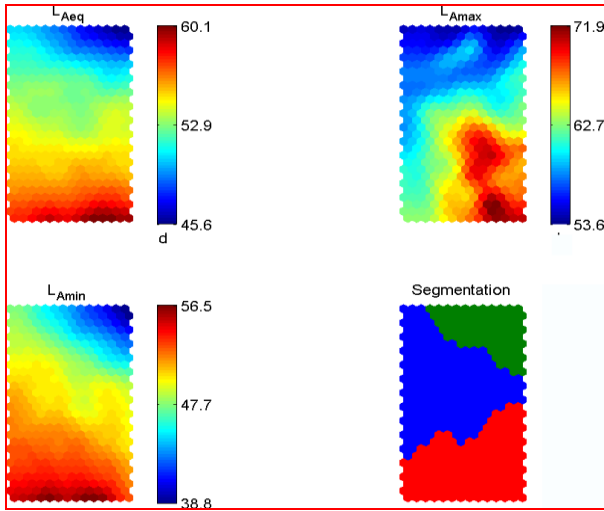


Figure 72

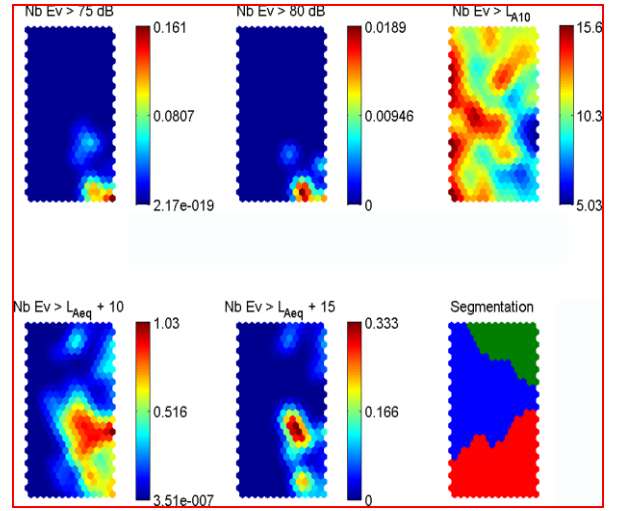


Figure 75

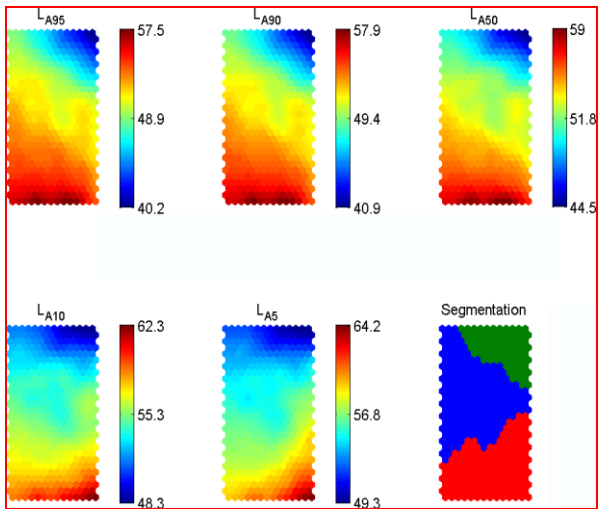


Figure 73

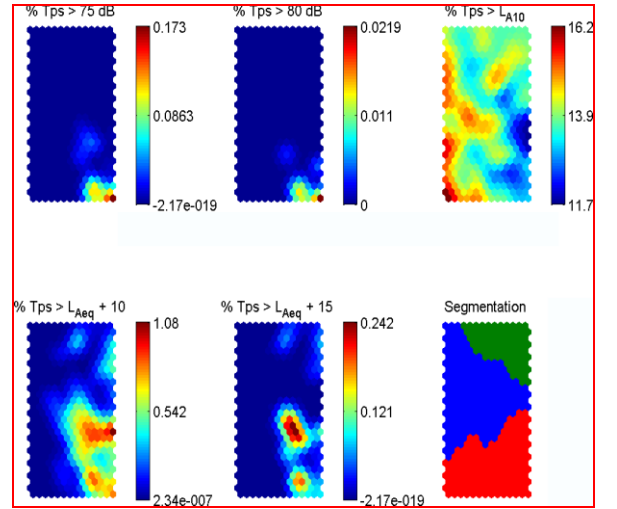


Figure 76

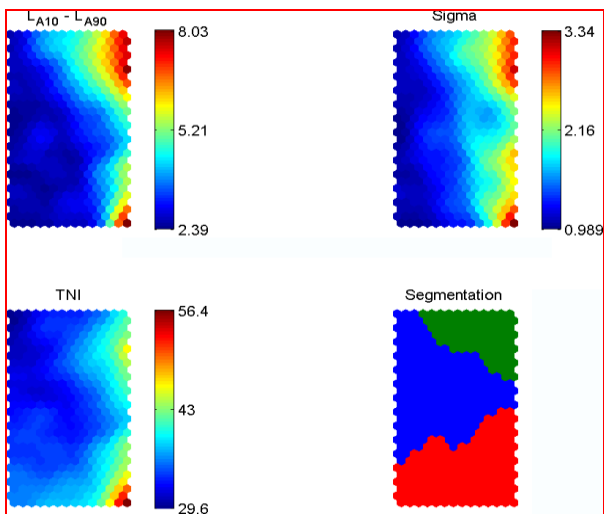


Figure 74

# Annexe 2

## PASS

## Index des figures de l'Annexe 2 - PASS

Figure 77 : Rythme de chacun des jours de la semaine.

Figure 78 : Dendrogramme et indice SPRSQ pour la classification de Ward sur la carte de Kohonen établie à partir des mesures de 1h réalisées les jours de la semaine sélectionnés.

Figure 79 : Pourcentage de mesures de 1h réalisées les jours sélectionnés qui appartiennent à chaque super-classe établie à partir de la classification conjointe.

Figure 80 : Pourcentage de mesures bien classées dans la carte de Kohonen établie à partir des mesures de 1h.

Figure 81 : Dendrogramme et indice SPRSQ pour la classification de Ward sur la carte de Kohonen établie à partir des mesures de durée optimisée (10min) réalisées les jours de la semaine sélectionnés.

Figure 82 : Pourcentage de mesures de durée optimisée (10min) réalisées les jours sélectionnés qui appartiennent à chaque "super-classe" établie à partir de la classification conjointe.

Figure 83 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $L_{Acq}$ ,  $L_{Amax}$ ,  $L_{Amin}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en trois super-classes.

Figure 84 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $L_{A95}$ ,  $L_{A90}$ ,  $L_{A50}$ ,  $L_{A10}$ ,  $L_{A5}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en trois super-classes.

Figure 85 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $L_{A10}$  -  $L_{A90}$ ,  $\Sigma$ ,  $TNI$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en trois super-classes.

Figure 86 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $NNE_{L>Lx}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en trois super-classes.

Figure 87 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $MI_{L>Lx}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en trois super-classes.

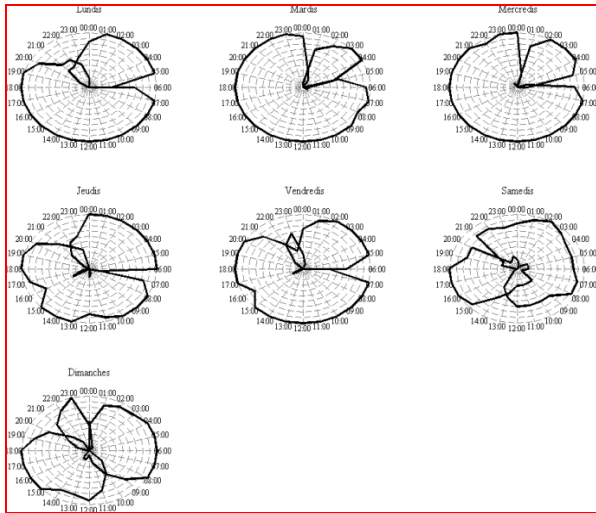


Figure 77

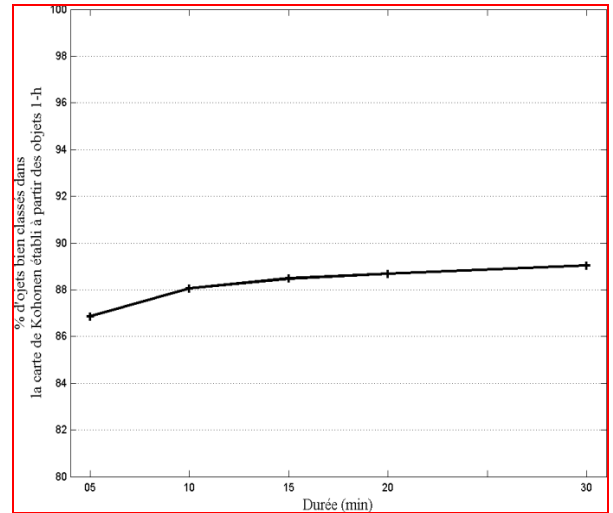


Figure 80

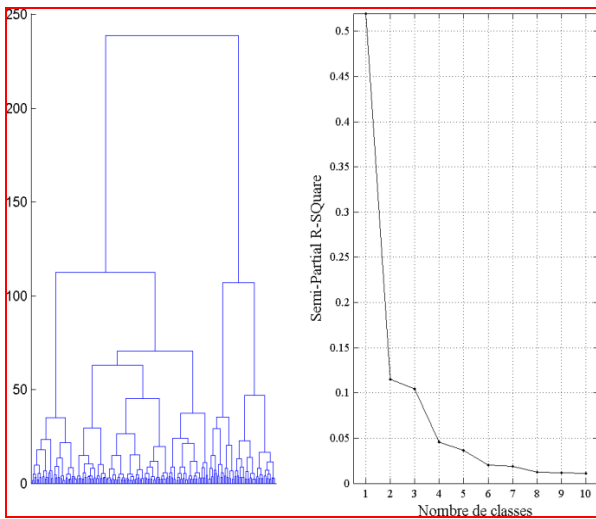


Figure 78

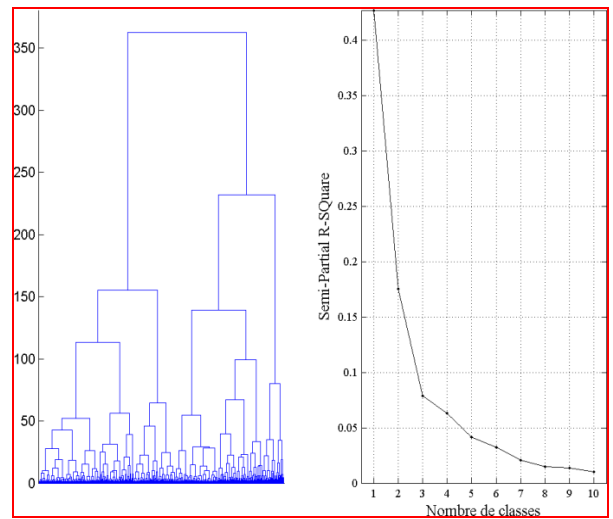


Figure 81

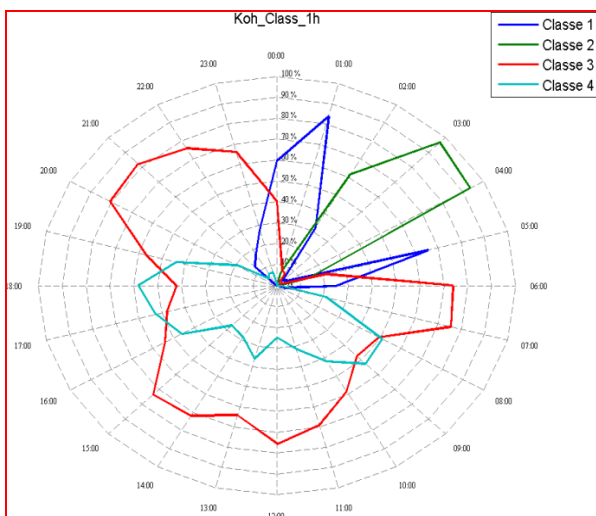


Figure 79

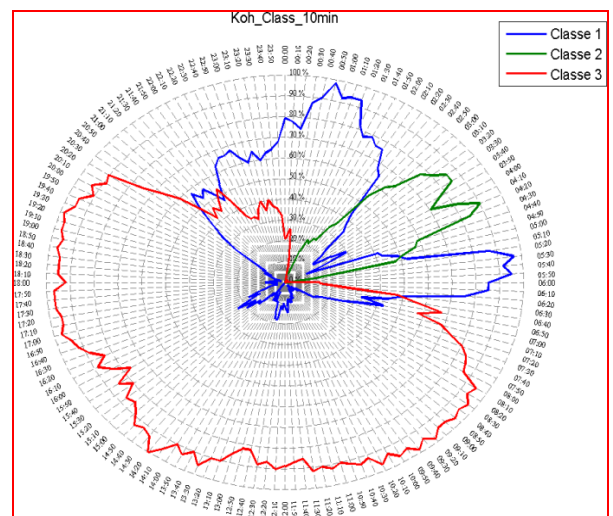


Figure 82



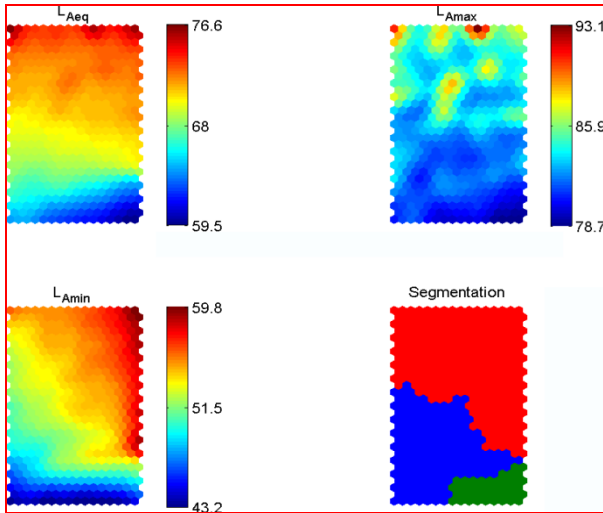


Figure 83

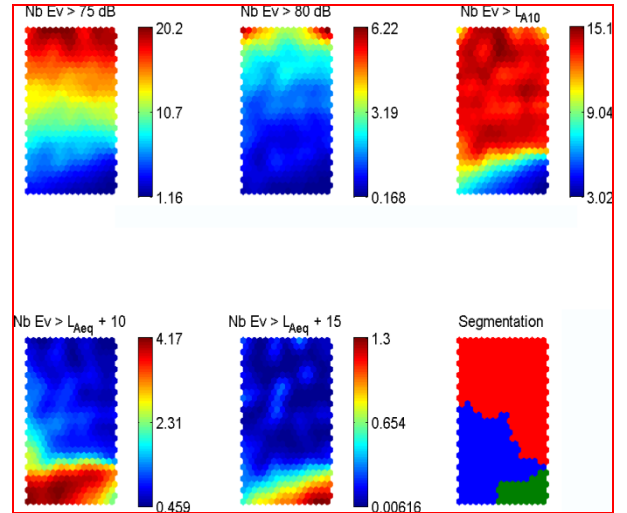


Figure 86

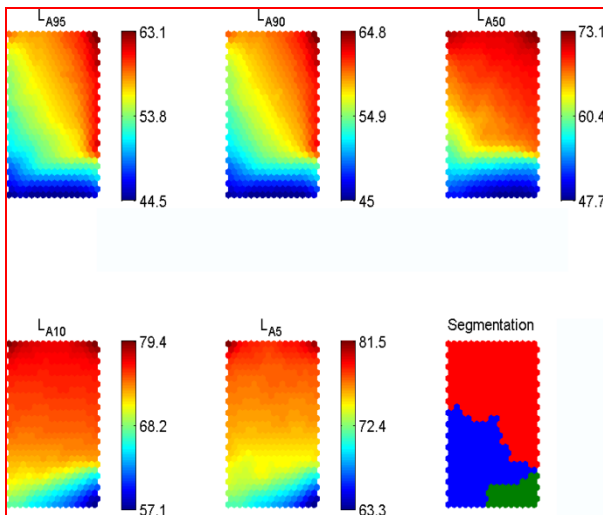


Figure 84

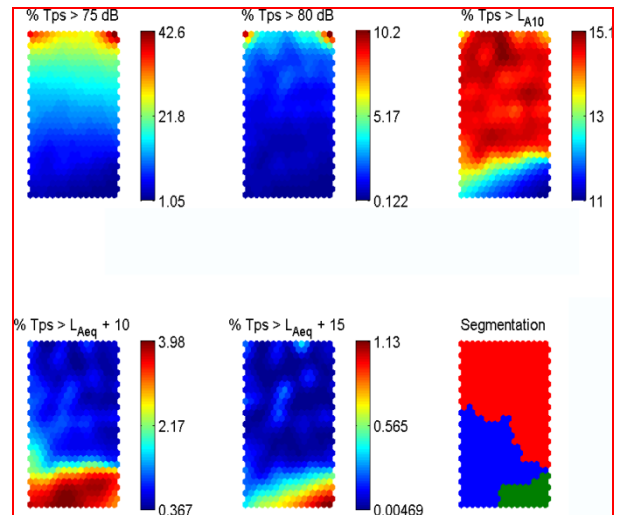


Figure 87

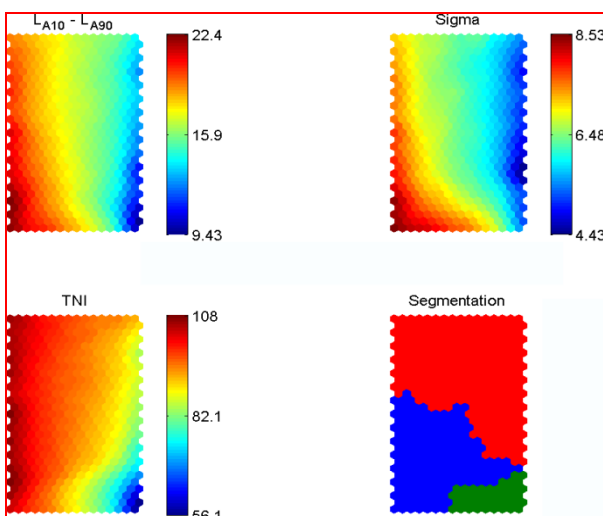


Figure 85

Annexe 3  
CARR

## Index des figures de l'Annexe 3 - CARR

Figure 88 : Rythme de chacun des jours de la semaine.

Figure 89 : Dendrogramme et indice SPRSQ pour la classification de Ward sur la carte de Kohonen établie à partir des mesures de 1h réalisées les jours de la semaine sélectionnés.

Figure 90 : Pourcentage de mesures de 1h réalisées les jours sélectionnés qui appartiennent à chaque super-classe établie à partir de la classification conjointe.

Figure 91 : Pourcentage de mesures bien classées dans la carte de Kohonen établie à partir des mesures de 1h.

Figure 92 : Dendrogramme et indice SPRSQ pour la classification de Ward sur la carte de Kohonen établie à partir des mesures de durée optimisée (10min) réalisées les jours de la semaine sélectionnés.

Figure 93 : Pourcentage de mesures de durée optimisée (10min) réalisées les jours sélectionnés qui appartiennent à chaque "super-classe" établie à partir de la classification conjointe.

Figure 94 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $L_{Acq}$ ,  $L_{Amax}$ ,  $L_{Amin}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en quatre super-classes.

Figure 95 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $L_{A95}$ ,  $L_{A90}$ ,  $L_{A50}$ ,  $L_{A10}$ ,  $L_{A5}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en quatre super-classes.

Figure 96 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $L_{A10}$  -  $L_{A90}$ ,  $\Sigma$ ,  $TNI$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en quatre super-classes.

Figure 97 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $NNE_{L>L\alpha}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en quatre super-classes.

Figure 98 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $MIL>L\alpha$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en quatre super-classes.

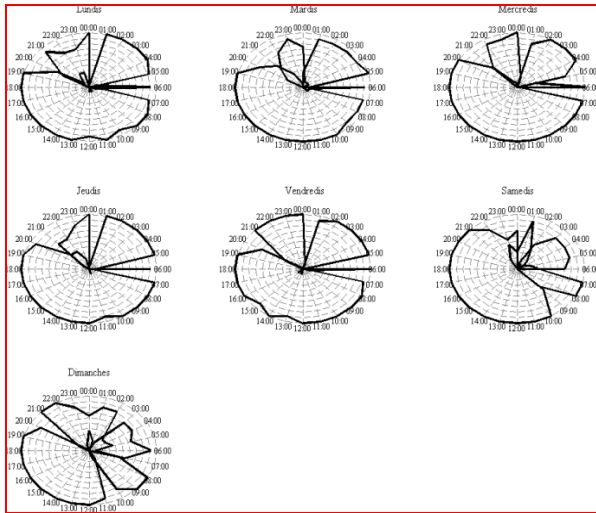


Figure 88

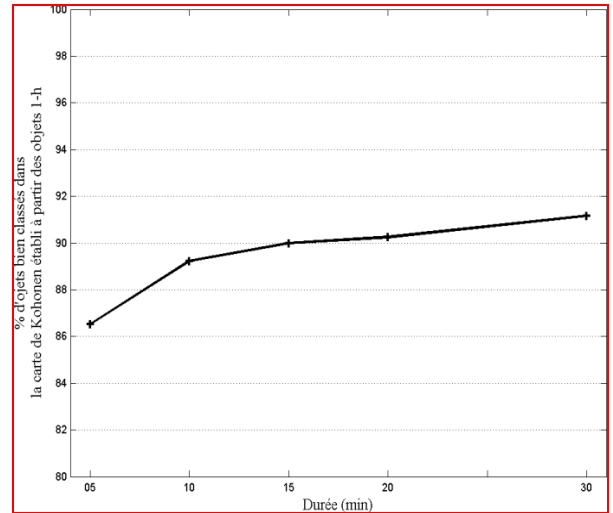


Figure 91

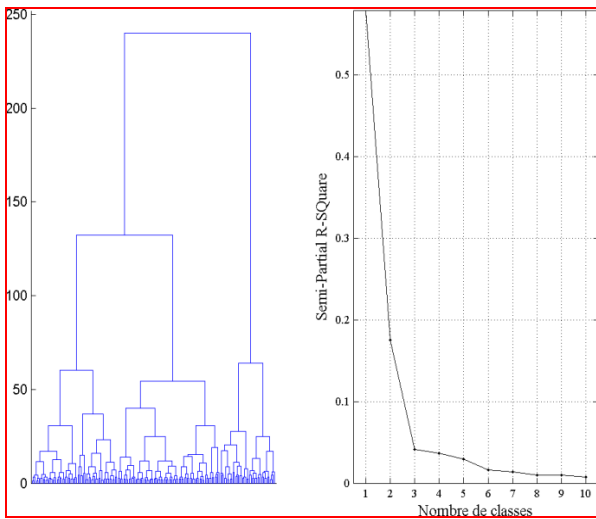


Figure 89

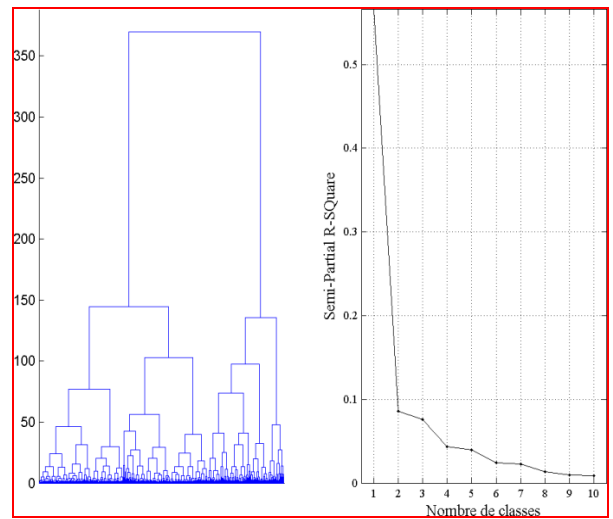


Figure 92

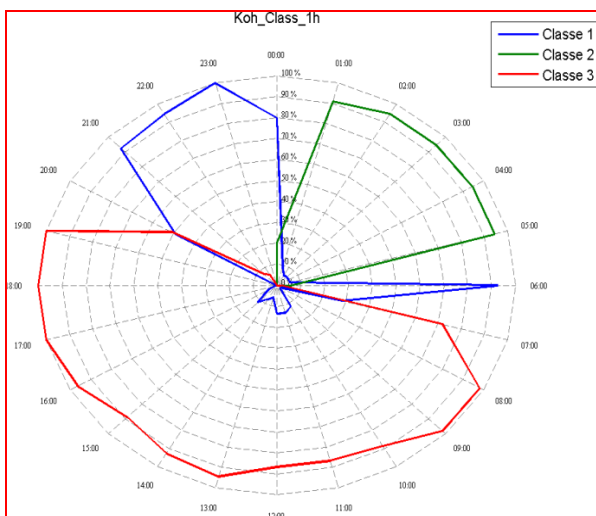


Figure 90

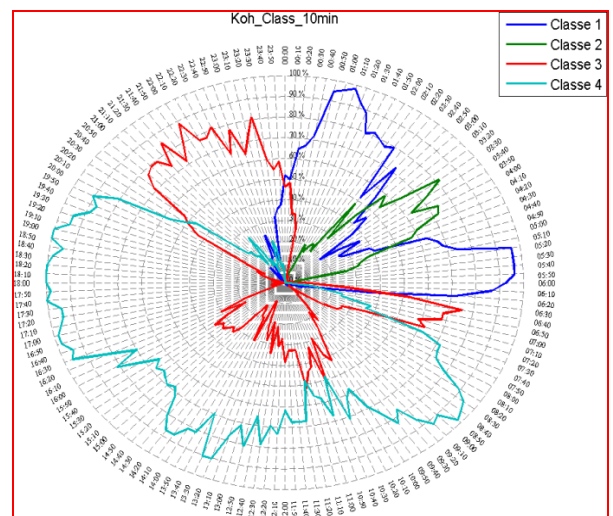


Figure 93

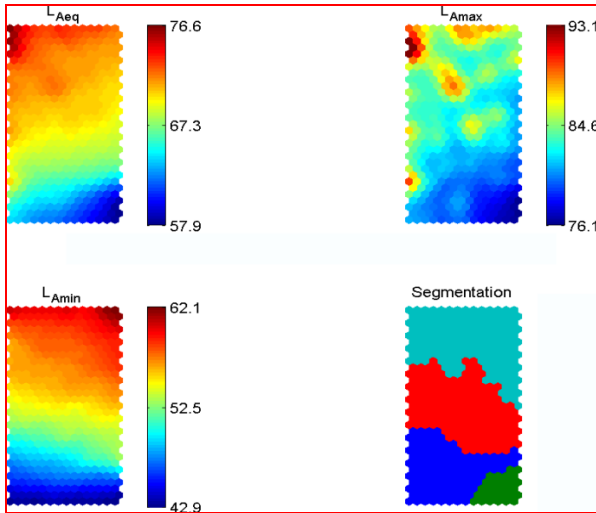


Figure 94

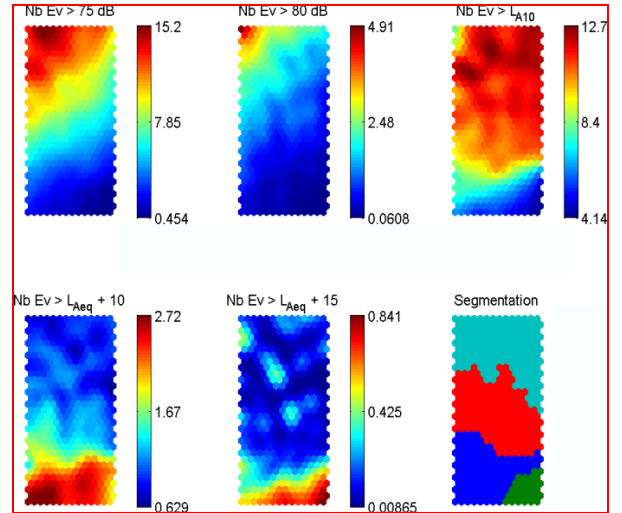


Figure 97

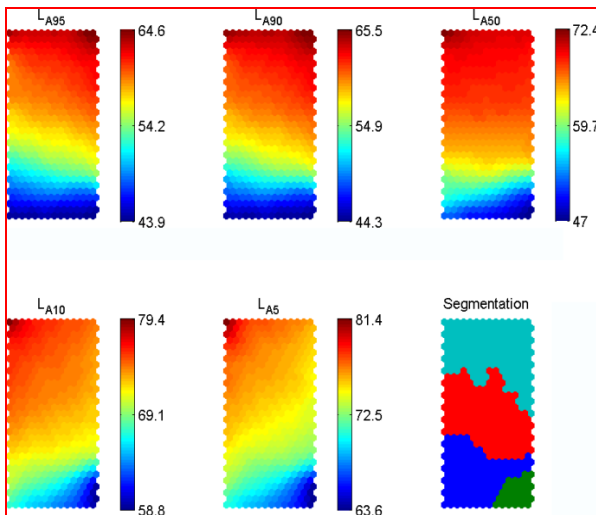


Figure 95

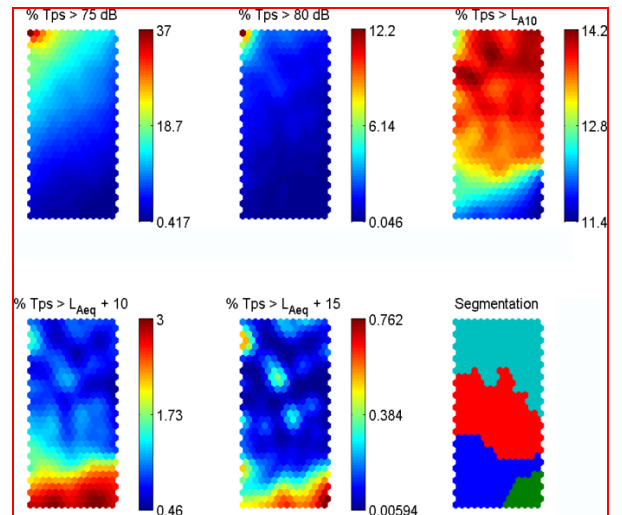


Figure 98

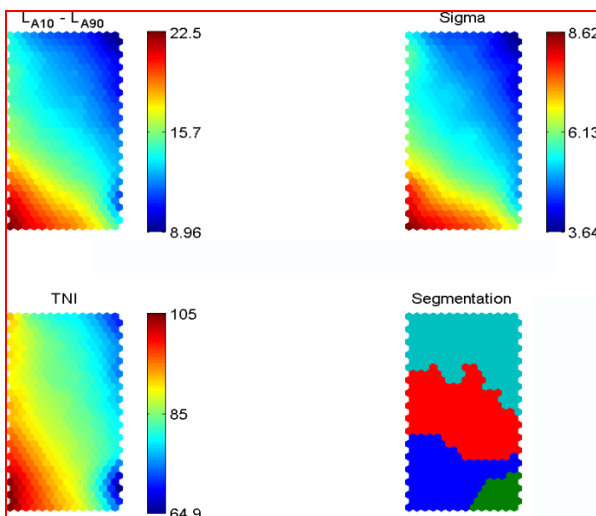


Figure 96

# Annexe 4

## BERC

## Index des figures de l'Annexe 4 - BERC

Figure 99 : Rythme de chacun des jours de la semaine.

Figure 100 : Dendrogramme et indice SPRSQ pour la classification de Ward sur la carte de Kohonen établie à partir des mesures de 1h réalisées les jours de la semaine sélectionnés.

Figure 101 : Pourcentage de mesures de 1h réalisées les jours sélectionnés qui appartiennent à chaque super-classe établie à partir de la classification conjointe.

Figure 102 : Pourcentage de mesures bien classées dans la carte de Kohonen établie à partir des mesures de 1h.

Figure 103 : Dendrogramme et indice SPRSQ pour la classification de Ward sur la carte de Kohonen établie à partir des mesures de durée optimisée (20min) réalisées les jours de la semaine sélectionnés.

Figure 104 : Pourcentage de mesures de durée optimisée (20min) réalisées les jours sélectionnés qui appartiennent à chaque "super-classe" établie à partir de la classification conjointe.

Figure 105 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $L_{Aeq}$ ,  $L_{Amax}$ ,  $L_{Amin}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en quatre super-classes.

Figure 106 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $L_{A95}$ ,  $L_{A90}$ ,  $L_{A50}$ ,  $L_{A10}$ ,  $L_{A5}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en quatre super-classes.

Figure 107 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $L_{A10}$  -  $L_{A90}$ ,  $\Sigma$ ,  $TNI$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en quatre super-classes.

Figure 108 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $NNE_{L>Lx}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en quatre super-classes.

Figure 109 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $MI_{L>Lx}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en quatre super-classes.

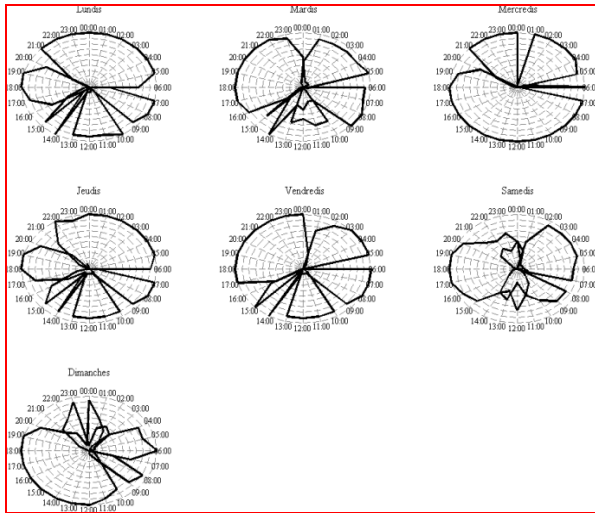


Figure 99

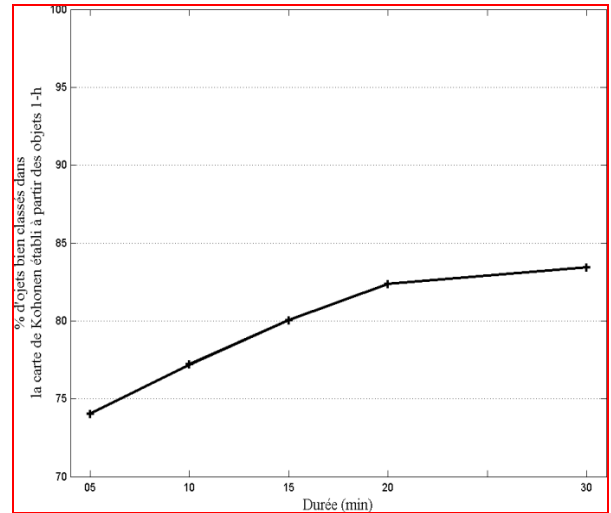


Figure 102

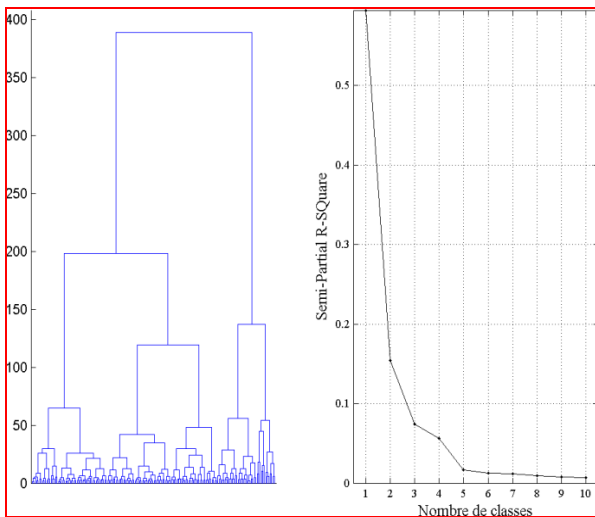


Figure 100

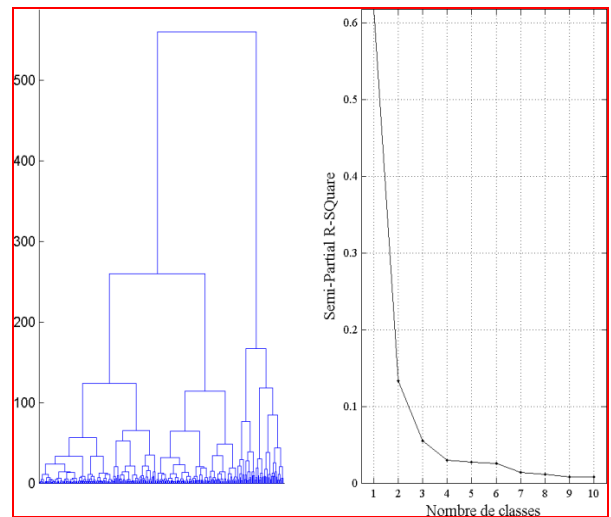


Figure 103

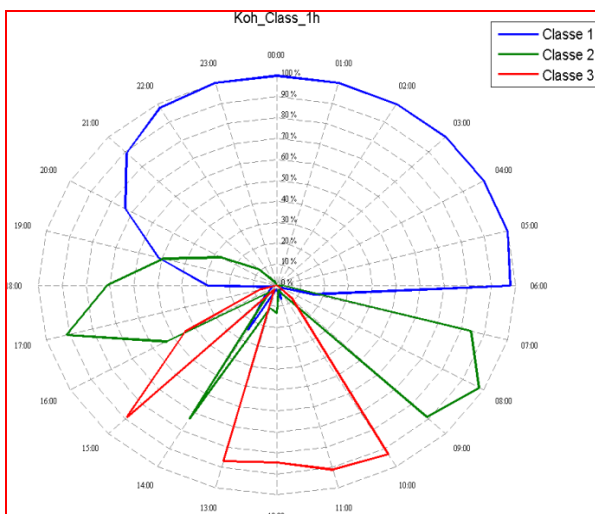


Figure 101

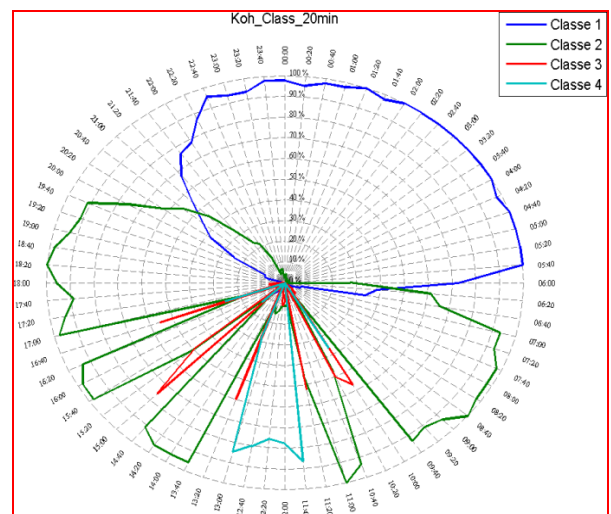


Figure 104



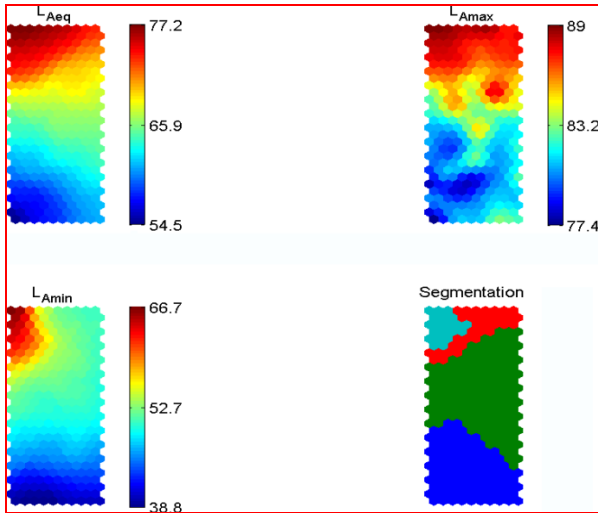


Figure 105

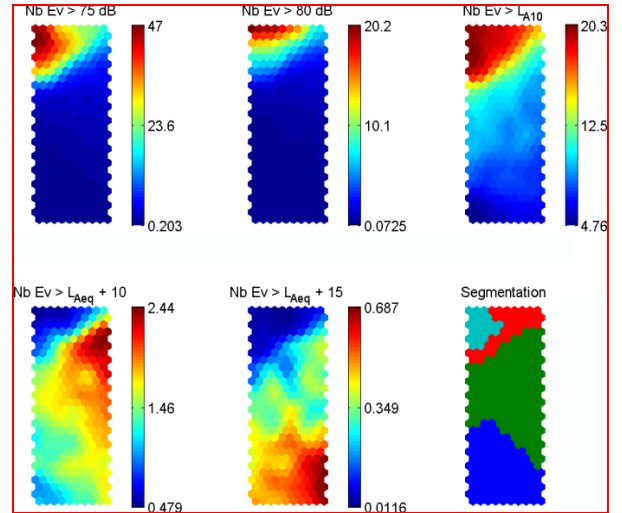


Figure 108

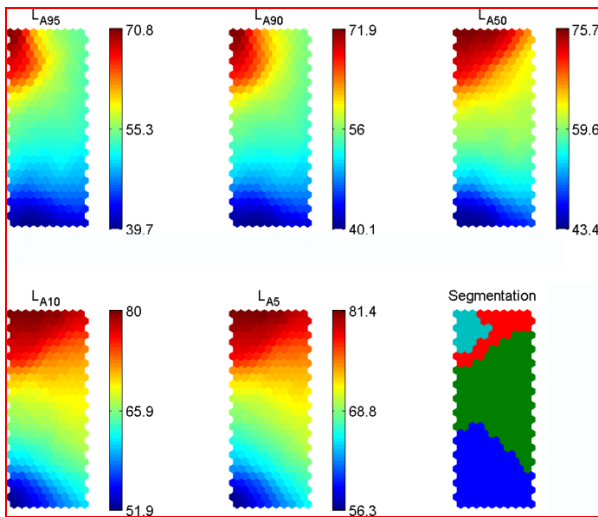


Figure 106

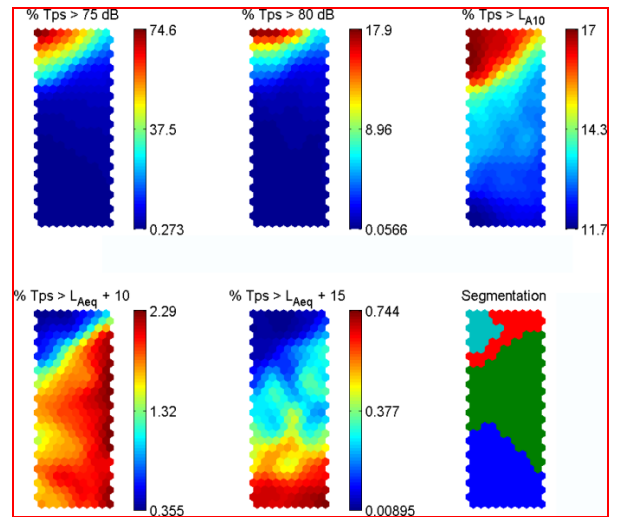


Figure 109

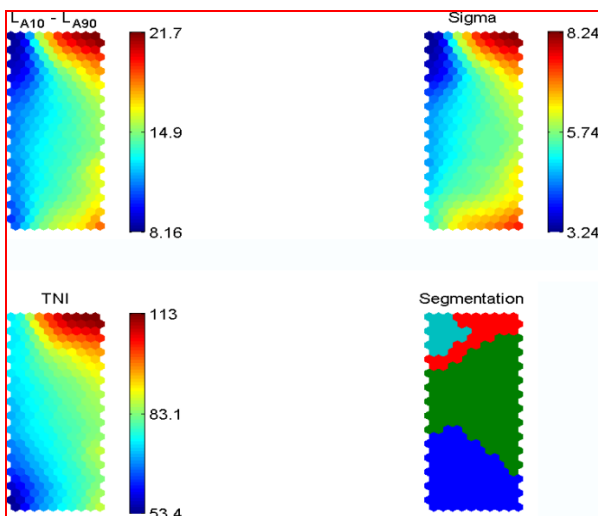


Figure 107

# Annexe 5

## EPEE

## Index des figures de l'Annexe 5 - EPEE

Figure 110 : Rythme de chacun des jours de la semaine.

Figure 111 : Dendrogramme et indice SPRSQ pour la classification de Ward sur la carte de Kohonen établie à partir des mesures de 1h réalisées les jours de la semaine sélectionnés.

Figure 112 : Pourcentage de mesures de 1h réalisées les jours sélectionnés qui appartiennent à chaque super-classe établie à partir de la classification conjointe.

Figure 113 : Pourcentage de mesures bien classées dans la carte de Kohonen établie à partir des mesures de 1h.

Figure 114 : Dendrogramme et indice SPRSQ pour la classification de Ward sur la carte de Kohonen établie à partir des mesures de durée optimisée (10min) réalisées les jours de la semaine sélectionnés.

Figure 115 : Pourcentage de mesures de durée optimisée (10min) réalisées les jours sélectionnés qui appartiennent à chaque "super-classe" établie à partir de la classification conjointe.

Figure 116 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $L_{Aeq}$ ,  $L_{Amax}$ ,  $L_{Amin}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en trois super-classes.

Figure 117 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $L_{A95}$ ,  $L_{A90}$ ,  $L_{A50}$ ,  $L_{A10}$ ,  $L_{A5}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en trois super-classes.

Figure 118 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $L_{A10}$  -  $L_{A90}$ ,  $\Sigma$ ,  $TNI$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en trois super-classes.

Figure 119 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $NNE_{L>Lx}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en trois super-classes.

Figure 120 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $MI_{L>Lx}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en trois super-classes.

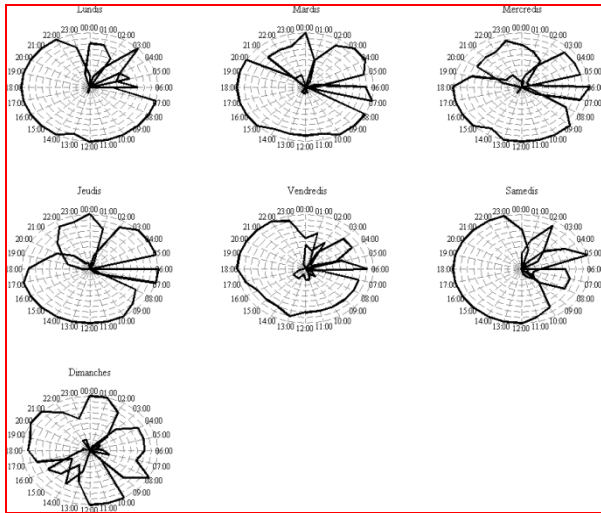


Figure 110

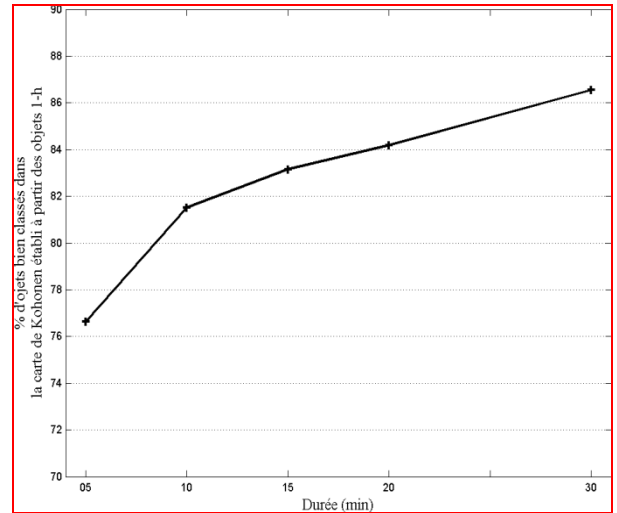


Figure 113

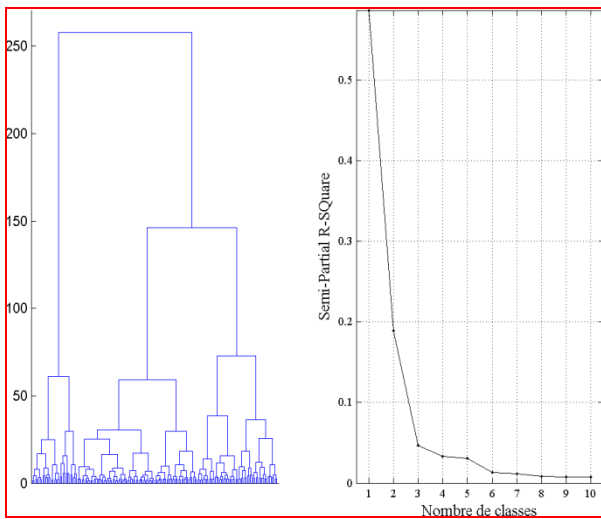


Figure 111

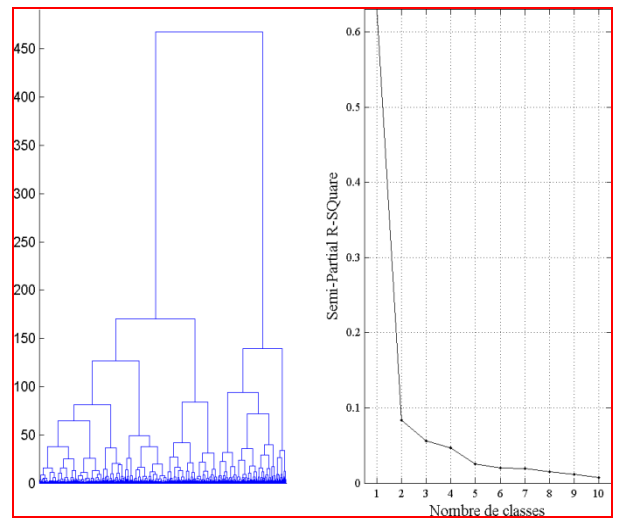


Figure 114

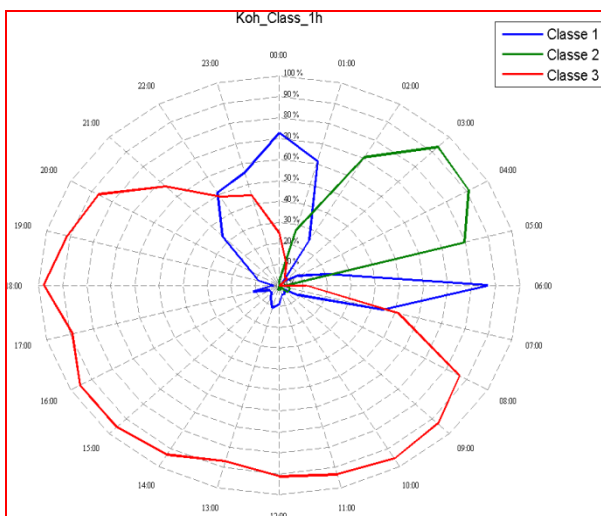


Figure 112

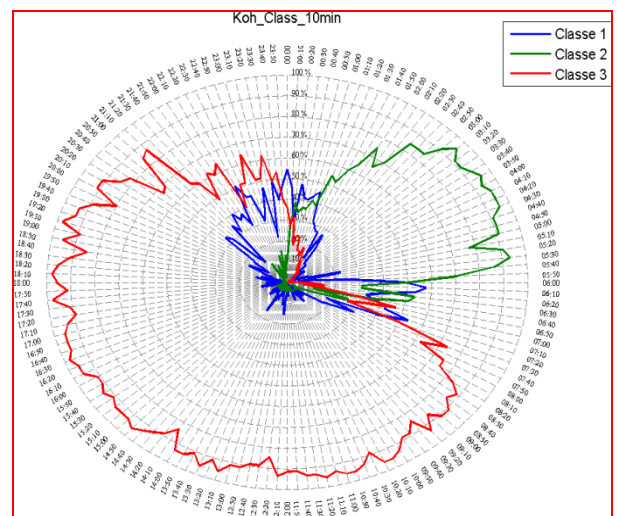


Figure 115

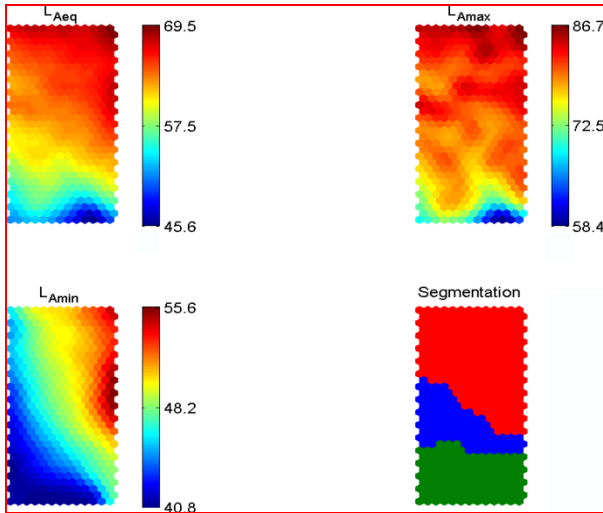


Figure 116

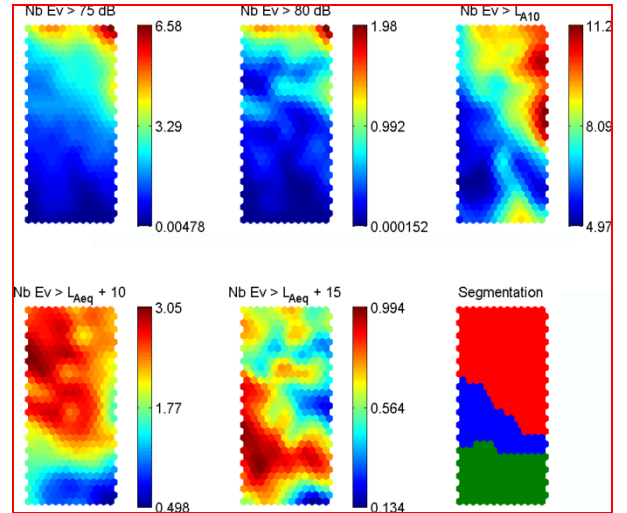


Figure 119

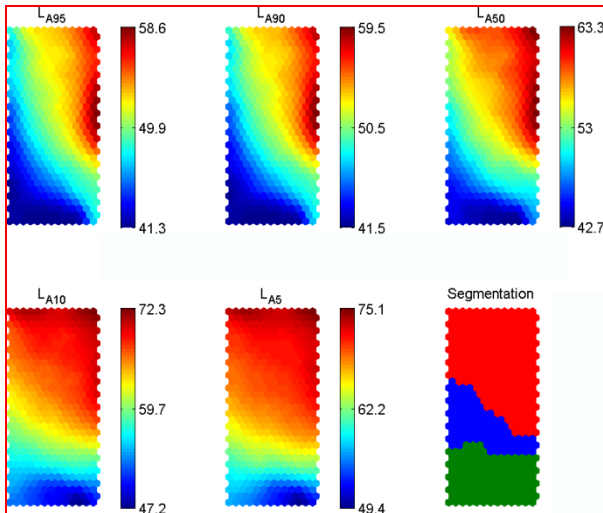


Figure 117

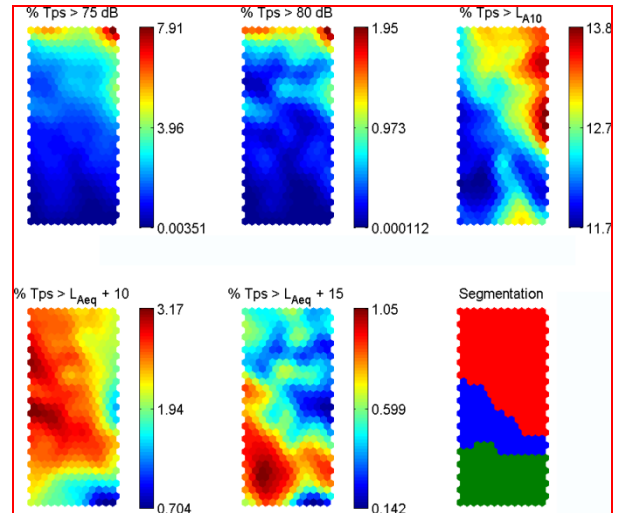


Figure 120

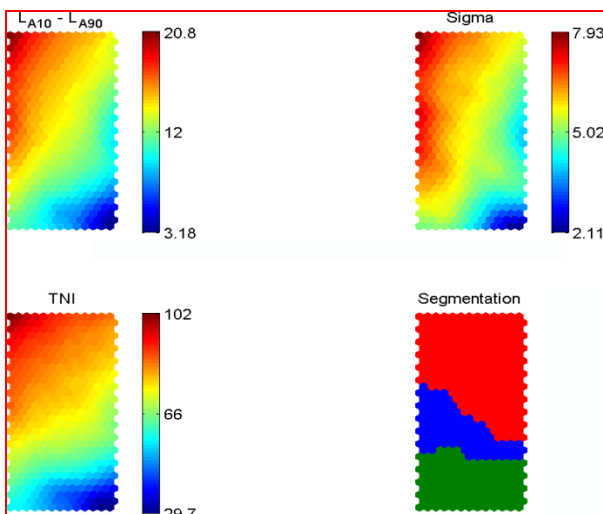


Figure 118

# Annexe 6

## MOUF

## Index des figures de l'Annexe 6 - MOUF

Figure 121 : Rythme de chacun des jours de la semaine.

Figure 122 : Dendrogramme et indice SPRSQ pour la classification de Ward sur la carte de Kohonen établie à partir des mesures de 1h réalisées les jours de la semaine sélectionnés.

Figure 123 : Pourcentage de mesures de 1h réalisées les jours sélectionnés qui appartiennent à chaque super-classe établie à partir de la classification conjointe.

Figure 124 : Pourcentage de mesures bien classées dans la carte de Kohonen établie à partir des mesures de 1h.

Figure 125 : Dendrogramme et indice SPRSQ pour la classification de Ward sur la carte de Kohonen établie à partir des mesures de durée optimisée (10min) réalisées les jours de la semaine sélectionnés.

Figure 126 : Pourcentage de mesures de durée optimisée (10min) réalisées les jours sélectionnés qui appartiennent à chaque "super-classe" établie à partir de la classification conjointe.

Figure 127 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $L_{Aeq}$ ,  $L_{Amax}$ ,  $L_{Amin}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en quatre super-classes.

Figure 128 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $L_{A95}$ ,  $L_{A90}$ ,  $L_{A50}$ ,  $L_{A10}$ ,  $L_{A5}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en quatre super-classes.

Figure 129 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $L_{A10}$  -  $L_{A90}$ ,  $\Sigma$ ,  $TNI$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en quatre super-classes.

Figure 130 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $NNE_{L>Lx}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en quatre super-classes.

Figure 131 : Représentation du poids des neurones pour toutes les variables  $MI_{L>Lx}$  ainsi que la segmentation de la carte de Kohonen elle-même en quatre super-classes.

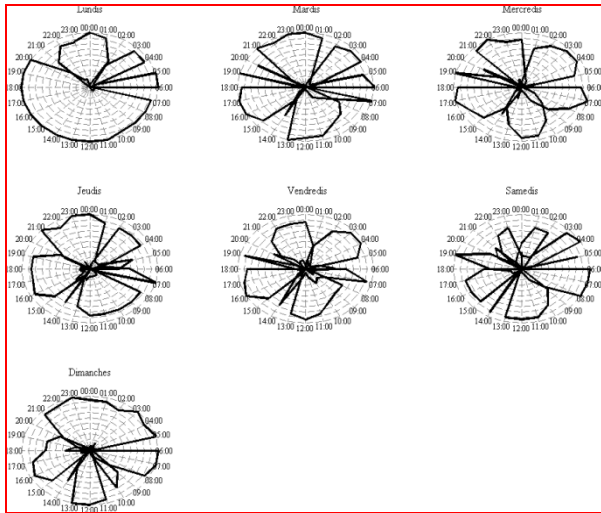


Figure 121

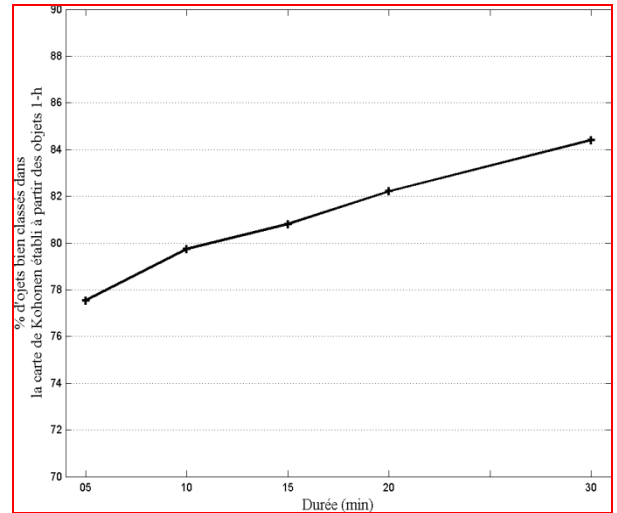


Figure 124

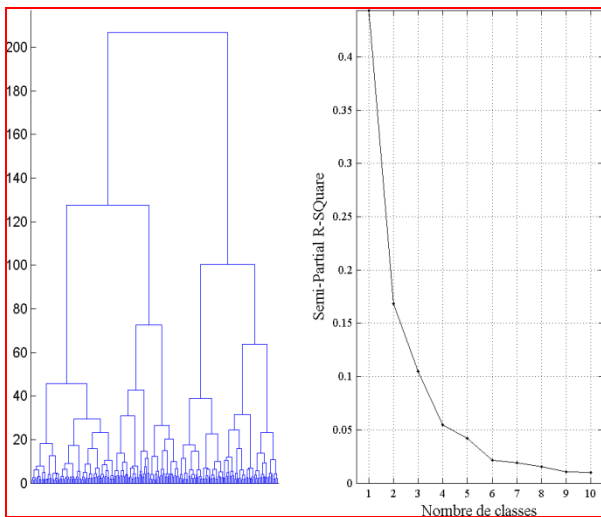


Figure 122

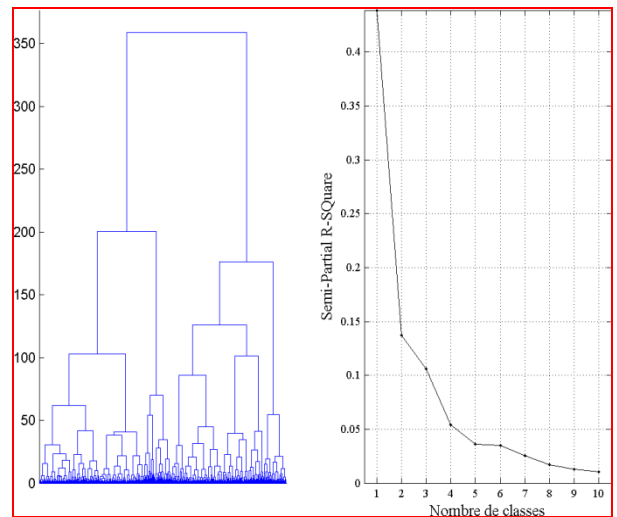


Figure 125

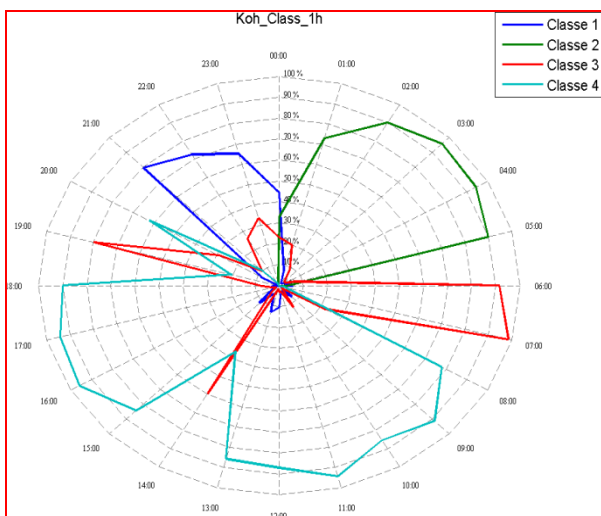


Figure 123

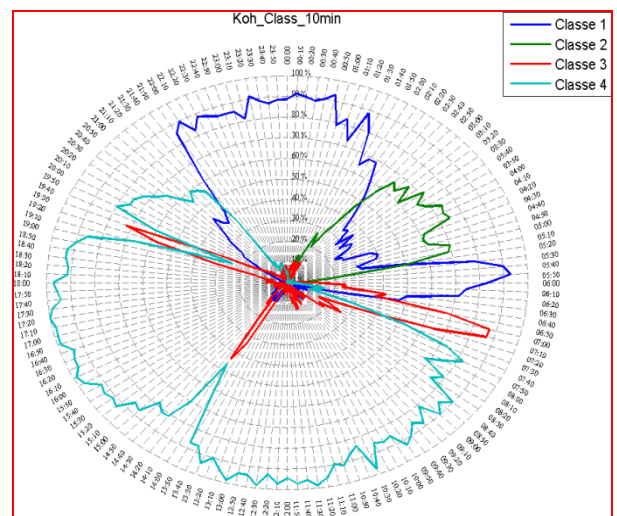


Figure 126



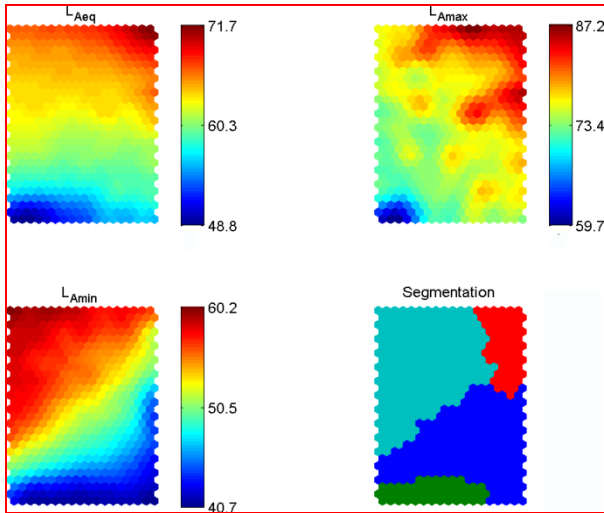


Figure 127

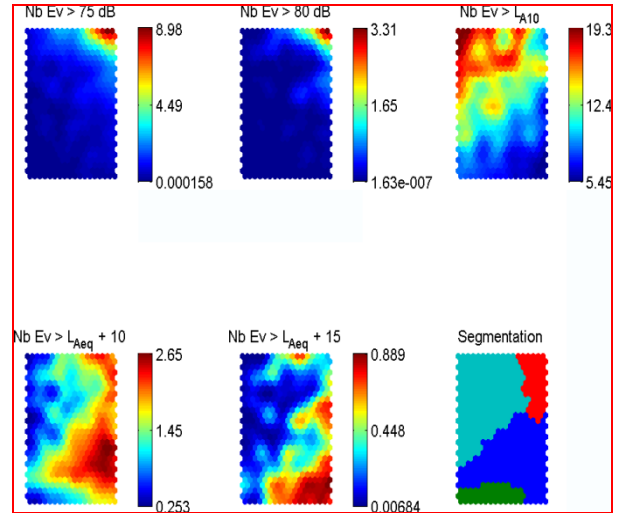


Figure 130

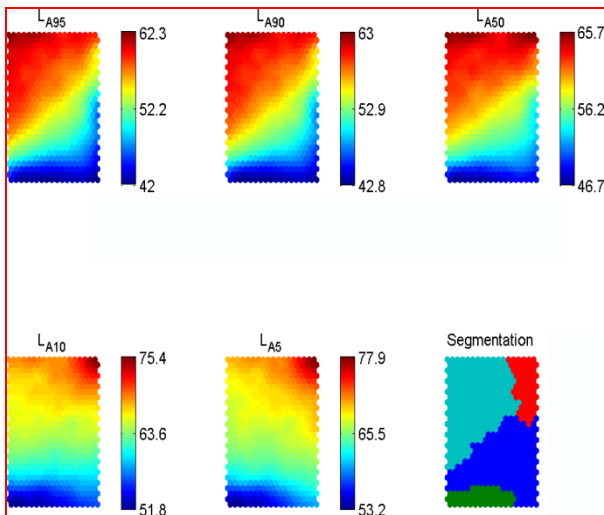


Figure 128

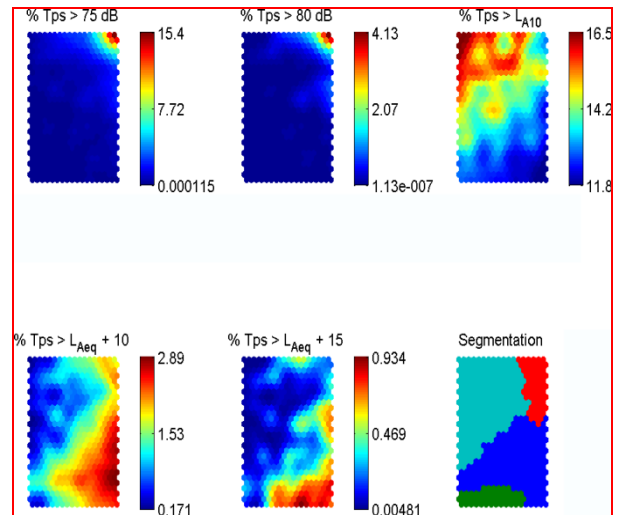


Figure 131

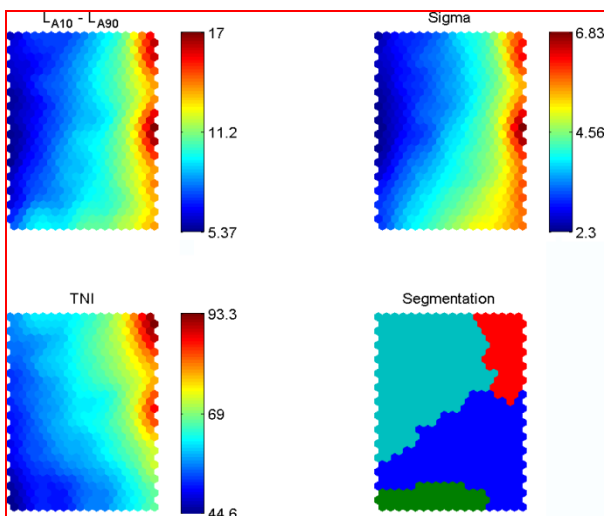


Figure 129

## Annexe 7

Base de données utilisée pour le  
maillage spatial

Mesure	Leq	Sigma	LA90	LA10	VL		PL		Mob		Klaxons		Voix		Oiseaux		Activités	
					%T	Em.	%T	Em.	%T	Em.	%T	Em.	%T	Em.	%T	Em.	%T	Em.
1	54,0	2,1	51,2	56,3	0,0	-	0,0	-	0,0	-	11,6	4,6	1,6	3,4	100,0	5,0	8,8	6,0
2	56,8	3,3	51,2	58,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	1,2	-2,5	11,7	-2,3	100,0	5,0	17,2	9,6
3	54,9	1,6	52,7	56,2	4,1	1,9	0,0	-	0,0	-	4,9	2,2	53,7	1,1	100,0	5,0	0,0	-
4	55,1	1,9	52,4	56,7	2,1	4,3	0,0	-	0,0	-	6,6	1,7	47,1	2,0	100,0	5,0	0,0	-
5	60,2	3,1	53,7	57,9	0,0	-	0,0	-	0,0	-	6,6	-2,0	44,9	-2,8	100,0	5,0	0,0	-
6	55,5	1,8	52,9	57,5	1,3	-0,8	0,0	-	0,0	-	2,0	3,0	72,1	2,3	100,0	5,0	0,0	-
7	52,6	2,6	48,0	55,3	6,0	2,7	21,3	4,5	1,8	2,8	6,1	0,3	4,1	1,4	95,0	3,0	0,0	-
8	56,8	3,3	51,2	58,0	3,3	-1,2	12,8	-1,0	0,0	-	3,6	5,6	6,8	-4,7	95,0	3,0	0,0	-
9	60,3	4,3	49,1	57,3	28,2	-3,8	7,3	-0,7	0,7	-6,5	5,1	18,0	12,4	-6,8	95,0	5,0	0,0	-
10	57,5	4,1	49,3	58,5	4,0	-1,9	1,9	2,1	0,0	-	2,8	0,3	72,3	2,2	95,0	5,0	0,0	-
11	55,0	2,9	49,8	57,8	17,5	3,4	21,1	3,4	3,3	6,8	3,2	4,6	5,7	-0,5	100,0	5,0	0,0	-
12	59,5	3,7	52,5	62,6	16,8	4,6	7,1	5,2	7,3	5,6	0,2	0,9	3,5	2,5	100,0	5,0	0,0	-
13	61,6	4,8	51,8	65,1	15,0	3,9	21,2	5,2	5,0	6,2	0,4	-1,4	5,7	-0,3	50,0	3,0	0,1	-
14	64,0	4,4	55,1	67,2	25,7	4,2	3,1	4,0	10,1	7,2	0,9	-1,2	5,3	-1,9	50,0	3,0	9,0	-
15	64,5	3,9	57,5	67,6	26,0	3,4	7,6	6,9	8,4	6,0	1,7	6,8	0,0	-	50,0	0,0	0,0	-
16	68,4	4,9	59,2	72,0	32,2	5,5	8,0	4,6	5,1	6,7	1,7	11,7	0,0	-	50,0	0,0	0,0	-
17	69,2	7,5	53,6	74,9	40,5	5,0	9,9	8,1	5,6	6,0	1,3	10,6	0,0	-	50,0	3,0	0,0	-
18	69,1	6,8	54,2	72,7	41,0	4,1	11,1	7,3	10,2	5,6	0,1	6,9	2,6	-9,6	50,0	3,0	1,2	-
19	70,4	6,8	53,5	71,8	41,7	1,8	5,5	6,1	8,7	4,0	2,6	16,7	0,0	-	15,0	0,0	15,0	-
20	68,8	6,9	54,6	72,3	35,2	2,9	23,3	6,0	6,2	7,4	0,0	15,0	0,0	-	15,0	10,0	0,0	-
21	69,9	6,5	55,6	72,7	37,9	4,3	6,2	5,3	6,5	4,0	2,0	0,7	0,7	-	10,4	0,0	15,0	-
22	69,5	6,0	57,3	73,2	39,8	4,0	16,5	6,6	6,5	6,3	0,2	-4,1	0,0	-	15,0	10,0	0,0	-
23	70,1	6,0	57,9	73,9	38,5	4,7	11,3	7,2	7,4	5,7	0,4	0,3	9,7	-7,4	0,0	-	15,0	-
24	70,7	6,1	58,6	74,2	44,5	4,6	14,5	4,2	5,8	9,0	0,6	5,8	2,7	-7,9	0,0	-	15,0	-
25	71,2	6,0	59,2	74,3	39,4	3,7	15,1	6,2	7,1	4,9	1,7	4,9	1,0	-7,4	10,0	0,0	0,0	-
26	70,2	6,3	57,8	73,8	51,9	3,6	12,2	6,7	5,2	9,0	0,2	0,2	0,7	-8,1	0,0	-	15,0	-
27	71,0	5,9	59,4	74,5	53,6	3,6	9,0	5,7	3,3	9,3	0,4	7,5	0,0	-	15,0	0,0	15,0	-
28	70,2	5,8	58,7	74,0	38,6	3,7	33,7	4,8	4,2	7,8	0,4	7,5	0,0	-	15,0	0,0	15,0	-
29	69,9	6,0	57,9	74,1	38,5	4,2	22,0	5,7	3,7	8,2	0,2	0,4	2,6	-5,2	0,0	-	15,0	-
30	69,1	5,7	57,2	72,4	41,7	4,0	18,8	3,5	5,4	8,0	0,4	5,3	5,9	-9,4	50,0	0,0	0,0	-
31	68,4	5,0	59,0	72,0	52,0	3,5	26,7	4,8	5,2	6,4	0,0	15,0	0,2	-	15,0	0,0	15,0	-
32	69,8	4,7	60,6	72,9	50,5	2,8	16,7	5,5	10,7	6,2	0,4	7,1	4,7	-2,6	0,0	-	15,0	-
33	68,7	4,2	60,0	70,4	56,1	2,1	6,3	4,2	1,7	7,6	0,5	18,5	3,8	-0,6	50,0	0,0	6,0	-
34	69,5	4,6	60,8	72,4	40,5	1,4	11,1	6,4	4,1	4,8	0,3	5,2	22,6	4,7	50,0	0,0	0,0	-
35	68,9	5,2	59,0	72,4	47,7	3,7	17,8	5,2	1,9	11,4	0,1	12,5	6,4	4,4	10,0	0,0	0,0	-
36	70,3	5,3	59,9	73,7	15,8	3,6	14,0	7,8	13,4	5,9	0,7	6,2	6,6	5,5	50,0	3,0	0,0	-

Mesure	Leq	Sigma	LA90	LA10	VL		PL		Mob		Klaxons		Voix		Oiseaux		Activités			
					%T	Em.	%T	Em.	%T	Em.	%T	Em.	%T	Em.	%T	Em.	%T	Em.		
37	71,2	5,7	59,3	74,7	17,0	3,5	10,7	6,2	11,3	7,9	0,0	-	15,0	1,2	2,0	10,0	0,0	0,0	-	15,0
38	72,5	5,9	60,1	75,6	11,7	3,2	16,4	6,0	6,2	8,5	0,8	16,3	2,5	-5,1	10,0	0,0	0,0	0,0	-	15,0
39	72,2	5,4	59,8	74,0	8,3	3,5	15,7	4,5	7,8	6,5	0,8	1,8	5,0	0,2	10,0	0,0	0,0	0,0	-	15,0
40	71,1	5,1	61,0	74,1	10,1	5,0	10,8	5,8	4,7	8,2	3,3	1,5	15,0	-2,3	0,0	15,0	0,5	-1,9	-	15,0
41	66,8	5,2	56,9	70,3	0,0	15,0	11,4	7,5	5,5	7,7	1,9	-1,6	6,6	-3,7	30,0	3,0	0,0	0,0	-	15,0
42	68,9	5,1	58,9	72,2	6,5	4,9	19,8	6,4	5,3	6,7	0,1	3,5	9,0	-0,9	30,0	3,0	0,0	0,0	-	15,0
43	69,1	5,2	58,7	72,6	3,9	5,4	38,0	5,2	3,3	2,2	0,5	0,0	9,6	-1,8	0,0	15,0	1,7	-1,9	-	15,0
44	66,8	5,6	54,6	68,3	9,9	4,3	31,6	4,8	3,7	7,8	1,9	7,8	21,2	0,4	10,0	3,0	0,0	0,0	-	15,0
45	66,4	5,7	53,5	67,4	3,9	3,0	22,5	6,9	3,7	7,7	2,2	4,8	27,1	-3,7	20,0	3,0	4,6	-4,6	-	15,0
46	64,3	5,6	51,1	65,1	7,9	0,9	21,8	7,4	7,0	3,6	0,5	7,7	19,2	-4,8	50,0	3,0	1,9	-3,7	-	15,0
47	63,5	6,2	49,3	66,4	9,9	6,4	14,4	6,1	5,6	11,0	0,3	9,2	20,2	-3,4	100,0	3,0	7,9	3,3	-	15,0
48	64,4	4,8	55,0	67,5	8,9	4,9	5,1	6,1	4,0	8,7	0,0	15,0	77,9	2,2	25,0	4,0	0,0	0,0	-	15,0
49	66,6	5,9	53,6	68,0	14,3	1,9	13,5	8,4	0,0	15,0	0,0	15,0	41,7	-5,1	0,0	15,0	18,8	0,0	-	15,0
50	64,9	6,1	51,7	67,2	11,6	2,4	7,3	3,6	13,0	7,0	0,2	-8,0	19,3	-3,9	40,0	2,0	13,8	9,2	-	15,0
51	63,3	4,9	51,0	62,0	8,3	7,1	8,3	1,4	1,2	2,7	0,0	15,0	24,7	-3,5	5,0	1,0	14,4	2,3	-	15,0
52	58,5	3,5	52,3	61,0	1,2	6,6	5,8	1,8	2,1	8,3	5,2	3,8	47,0	2,8	0,0	15,0	8,8	4,2	-	15,0
53	55,6	4,7	46,3	57,9	4,7	3,1	5,1	9,9	6,6	9,8	2,0	5,1	44,6	0,6	0,0	15,0	8,1	2,2	-	15,0
54	57,2	4,4	48,5	59,0	1,4	1,2	1,6	-1,6	3,1	3,2	2,6	0,5	49,2	1,7	0,0	15,0	15,4	7,7	-	15,0
55	65,9	6,0	49,8	62,4	0,7	-8,9	0,0	15,0	1,5	-3,2	0,3	-8,1	34,5	-5,3	0,0	15,0	19,1	8,4	-	15,0
56	57,0	4,8	47,9	59,4	9,5	5,7	0,9	14,6	1,6	10,1	0,2	17,4	39,6	1,8	25,0	2,0	19,3	3,2	-	15,0
57	56,4	3,9	49,4	59,0	5,7	5,9	7,9	6,7	3,9	10,3	0,3	-4,9	34,5	0,4	0,0	15,0	22,3	2,1	-	15,0
58	59,3	4,6	50,0	60,5	0,4	-3,5	0,0	15,0	0,5	2,0	0,4	2,6	49,6	-0,5	0,0	15,0	26,0	7,7	-	15,0
59	61,1	4,7	51,7	63,5	4,5	10,3	0,0	15,0	1,4	1,1	2,1	-5,4	53,1	2,0	0,0	15,0	27,5	3,1	-	15,0
60	59,7	3,6	61,7	53,5	0,5	1,9	0,0	15,0	1,1	8,9	4,2	5,6	56,8	2,4	0,0	15,0	8,4	3,1	-	15,0
61	62,8	5,1	52,4	64,9	2,3	3,0	2,9	4,5	0,0	15,0	2,3	-2,5	67,6	1,8	0,0	15,0	8,5	10,0	-	15,0
62	62,0	4,1	54,1	63,6	2,8	5,5	0,0	15,0	3,2	10,9	0,9	-5,0	34,6	1,6	0,0	15,0	36,6	2,7	-	15,0
63	65,3	4,8	54,0	64,1	0,9	-4,9	0,0	15,0	0,6	-0,5	1,9	-2,8	44,4	-1,8	0,0	15,0	24,7	7,1	-	15,0
64	61,8	3,5	55,4	63,9	0,0	15,0	0,0	15,0	0,0	15,0	0,0	15,0	66,4	4,0	20,0	2,0	18,7	2,3	-	15,0
65	61,7	4,1	53,6	63,2	0,0	15,0	0,0	15,0	0,0	15,0	5,2	5,9	24,1	1,8	0,0	15,0	26,9	3,8	-	15,0
66	61,5	4,2	53,9	64,1	0,3	-1,4	0,0	15,0	0,3	4,1	2,8	8,3	67,0	2,2	0,0	15,0	18,1	4,7	-	15,0
67	66,3	4,5	55,0	64,1	0,0	15,0	1,9	5,3	0,0	15,0	0,3	2,8	50,4	-3,3	0,0	15,0	15,6	7,1	-	15,0
68	61,0	3,6	54,8	63,5	1,7	0,6	3,9	3,2	0,0	15,0	3,7	4,0	56,6	3,7	30,0	3,0	6,9	4,3	-	15,0
69	60,1	3,1	54,7	62,1	2,7	5,9	1,6	6,4	2,4	6,0	1,5	0,5	48,9	1,4	30,0	2,0	16,4	3,5	-	15,0
70	61,9	2,3	58,5	63,8	15,6	4,5	2,2	3,6	8,8	5,2	0,7	2,5	23,6	1,0	20,0	2,0	2,4	2,4	-	15,0

# Annexe 8

## Questionnaire

En tant qu'étudiant en doctorat pour le compte d'un laboratoire de géographie, j'effectue un travail de recherche sur la qualité de l'environnement et le développement durable. Dans ce cadre là, acceptez-vous de répondre à quelques questions ?

1. Vis-à-vis de ces problèmes liés à la qualité de l'environnement, l'endroit où nous nous trouvons vous semble-t-il plutôt agréable ou désagréable ? A quel point de vue ?

.....  
 .....  
 .....  
 .....



2. Concentrez-vous maintenant sur l'environnement sonore dans son ensemble. L'environnement sonore dans sa **globalité** vous semble

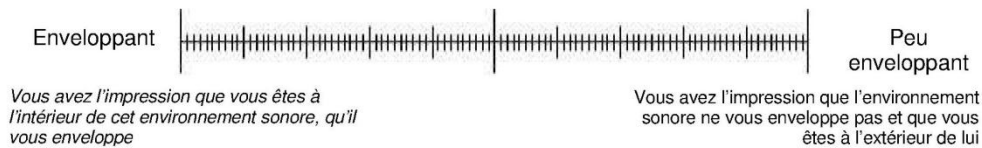
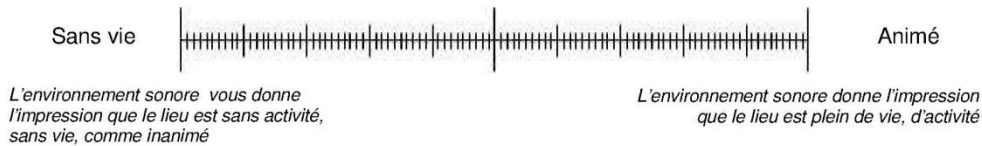
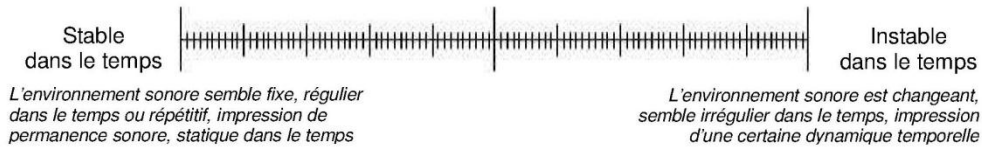
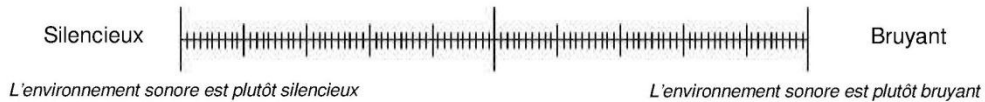


Figure 132 : Page 1 du questionnaire utilisé au cours des enquêtes.



Qualité de l'environnement - Enquêtes

Pour chacune des sources que vous venez de citer, comment estimez-vous leur intensité sonore et leur temps de présence ?

.....

Intensité sonore	Faible		Fort
Temps de présence	Peu présent		Très présent

.....

Intensité sonore	Faible		Fort
Temps de présence	Peu présent		Très présent

.....

Intensité sonore	Faible		Fort
Temps de présence	Peu présent		Très présent

.....

Intensité sonore	Faible		Fort
Temps de présence	Peu présent		Très présent

.....

Intensité sonore	Faible		Fort
Temps de présence	Peu présent		Très présent

Figure 134 : Page 3 du questionnaire utilisé au cours des enquêtes.



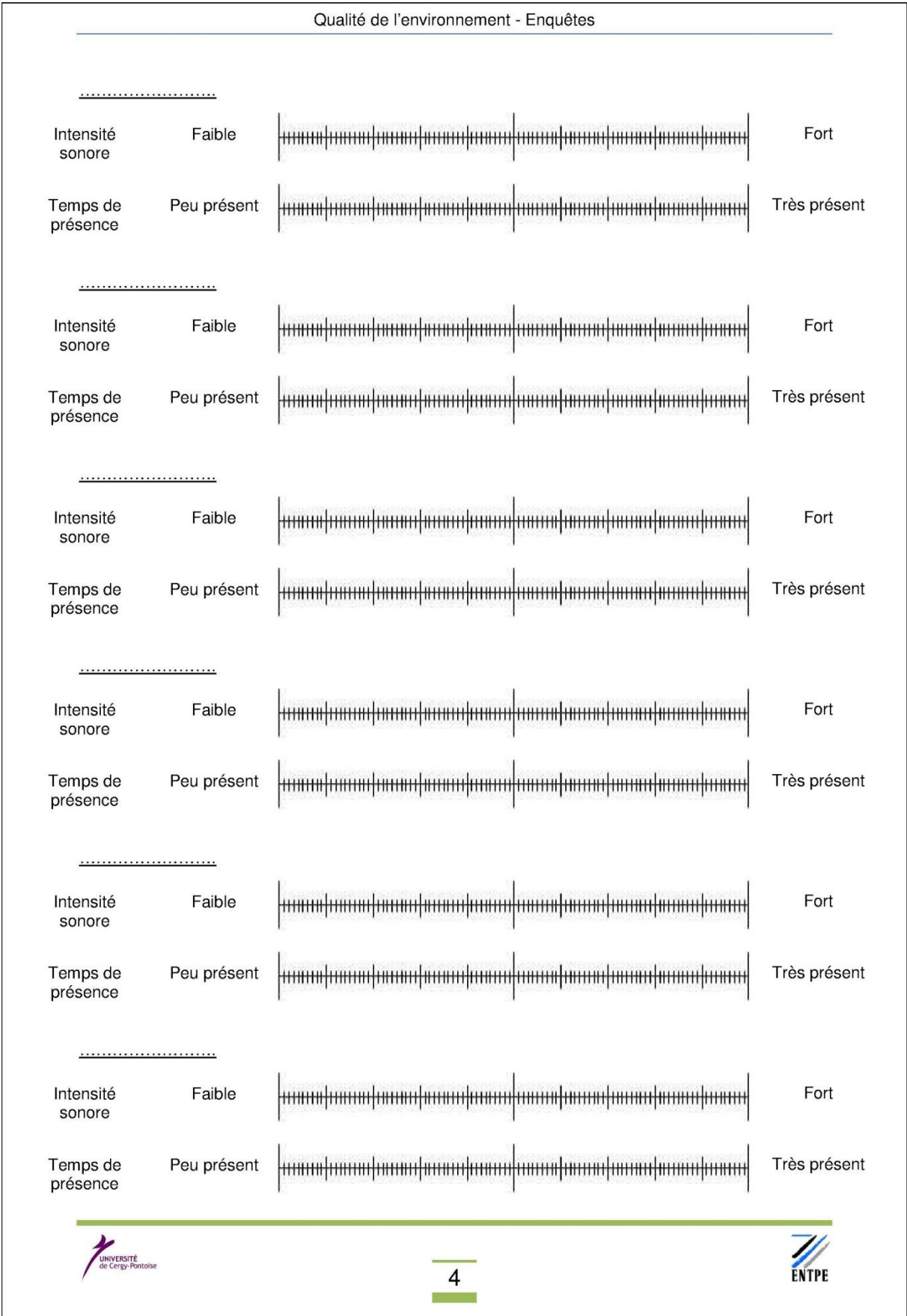


Figure 135 : Page 4 du questionnaire utilisé au cours des enquêtes.

Qualité de l'environnement - Enquêtes

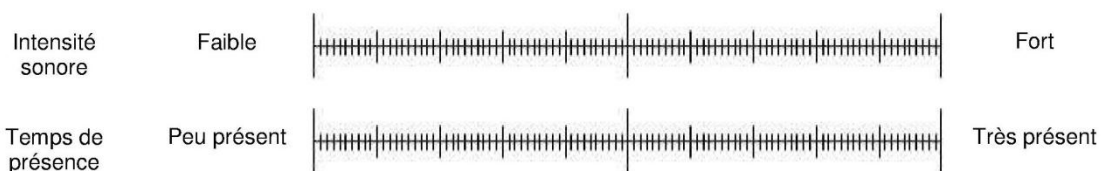
Parmi les sources listées ci-dessous, il en est certaines que vous n'avez pas citées. Si désormais vous parvenez à les identifier, veuillez noter de la même façon que précédemment leur intensité sonore et leur temps de présence.

Voiture / Motos

Déjà noté

Source inexistante

J'entends la source

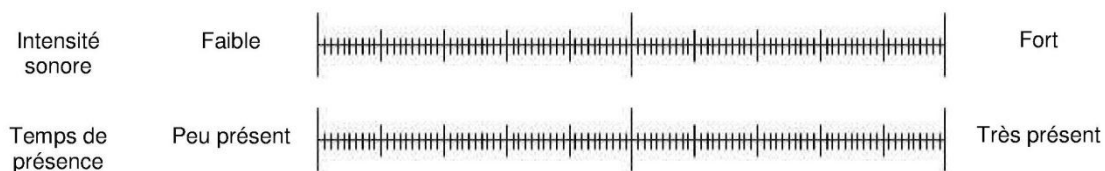


Mobylettes / Scooters

Déjà noté

Source inexistante

J'entends la source

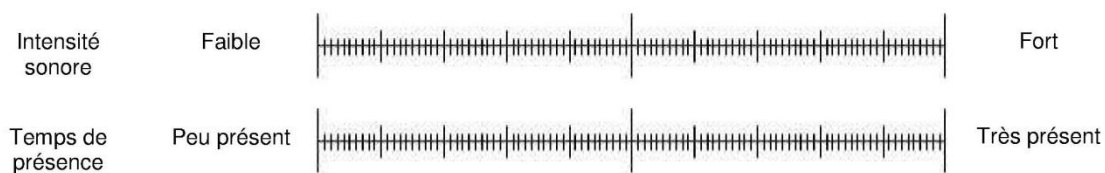


Poids lourds / Bus

Déjà noté

Source inexistante

J'entends la source

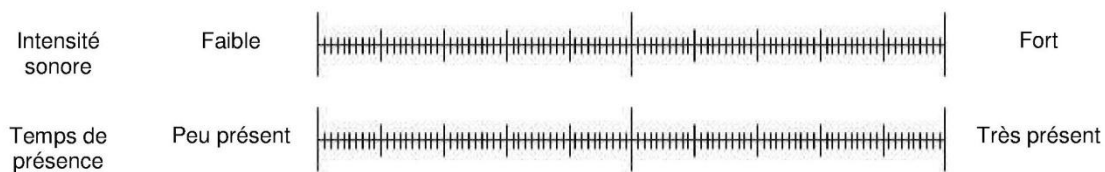


Klaxons / Sirènes

Déjà noté

Source inexistante

J'entends la source



Activité commerciale (livraison, chantier, entretien de la ville, ...)

Déjà noté

Source inexistante

J'entends la source

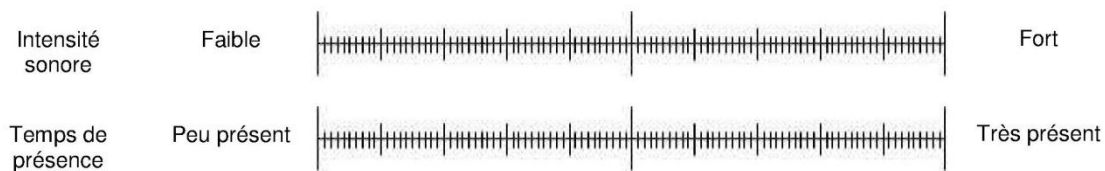



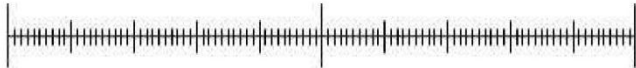
Figure 136 : Page 5 du questionnaire utilisé au cours des enquêtes.

Qualité de l'environnement - Enquêtes

Présence humaine (voix, pas, ...)


Déjà noté       Source inexistante       J'entends la source


Intensité sonore      Faible            Fort

Temps de présence      Peu présent            Très présent

Oiseaux


Déjà noté       Source inexistante       J'entends la source


Intensité sonore      Faible            Fort

Temps de présence      Peu présent            Très présent

Éléments naturels (bruit d'eau, bruit du vent dans les feuilles, ...)

Déjà noté       Source inexistante       J'entends la source

Intensité sonore      Faible            Fort

Temps de présence      Peu présent            Très présent

5. Jusqu'à quel point l'environnement sonore est-il approprié à votre activité du moment ?

Pas du tout            Très

6. Précisez pour quelles raisons vous fréquentez cet endroit

visites personnelles (commerce, amis, détente)       raisons professionnelles  
 rendez-vous pour des services (médecin, agences)       autre motif : .....

7. Habitez-vous le quartier ?

Oui       Non

Le questionnaire est à présent terminé. Je vous remercie de votre participation.

Figure 137 : Page 6 du questionnaire utilisé au cours des enquêtes.

Qualité de l'environnement - Enquêtes

Opérateur :                      Date :                      Heure :                      Ville :  
Adresse :

Conditions météorologiques :

- Journée froide
- Journée chaude
- Ciel dégagé
- Nuageux
- Pluie
- Vent

Description morphologique du lieu :

- Rue en tissu ouvert
- Rue en U
- Rue en L
  
- Parc
  
- Circulation automobile en vue directe
  - sens unique
  - double sens
  - Nombre de voies : .....
  - Présence de feu tricolore
  
- Présence de végétation
  - Arbres
  - Haies / arbustes
  - Jardinières
  
- Habitat individuel continu
- Habitat individuel discontinu
- Habitat collectif. Nombre d'étage : .....
- Grandes surfaces
- Petits commerces

Profil de l'utilisateur :

- Homme       Femme
- Adolescent    Adulte       Personne âgée

Figure 138 : Description du contexte et du profil de l'utilisateur questionné.

# Annexe 9

## Corrélations

## Tables des corrélations (R et p) – intérieur du parc à Lyon PARC

R	'Adeq'	'Ag.Gl'	'Ag.Ol'	'Ag.Vis'	'Anim'	'Dyn'	'Env'	'Pres.Act'	'Pres.Hum'	'Pres.Klax'	'Pres.Mob'	'Pres.Nat'
'Adeq'	1,000	0,222	0,411	0,513	0,156	-0,428	0,235	0,089	0,110	-0,223	-0,122	0,139
'Ag.Gl'	0,222	1,000	0,388	0,546	0,105	-0,266	0,502	0,268	-0,084	0,114	0,067	-0,027
'Ag.Ol'	0,411	0,388	1,000	0,450	-0,185	-0,276	0,126	0,250	-0,091	-0,244	-0,160	-0,084
'Ag.Vis'	0,513	0,546	0,450	1,000	0,044	-0,454	0,176	0,003	-0,198	0,012	0,011	0,168
'Anim'	0,156	0,105	-0,185	0,044	1,000	0,246	0,117	0,125	0,166	0,000	0,052	0,071
'Dyn'	-0,428	-0,266	-0,276	-0,454	0,246	1,000	0,044	-0,084	0,112	0,147	0,367	-0,144
'Env'	0,235	0,502	0,126	0,176	0,117	0,044	1,000	0,172	0,040	0,162	0,116	-0,081
'Pres.Act'	0,089	0,268	0,250	0,003	0,125	-0,084	0,172	1,000	-0,074	-0,132	-0,128	-0,364
'Pres.Hum'	0,110	-0,084	-0,091	-0,198	0,166	0,112	0,040	-0,074	1,000	0,212	0,229	-0,208
'Pres.Klax'	-0,223	0,114	-0,244	0,012	0,000	0,147	0,162	-0,132	0,212	1,000	0,660	0,186
'Pres.Mob'	-0,122	0,067	-0,160	0,011	0,052	0,367	0,116	-0,128	0,229	0,660	1,000	0,269
'Pres.Nat'	0,139	-0,027	-0,084	0,168	0,071	-0,144	-0,081	-0,364	-0,208	0,186	0,269	1,000
'Pres.Ois'	0,168	0,038	-0,022	-0,229	0,351	0,191	0,337	-0,087	0,130	-0,167	-0,124	0,001
'Pres.PL'	-0,223	0,133	-0,124	0,029	0,173	0,013	0,133	0,005	0,108	0,373	0,151	0,239
'Pres.VL'	-0,240	0,036	-0,322	-0,093	0,350	0,128	0,107	0,034	0,029	0,159	0,198	-0,006
'Sil'	0,257	0,093	0,427	0,312	-0,342	-0,383	-0,006	-0,226	-0,185	-0,194	-0,071	-0,089
'Son.Act'	0,101	0,021	0,240	-0,018	-0,011	-0,255	-0,073	0,629	-0,110	-0,154	-0,162	-0,234
'Son.Hum'	-0,246	-0,181	-0,233	-0,448	0,449	0,658	0,088	0,031	0,367	0,215	0,285	-0,185
'Son.Klax'	-0,062	0,036	-0,205	-0,032	-0,092	0,079	0,139	-0,164	0,144	0,733	0,423	0,169
'Son.Mob'	-0,148	0,154	-0,159	-0,023	-0,024	0,317	0,181	-0,151	0,086	0,588	0,671	0,259
'Son.Nat'	-0,011	-0,017	-0,049	0,101	0,100	0,054	-0,116	-0,279	0,206	0,012	0,146	0,531
'Son.Ois'	0,219	0,251	-0,006	0,156	0,354	-0,071	0,050	-0,133	0,107	0,024	-0,030	0,187
'Son.PL'	-0,287	0,166	-0,133	0,050	0,190	0,117	0,094	-0,028	0,168	0,772	0,516	0,238
'Son.VL'	-0,384	0,107	-0,166	-0,145	0,030	0,268	-0,031	-0,121	-0,053	0,279	0,182	0,034
'Surp'	-0,343	-0,029	0,160	-0,050	-0,457	0,056	-0,005	-0,083	-0,354	-0,051	0,021	0,084

p	'Adeq'	'Ag.Gl'	'Ag.Ol'	'Ag.Vis'	'Anim'	'Dyn'	'Env'	'Pres.Act'	'Pres.Hum'	'Pres.Klax'	'Pres.Mob'	'Pres.Nat'
'Adeq'	1,000	0,168	0,008	0,001	0,336	0,006	0,145	0,586	0,500	0,166	0,454	0,392
'Ag.Gl'	0,168	1,000	0,013	0,000	0,518	0,097	0,001	0,094	0,608	0,482	0,682	0,868
'Ag.Ol'	0,008	0,013	1,000	0,004	0,253	0,084	0,437	0,120	0,578	0,129	0,325	0,605
'Ag.Vis'	0,001	0,000	0,004	1,000	0,787	0,003	0,277	0,988	0,220	0,944	0,945	0,300
'Anim'	0,336	0,518	0,253	0,787	1,000	0,126	0,472	0,443	0,305	0,999	0,750	0,664
'Dyn'	0,006	0,097	0,084	0,003	0,126	1,000	0,786	0,605	0,491	0,364	0,020	0,374
'Env'	0,145	0,001	0,437	0,277	0,472	0,786	1,000	0,287	0,806	0,317	0,475	0,618
'Pres.Act'	0,586	0,094	0,120	0,988	0,443	0,605	0,287	1,000	0,650	0,416	0,432	0,021
'Pres.Hum'	0,500	0,608	0,578	0,220	0,305	0,491	0,806	0,650	1,000	0,190	0,155	0,198
'Pres.Klax'	0,166	0,482	0,129	0,944	0,999	0,364	0,317	0,416	0,190	1,000	0,000	0,251
'Pres.Mob'	0,454	0,682	0,325	0,945	0,750	0,020	0,475	0,432	0,155	0,000	1,000	0,094
'Pres.Nat'	0,392	0,868	0,605	0,300	0,664	0,374	0,618	0,021	0,198	0,251	0,094	1,000
'Pres.Ois'	0,299	0,814	0,890	0,156	0,027	0,238	0,033	0,592	0,424	0,302	0,448	0,996
'Pres.PL'	0,166	0,412	0,446	0,860	0,287	0,935	0,413	0,975	0,509	0,018	0,354	0,138
'Pres.VL'	0,135	0,825	0,042	0,567	0,027	0,432	0,510	0,837	0,859	0,327	0,222	0,970
'Sil'	0,109	0,568	0,006	0,050	0,031	0,015	0,972	0,160	0,254	0,230	0,665	0,583
'Son.Act'	0,533	0,896	0,136	0,911	0,946	0,112	0,652	0,000	0,500	0,344	0,318	0,146
'Son.Hum'	0,125	0,264	0,148	0,004	0,004	0,000	0,591	0,848	0,020	0,183	0,074	0,252
'Son.Klax'	0,702	0,825	0,204	0,843	0,573	0,630	0,393	0,313	0,376	0,000	0,007	0,298
'Son.Mob'	0,362	0,342	0,328	0,887	0,885	0,046	0,263	0,353	0,600	0,000	0,000	0,107
'Son.Nat'	0,947	0,919	0,763	0,537	0,539	0,740	0,477	0,082	0,202	0,943	0,370	0,000
'Son.Ois'	0,175	0,118	0,972	0,337	0,025	0,662	0,759	0,413	0,509	0,881	0,855	0,247
'Son.PL'	0,073	0,306	0,414	0,759	0,241	0,473	0,564	0,865	0,299	0,000	0,001	0,139
'Son.VL'	0,014	0,510	0,307	0,370	0,852	0,095	0,847	0,458	0,744	0,081	0,261	0,836
'Surp'	0,030	0,859	0,325	0,761	0,003	0,729	0,977	0,612	0,025	0,752	0,898	0,605

R	'Pres.Ois'	'Pres.PL'	'Pres.VL'	'Sil'	'Son.Act'	'Son.Hum'	'Son.Klax'	'Son.Mob'	'Son.Nat'	'Son.Ois'	'Son.PL'	'Son.VL'	'Surp'
'Adeq'	0,168	-0,223	-0,240	0,257	0,101	-0,246	-0,062	-0,148	-0,011	0,219	-0,287	-0,384	-0,343
'Ag.Gl'	0,038	0,133	0,036	0,093	0,021	-0,181	0,036	0,154	-0,017	0,251	0,166	0,107	-0,029
'Ag.Ol'	-0,022	-0,124	-0,322	0,427	0,240	-0,233	-0,205	-0,159	-0,049	-0,006	-0,133	-0,166	0,160
'Ag.Vis'	-0,229	0,029	-0,093	0,312	-0,018	-0,448	-0,032	-0,023	0,101	0,156	0,050	-0,145	-0,050
'Anim'	0,351	0,173	0,350	-0,342	-0,011	0,449	-0,092	-0,024	0,100	0,354	0,190	0,030	-0,457
'Dyn'	0,191	0,013	0,128	-0,383	-0,255	0,658	0,079	0,317	0,054	-0,071	0,117	0,268	0,056
'Env'	0,337	0,133	0,107	-0,006	-0,073	0,088	0,139	0,181	-0,116	0,050	0,094	-0,031	-0,005
'Pres.Act'	-0,087	0,005	0,034	-0,226	0,629	0,031	-0,164	-0,151	-0,279	-0,133	-0,028	-0,121	-0,083
'Pres.Hum'	0,130	0,108	0,029	-0,185	-0,110	0,367	0,144	0,086	0,206	0,107	0,168	-0,053	-0,354
'Pres.Klax'	-0,167	0,373	0,159	-0,194	-0,154	0,215	0,733	0,588	0,012	0,024	0,772	0,279	-0,051
'Pres.Mob'	-0,124	0,151	0,198	-0,071	-0,162	0,285	0,423	0,671	0,146	-0,030	0,516	0,182	0,021
'Pres.Nat'	0,001	0,239	-0,006	-0,089	-0,234	-0,185	0,169	0,259	0,531	0,187	0,238	0,034	0,084
'Pres.Ois'	1,000	0,010	0,246	-0,100	-0,222	0,287	-0,153	-0,281	0,044	0,422	-0,088	-0,124	-0,132
'Pres.PL'	0,010	1,000	0,188	-0,331	-0,086	0,149	0,167	0,187	-0,084	-0,080	0,685	-0,021	-0,002
'Pres.VL'	0,246	0,188	1,000	-0,190	-0,058	0,215	0,072	0,126	-0,144	0,095	0,248	0,264	-0,174
'Sil'	-0,100	-0,331	-0,190	1,000	0,094	-0,304	-0,181	-0,191	-0,116	-0,053	-0,307	-0,227	0,189
'Son.Act'	-0,222	-0,086	-0,058	0,094	1,000	-0,178	-0,190	-0,178	-0,382	-0,321	-0,099	-0,195	0,147
'Son.Hum'	0,287	0,149	0,215	-0,304	-0,178	1,000	0,052	0,242	-0,061	0,059	0,240	0,154	-0,306
'Son.Klax'	-0,153	0,167	0,072	-0,181	-0,190	0,052	1,000	0,617	0,161	0,051	0,329	0,342	-0,090
'Son.Mob'	-0,281	0,187	0,126	-0,191	-0,178	0,242	0,617	1,000	0,027	-0,056	0,393	0,372	-0,011
'Son.Nat'	0,044	-0,084	-0,144	-0,116	-0,382	-0,061	0,161	0,027	1,000	0,405	-0,072	0,154	-0,014
'Son.Ois'	0,422	-0,080	0,095	-0,053	-0,321	0,059	0,051	-0,056	0,405	1,000	-0,023	0,063	-0,157
'Son.PL'	-0,088	0,685	0,248	-0,307	-0,099	0,240	0,329	0,393	-0,072	-0,023	1,000	0,139	-0,023
'Son.VL'	-0,124	-0,021	0,264	-0,227	-0,195	0,154	0,342	0,372	0,154	0,063	0,139	1,000	0,029
'Surp'	-0,132	-0,002	-0,174	0,189	0,147	-0,306	-0,090	-0,011	-0,014	-0,157	-0,023	0,029	1,000

p	'Pres.Ois'	'Pres.PL'	'Pres.VL'	'Sil'	'Son.Act'	'Son.Hum'	'Son.Klax'	'Son.Mob'	'Son.Nat'	'Son.Ois'	'Son.PL'	'Son.VL'	'Surp'
'Adeq'	0,299	0,166	0,135	0,109	0,533	0,125	0,702	0,362	0,947	0,175	0,073	0,014	0,030
'Ag.Gl'	0,814	0,412	0,825	0,568	0,896	0,264	0,825	0,342	0,919	0,118	0,306	0,510	0,859
'Ag.Ol'	0,890	0,446	0,042	0,006	0,136	0,148	0,204	0,328	0,763	0,972	0,414	0,307	0,325
'Ag.Vis'	0,156	0,860	0,567	0,050	0,911	0,004	0,843	0,887	0,537	0,337	0,759	0,370	0,761
'Anim'	0,027	0,287	0,027	0,031	0,946	0,004	0,573	0,885	0,539	0,025	0,241	0,852	0,003
'Dyn'	0,238	0,935	0,432	0,015	0,112	0,000	0,630	0,046	0,740	0,662	0,473	0,095	0,729
'Env'	0,033	0,413	0,510	0,972	0,652	0,591	0,393	0,263	0,477	0,759	0,564	0,847	0,977
'Pres.Act'	0,592	0,975	0,837	0,160	0,000	0,848	0,313	0,353	0,082	0,413	0,865	0,458	0,612
'Pres.Hum'	0,424	0,509	0,859	0,254	0,500	0,020	0,376	0,600	0,202	0,509	0,299	0,744	0,025
'Pres.Klax'	0,302	0,018	0,327	0,230	0,344	0,183	0,000	0,000	0,943	0,881	0,000	0,081	0,752
'Pres.Mob'	0,448	0,354	0,222	0,665	0,318	0,074	0,007	0,000	0,370	0,855	0,001	0,261	0,898
'Pres.Nat'	0,996	0,138	0,970	0,583	0,146	0,252	0,298	0,107	0,000	0,247	0,139	0,836	0,605
'Pres.Ois'	1,000	0,951	0,127	0,539	0,169	0,072	0,347	0,079	0,786	0,007	0,591	0,446	0,416
'Pres.PL'	0,951	1,000	0,246	0,037	0,597	0,358	0,302	0,248	0,606	0,625	0,000	0,896	0,991
'Pres.VL'	0,127	0,246	1,000	0,240	0,723	0,182	0,659	0,439	0,375	0,560	0,123	0,100	0,283
'Sil'	0,539	0,037	0,240	1,000	0,563	0,057	0,264	0,239	0,478	0,743	0,054	0,158	0,244
'Son.Act'	0,169	0,597	0,723	0,563	1,000	0,273	0,240	0,273	0,015	0,044	0,543	0,228	0,366
'Son.Hum'	0,072	0,358	0,182	0,057	0,273	1,000	0,751	0,133	0,707	0,716	0,135	0,344	0,055
'Son.Klax'	0,347	0,302	0,659	0,264	0,240	0,751	1,000	0,000	0,322	0,754	0,038	0,031	0,580
'Son.Mob'	0,079	0,248	0,439	0,239	0,273	0,133	0,000	1,000	0,871	0,729	0,012	0,018	0,947
'Son.Nat'	0,786	0,606	0,375	0,478	0,015	0,707	0,322	0,871	1,000	0,010	0,659	0,342	0,934
'Son.Ois'	0,007	0,625	0,560	0,743	0,044	0,716	0,754	0,729	0,010	1,000	0,889	0,700	0,333
'Son.PL'	0,591	0,000	0,123	0,054	0,543	0,135	0,038	0,012	0,659	0,889	1,000	0,392	0,890
'Son.VL'	0,446	0,896	0,100	0,158	0,228	0,344	0,031	0,018	0,342	0,700	0,392	1,000	0,859
'Surp'	0,416	0,991	0,283	0,244	0,366	0,055	0,580	0,947	0,934	0,333	0,890	0,859	1,000

## Tables des corrélations (R et p) - transition côté parc TPAR

R	'Adeq'	'Ag.Gl'	'Ag.Ol'	'Ag.Vis'	'Anim'	'Dyn'	'Env'	'Pres.Act'	'Pres.Hum'	'Pres.Klax'	'Pres.Mob'	'Pres.Nat'
'Adeq'	1,000	0,084	0,140	0,132	0,183	0,184	0,101	0,213	-0,009	-0,181	-0,071	0,022
'Ag.Gl'	0,084	1,000	0,007	0,482	-0,196	-0,230	-0,147	0,123	-0,079	0,105	0,023	0,058
'Ag.Ol'	0,140	0,007	1,000	0,296	0,082	-0,205	-0,091	0,214	0,313	-0,191	-0,074	-0,015
'Ag.Vis'	0,132	0,482	0,296	1,000	-0,124	-0,143	-0,090	0,131	-0,048	0,043	-0,030	0,292
'Anim'	0,183	-0,196	0,082	-0,124	1,000	-0,072	0,204	-0,003	0,413	-0,117	0,005	-0,218
'Dyn'	0,184	-0,230	-0,205	-0,143	-0,072	1,000	0,091	-0,051	-0,032	0,057	0,058	0,212
'Env'	0,101	-0,147	-0,091	-0,090	0,204	0,091	1,000	-0,063	0,204	0,114	0,172	-0,029
'Pres.Act'	0,213	0,123	0,214	0,131	-0,003	-0,051	-0,063	1,000	0,211	-0,001	-0,142	-0,196
'Pres.Hum'	-0,009	-0,079	0,313	-0,048	0,413	-0,032	0,204	0,211	1,000	-0,129	-0,153	0,041
'Pres.Klax'	-0,181	0,105	-0,191	0,043	-0,117	0,057	0,114	-0,001	-0,129	1,000	0,420	-0,103
'Pres.Mob'	-0,071	0,023	-0,074	-0,030	0,005	0,058	0,172	-0,142	-0,153	0,420	1,000	-0,016
'Pres.Nat'	0,022	0,058	-0,015	0,292	-0,218	0,212	-0,029	-0,196	0,041	-0,103	-0,016	1,000
'Pres.Ois'	0,139	-0,029	0,187	-0,067	0,074	-0,087	-0,070	0,056	0,210	-0,359	-0,231	-0,055
'Pres.PL'	-0,173	-0,017	-0,065	0,116	-0,232	0,138	-0,048	0,134	0,104	0,495	0,396	0,028
'Pres.VL'	-0,002	-0,002	-0,048	0,087	-0,152	0,027	-0,238	0,045	0,058	0,095	0,142	0,039
'Sil'	-0,003	0,487	0,120	0,262	-0,511	-0,182	-0,231	-0,017	-0,330	-0,027	-0,077	0,091
'Son.Act'	0,261	0,133	0,283	0,154	0,096	0,060	0,049	0,822	0,233	-0,053	-0,136	-0,211
'Son.Hum'	0,082	-0,344	0,066	-0,256	0,312	0,371	0,123	0,288	0,566	-0,057	-0,089	0,123
'Son.Klax'	0,022	-0,071	-0,062	0,058	0,051	0,131	0,183	0,088	0,116	0,831	0,320	-0,078
'Son.Mob'	-0,131	-0,085	-0,051	0,028	0,088	0,074	0,268	-0,163	-0,064	0,433	0,870	-0,049
'Son.Nat'	0,072	-0,017	-0,076	0,038	-0,127	0,269	0,010	0,036	0,077	-0,009	0,113	0,482
'Son.Ois'	0,331	-0,135	0,209	-0,242	-0,145	0,298	-0,096	0,003	-0,152	-0,222	-0,180	0,029
'Son.PL'	-0,149	-0,058	-0,211	-0,003	-0,108	0,257	0,034	0,235	0,191	0,396	0,267	-0,040
'Son.VL'	0,136	-0,111	-0,284	-0,086	-0,012	0,353	-0,058	0,185	-0,041	0,166	0,316	0,035
'Surp'	-0,072	-0,022	-0,373	0,100	-0,211	0,265	0,230	-0,035	-0,198	-0,023	-0,033	0,026

p	'Adeq'	'Ag.Gl'	'Ag.Ol'	'Ag.Vis'	'Anim'	'Dyn'	'Env'	'Pres.Act'	'Pres.Hum'	'Pres.Klax'	'Pres.Mob'	'Pres.Nat'
'Adeq'	1,000	0,607	0,389	0,417	0,258	0,255	0,536	0,186	0,958	0,264	0,663	0,893
'Ag.Gl'	0,607	1,000	0,967	0,002	0,224	0,154	0,366	0,451	0,630	0,519	0,886	0,721
'Ag.Ol'	0,389	0,967	1,000	0,064	0,613	0,205	0,575	0,185	0,049	0,239	0,649	0,927
'Ag.Vis'	0,417	0,002	0,064	1,000	0,445	0,379	0,581	0,419	0,767	0,794	0,853	0,068
'Anim'	0,258	0,224	0,613	0,445	1,000	0,658	0,206	0,984	0,008	0,473	0,975	0,177
'Dyn'	0,255	0,154	0,205	0,379	0,658	1,000	0,578	0,753	0,844	0,727	0,722	0,188
'Env'	0,536	0,366	0,575	0,581	0,206	0,578	1,000	0,700	0,207	0,483	0,287	0,861
'Pres.Act'	0,186	0,451	0,185	0,419	0,984	0,753	0,700	1,000	0,191	0,994	0,382	0,225
'Pres.Hum'	0,958	0,630	0,049	0,767	0,008	0,844	0,207	0,191	1,000	0,426	0,347	0,802
'Pres.Klax'	0,264	0,519	0,239	0,794	0,473	0,727	0,483	0,994	0,426	1,000	0,007	0,528
'Pres.Mob'	0,663	0,886	0,649	0,853	0,975	0,722	0,287	0,382	0,347	0,007	1,000	0,921
'Pres.Nat'	0,893	0,721	0,927	0,068	0,177	0,188	0,861	0,225	0,802	0,528	0,921	1,000
'Pres.Ois'	0,393	0,860	0,247	0,681	0,651	0,595	0,667	0,734	0,192	0,023	0,151	0,736
'Pres.PL'	0,284	0,919	0,692	0,474	0,149	0,397	0,767	0,411	0,521	0,001	0,012	0,865
'Pres.VL'	0,991	0,991	0,771	0,595	0,349	0,868	0,139	0,783	0,723	0,562	0,382	0,810
'Sil'	0,986	0,001	0,461	0,102	0,001	0,262	0,152	0,916	0,038	0,868	0,639	0,575
'Son.Act'	0,104	0,412	0,076	0,342	0,556	0,715	0,762	0,000	0,147	0,746	0,403	0,191
'Son.Hum'	0,613	0,030	0,687	0,110	0,050	0,018	0,449	0,072	0,000	0,725	0,586	0,449
'Son.Klax'	0,892	0,663	0,705	0,724	0,755	0,420	0,260	0,589	0,477	0,000	0,044	0,632
'Son.Mob'	0,422	0,601	0,755	0,866	0,589	0,652	0,095	0,314	0,693	0,005	0,000	0,762
'Son.Nat'	0,659	0,919	0,643	0,817	0,433	0,094	0,950	0,825	0,637	0,954	0,487	0,002
'Son.Ois'	0,037	0,406	0,196	0,133	0,373	0,062	0,557	0,986	0,349	0,168	0,267	0,859
'Son.PL'	0,360	0,724	0,191	0,986	0,506	0,109	0,833	0,144	0,238	0,011	0,095	0,805
'Son.VL'	0,402	0,496	0,076	0,596	0,940	0,026	0,722	0,253	0,803	0,307	0,047	0,832
'Surp'	0,660	0,894	0,018	0,538	0,191	0,098	0,154	0,829	0,220	0,890	0,838	0,875



R	'Pres.Ois'	'Pres.PL'	'Pres.VL'	'Sil'	'Son.Act'	'Son.Hum'	'Son.Klax'	'Son.Mob'	'Son.Nat'	'Son.Ois'	'Son.PL'	'Son.VL'	'Surp'
'Adeq'	0,139	-0,173	-0,002	-0,003	0,261	0,082	0,022	-0,131	0,072	0,331	-0,149	0,136	-0,072
'Ag.Gl'	-0,029	-0,017	-0,002	0,487	0,133	-0,344	-0,071	-0,085	-0,017	-0,135	-0,058	-0,111	-0,022
'Ag.Ol'	0,187	-0,065	-0,048	0,120	0,283	0,066	-0,062	-0,051	-0,076	0,209	-0,211	-0,284	-0,373
'Ag.Vis'	-0,067	0,116	0,087	0,262	0,154	-0,256	0,058	0,028	0,038	-0,242	-0,003	-0,086	0,100
'Anim'	0,074	-0,232	-0,152	-0,511	0,096	0,312	0,051	0,088	-0,127	-0,145	-0,108	-0,012	-0,211
'Dyn'	-0,087	0,138	0,027	-0,182	0,060	0,371	0,131	0,074	0,269	0,298	0,257	0,353	0,265
'Env'	-0,070	-0,048	-0,238	-0,231	0,049	0,123	0,183	0,268	0,010	-0,096	0,034	-0,058	0,230
'Pres.Act'	0,056	0,134	0,045	-0,017	0,822	0,288	0,088	-0,163	0,036	0,003	0,235	0,185	-0,035
'Pres.Hum'	0,210	0,104	0,058	-0,330	0,233	0,566	0,116	-0,064	0,077	-0,152	0,191	-0,041	-0,198
'Pres.Klax'	-0,359	0,495	0,095	-0,027	-0,053	-0,057	0,831	0,433	-0,009	-0,222	0,396	0,166	-0,023
'Pres.Mob'	-0,231	0,396	0,142	-0,077	-0,136	-0,089	0,320	0,870	0,113	-0,180	0,267	0,316	-0,033
'Pres.Nat'	-0,055	0,028	0,039	0,091	-0,211	0,123	-0,078	-0,049	0,482	0,029	-0,040	0,035	0,026
'Pres.Ois'	1,000	-0,178	0,406	0,116	0,088	-0,038	-0,299	-0,074	0,006	0,587	-0,060	0,074	0,003
'Pres.PL'	-0,178	1,000	0,344	0,045	0,061	0,105	0,324	0,332	0,267	-0,128	0,700	0,399	0,133
'Pres.VL'	0,406	0,344	1,000	0,097	-0,010	-0,094	0,038	0,198	0,208	0,102	0,362	0,589	-0,109
'Sil'	0,116	0,045	0,097	1,000	-0,172	-0,569	-0,200	-0,128	-0,141	0,257	-0,080	0,013	-0,141
'Son.Act'	0,088	0,061	-0,010	-0,172	1,000	0,362	-0,011	-0,156	-0,041	-0,049	0,206	0,165	0,185
'Son.Hum'	-0,038	0,105	-0,094	-0,569	0,362	1,000	0,084	-0,134	0,193	-0,073	0,221	0,180	-0,101
'Son.Klax'	-0,299	0,324	0,038	-0,200	-0,011	0,084	1,000	0,414	0,083	-0,165	0,362	0,101	-0,122
'Son.Mob'	-0,074	0,332	0,198	-0,128	-0,156	-0,134	0,414	1,000	0,054	-0,109	0,224	0,341	0,111
'Son.Nat'	0,006	0,267	0,208	-0,141	-0,041	0,193	0,083	0,054	1,000	0,110	0,411	0,393	0,124
'Son.Ois'	0,587	-0,128	0,102	0,257	-0,049	-0,073	-0,165	-0,109	0,110	1,000	-0,177	0,028	-0,036
'Son.PL'	-0,060	0,700	0,362	-0,080	0,206	0,221	0,362	0,224	0,411	-0,177	1,000	0,613	0,208
'Son.VL'	0,074	0,399	0,589	0,013	0,165	0,180	0,101	0,341	0,393	0,028	0,613	1,000	0,073
'Surp'	0,003	0,133	-0,109	-0,141	0,185	-0,101	-0,122	0,111	0,124	-0,036	0,208	0,073	1,000

p	'Pres.Ois'	'Pres.PL'	'Pres.VL'	'Sil'	'Son.Act'	'Son.Hum'	'Son.Klax'	'Son.Mob'	'Son.Nat'	'Son.Ois'	'Son.PL'	'Son.VL'	'Surp'
'Adeq'	0,393	0,284	0,991	0,986	0,104	0,613	0,892	0,422	0,659	0,037	0,360	0,402	0,660
'Ag.Gl'	0,860	0,919	0,991	0,001	0,412	0,030	0,663	0,601	0,919	0,406	0,724	0,496	0,894
'Ag.Ol'	0,247	0,692	0,771	0,461	0,076	0,687	0,705	0,755	0,643	0,196	0,191	0,076	0,018
'Ag.Vis'	0,681	0,474	0,595	0,102	0,342	0,110	0,724	0,866	0,817	0,133	0,986	0,596	0,538
'Anim'	0,651	0,149	0,349	0,001	0,556	0,050	0,755	0,589	0,433	0,373	0,506	0,940	0,191
'Dyn'	0,595	0,397	0,868	0,262	0,715	0,018	0,420	0,652	0,094	0,062	0,109	0,026	0,098
'Env'	0,667	0,767	0,139	0,152	0,762	0,449	0,260	0,095	0,950	0,557	0,833	0,722	0,154
'Pres.Act'	0,734	0,411	0,783	0,916	0,000	0,072	0,589	0,314	0,825	0,986	0,144	0,253	0,829
'Pres.Hum'	0,192	0,521	0,723	0,038	0,147	0,000	0,477	0,693	0,637	0,349	0,238	0,803	0,220
'Pres.Klax'	0,023	0,001	0,562	0,868	0,746	0,725	0,000	0,005	0,954	0,168	0,011	0,307	0,890
'Pres.Mob'	0,151	0,012	0,382	0,639	0,403	0,586	0,044	0,000	0,487	0,267	0,095	0,047	0,838
'Pres.Nat'	0,736	0,865	0,810	0,575	0,191	0,449	0,632	0,762	0,002	0,859	0,805	0,832	0,875
'Pres.Ois'	1,000	0,273	0,009	0,476	0,587	0,816	0,061	0,648	0,971	0,000	0,714	0,651	0,984
'Pres.PL'	0,273	1,000	0,030	0,781	0,708	0,518	0,042	0,036	0,095	0,431	0,000	0,011	0,414
'Pres.VL'	0,009	0,030	1,000	0,553	0,952	0,562	0,814	0,220	0,198	0,529	0,022	0,000	0,504
'Sil'	0,476	0,781	0,553	1,000	0,289	0,000	0,216	0,430	0,386	0,109	0,625	0,937	0,384
'Son.Act'	0,587	0,708	0,952	0,289	1,000	0,022	0,947	0,335	0,802	0,766	0,202	0,310	0,252
'Son.Hum'	0,816	0,518	0,562	0,000	0,022	1,000	0,608	0,410	0,234	0,655	0,170	0,267	0,534
'Son.Klax'	0,061	0,042	0,814	0,216	0,947	0,608	1,000	0,008	0,609	0,310	0,022	0,537	0,453
'Son.Mob'	0,648	0,036	0,220	0,430	0,335	0,410	0,008	1,000	0,740	0,503	0,165	0,031	0,497
'Son.Nat'	0,971	0,095	0,198	0,386	0,802	0,234	0,609	0,740	1,000	0,501	0,008	0,012	0,446
'Son.Ois'	0,000	0,431	0,529	0,109	0,766	0,655	0,310	0,503	0,501	1,000	0,275	0,863	0,826
'Son.PL'	0,714	0,000	0,022	0,625	0,202	0,170	0,022	0,165	0,008	0,275	1,000	0,000	0,198
'Son.VL'	0,651	0,011	0,000	0,937	0,310	0,267	0,537	0,031	0,012	0,863	0,000	1,000	0,653
'Surp'	0,984	0,414	0,504	0,384	0,252	0,534	0,453	0,497	0,446	0,826	0,198	0,653	1,000

## Tables des corrélations (R et p) - transition côté boulevard TBOU

R	'Adeq'	'Ag.Gl'	'Ag.Ol'	'Ag.Vis'	'Anim'	'Dyn'	'Env'	'Pres.Act'	'Pres.Hum'	'Pres.Klax'	'Pres.Mob'	'Pres.Nat'
'Adeq'	1,000	0,333	0,264	0,116	-0,403	-0,075	-0,146	0,093	0,033	0,147	0,142	0,030
'Ag.Gl'	0,333	1,000	0,121	0,488	-0,139	-0,136	-0,044	0,456	0,284	0,102	-0,088	0,008
'Ag.Ol'	0,264	0,121	1,000	0,321	0,029	-0,216	-0,006	0,025	-0,127	0,077	0,109	0,006
'Ag.Vis'	0,116	0,488	0,321	1,000	-0,070	-0,165	0,282	0,189	0,134	0,240	-0,079	-0,154
'Anim'	-0,403	-0,139	0,029	-0,070	1,000	-0,249	-0,044	-0,067	0,154	-0,162	0,179	-0,022
'Dyn'	-0,075	-0,136	-0,216	-0,165	-0,249	1,000	-0,249	-0,184	-0,030	0,051	-0,246	-0,018
'Env'	-0,146	-0,044	-0,006	0,282	-0,044	-0,249	1,000	0,163	-0,102	0,183	0,154	-0,178
'Pres.Act'	0,093	0,456	0,025	0,189	-0,067	-0,184	0,163	1,000	0,277	-0,110	0,210	-0,023
'Pres.Hum'	0,033	0,284	-0,127	0,134	0,154	-0,030	-0,102	0,277	1,000	-0,208	0,291	0,173
'Pres.Klax'	0,147	0,102	0,077	0,240	-0,162	0,051	0,183	-0,110	-0,208	1,000	0,010	-0,087
'Pres.Mob'	0,142	-0,088	0,109	-0,079	0,179	-0,246	0,154	0,210	0,291	0,010	1,000	-0,191
'Pres.Nat'	0,030	0,008	0,006	-0,154	-0,022	-0,018	-0,178	-0,023	0,173	-0,087	-0,191	1,000
'Pres.Ois'	0,084	-0,186	-0,320	-0,180	0,085	-0,267	0,197	-0,039	0,136	-0,039	0,404	-0,225
'Pres.PL'	-0,247	0,018	-0,352	-0,100	0,185	-0,072	-0,062	-0,033	0,394	-0,171	0,115	0,074
'Pres.VL'	0,132	0,038	0,050	-0,021	0,060	-0,198	0,026	0,154	0,074	0,336	0,067	-0,127
'Sil'	0,417	0,458	0,079	0,127	-0,174	-0,079	-0,152	0,276	0,081	-0,142	0,188	0,123
'Son.Act'	0,091	0,446	0,005	0,163	-0,055	-0,151	0,175	0,933	0,161	-0,083	0,183	-0,045
'Son.Hum'	0,119	0,411	0,104	0,192	-0,060	-0,134	-0,013	0,347	0,727	-0,181	0,196	0,202
'Son.Klax'	0,097	0,036	-0,017	0,159	-0,193	-0,122	0,375	0,216	-0,160	0,706	0,037	0,012
'Son.Mob'	0,020	0,024	0,121	0,214	0,180	-0,405	0,198	0,317	0,299	-0,052	0,785	-0,115
'Son.Nat'	-0,131	0,153	0,086	-0,076	0,114	-0,081	-0,086	0,015	0,254	0,013	-0,148	0,712
'Son.Ois'	0,142	-0,154	-0,119	-0,064	0,104	-0,250	0,173	-0,091	-0,184	0,223	0,228	-0,260
'Son.PL'	-0,091	0,150	-0,112	-0,026	0,067	-0,048	0,027	0,282	0,322	-0,161	0,374	-0,023
'Son.VL'	-0,272	-0,086	-0,179	0,000	0,332	0,068	-0,107	-0,011	0,012	0,103	-0,069	0,052
'Surp'	-0,084	-0,373	0,060	-0,161	-0,478	0,402	-0,011	-0,186	-0,282	0,084	-0,173	0,002

p	'Adeq'	'Ag.Gl'	'Ag.Ol'	'Ag.Vis'	'Anim'	'Dyn'	'Env'	'Pres.Act'	'Pres.Hum'	'Pres.Klax'	'Pres.Mob'	'Pres.Nat'
'Adeq'	1,000	0,036	0,100	0,478	0,010	0,647	0,369	0,569	0,839	0,366	0,382	0,854
'Ag.Gl'	0,036	1,000	0,457	0,001	0,394	0,402	0,789	0,003	0,076	0,529	0,591	0,963
'Ag.Ol'	0,100	0,457	1,000	0,044	0,857	0,182	0,971	0,881	0,434	0,638	0,502	0,970
'Ag.Vis'	0,478	0,001	0,044	1,000	0,669	0,309	0,078	0,242	0,409	0,136	0,628	0,343
'Anim'	0,010	0,394	0,857	0,669	1,000	0,121	0,786	0,681	0,342	0,316	0,269	0,895
'Dyn'	0,647	0,402	0,182	0,309	0,121	1,000	0,121	0,257	0,852	0,756	0,126	0,915
'Env'	0,369	0,789	0,971	0,078	0,786	0,121	1,000	0,315	0,529	0,258	0,344	0,272
'Pres.Act'	0,569	0,003	0,881	0,242	0,681	0,257	0,315	1,000	0,083	0,498	0,193	0,890
'Pres.Hum'	0,839	0,076	0,434	0,409	0,342	0,852	0,529	0,083	1,000	0,198	0,068	0,287
'Pres.Klax'	0,366	0,529	0,638	0,136	0,316	0,756	0,258	0,498	0,198	1,000	0,951	0,594
'Pres.Mob'	0,382	0,591	0,502	0,628	0,269	0,126	0,344	0,193	0,068	0,951	1,000	0,239
'Pres.Nat'	0,854	0,963	0,970	0,343	0,895	0,915	0,272	0,890	0,287	0,594	0,239	1,000
'Pres.Ois'	0,606	0,250	0,044	0,267	0,604	0,096	0,222	0,811	0,403	0,809	0,010	0,162
'Pres.PL'	0,124	0,914	0,026	0,540	0,253	0,658	0,704	0,841	0,012	0,292	0,478	0,651
'Pres.VL'	0,415	0,814	0,759	0,899	0,714	0,220	0,876	0,341	0,652	0,034	0,683	0,436
'Sil'	0,008	0,003	0,628	0,435	0,283	0,627	0,350	0,085	0,618	0,382	0,246	0,448
'Son.Act'	0,578	0,004	0,976	0,314	0,736	0,352	0,279	0,000	0,322	0,610	0,258	0,784
'Son.Hum'	0,465	0,008	0,522	0,236	0,714	0,409	0,934	0,028	0,000	0,263	0,225	0,212
'Son.Klax'	0,553	0,824	0,919	0,326	0,234	0,455	0,017	0,181	0,324	0,000	0,820	0,942
'Son.Mob'	0,904	0,886	0,458	0,185	0,266	0,010	0,220	0,047	0,061	0,751	0,000	0,481
'Son.Nat'	0,420	0,347	0,596	0,642	0,483	0,619	0,600	0,929	0,114	0,935	0,361	0,000
'Son.Ois'	0,383	0,342	0,466	0,694	0,522	0,120	0,285	0,577	0,256	0,167	0,157	0,105
'Son.PL'	0,576	0,357	0,491	0,872	0,682	0,770	0,868	0,078	0,043	0,320	0,018	0,887
'Son.VL'	0,089	0,599	0,268	1,000	0,037	0,679	0,510	0,946	0,943	0,527	0,670	0,750
'Surp'	0,606	0,018	0,714	0,322	0,002	0,010	0,947	0,251	0,078	0,607	0,286	0,989

'Anim'	0,085	0,185	0,060	-0,174	-0,055	-0,060	-0,193	0,180	0,114	0,104	0,067	0,332	-0,478
'Dyn'	-0,267	-0,072	-0,198	-0,079	-0,151	-0,134	-0,122	-0,405	-0,081	-0,250	-0,048	0,068	0,402
'Env'	0,197	-0,062	0,026	-0,152	0,175	-0,013	0,375	0,198	-0,086	0,173	0,027	-0,107	-0,011
'Pres.Act'	-0,039	-0,033	0,154	0,276	0,933	0,347	0,216	0,317	0,015	-0,091	0,282	-0,011	-0,186
'Pres.Hum'	0,136	0,394	0,074	0,081	0,161	0,727	-0,160	0,299	0,254	-0,184	0,322	0,012	-0,282
'Pres.Klax'	-0,039	-0,171	0,336	-0,142	-0,083	-0,181	0,706	-0,052	0,013	0,223	-0,161	0,103	0,084
'Pres.Mob'	0,404	0,115	0,067	0,188	0,183	0,196	0,037	0,785	-0,148	0,228	0,374	-0,069	-0,173
'Pres.Nat'	-0,225	0,074	-0,127	0,123	-0,045	0,202	0,012	-0,115	0,712	-0,260	-0,023	0,052	0,002
'Pres.Ois'	1,000	0,301	0,204	0,082	0,098	0,158	0,207	0,286	-0,191	0,713	0,026	0,000	-0,195
'Pres.PL'	0,301	1,000	-0,117	0,127	0,003	0,324	-0,124	0,212	0,034	0,036	0,683	0,165	-0,180
'Pres.VL'	0,204	-0,117	1,000	-0,298	0,165	0,151	0,392	-0,139	0,149	0,160	-0,123	0,231	-0,347
'Sil'	0,082	0,127	-0,298	1,000	0,279	0,244	-0,085	0,229	-0,061	0,095	0,269	-0,237	0,102
'Son.Act'	0,098	0,003	0,165	0,279	1,000	0,288	0,295	0,315	-0,002	-0,001	0,250	0,078	-0,211
'Son.Hum'	0,158	0,324	0,151	0,244	0,288	1,000	-0,109	0,184	0,279	-0,109	0,248	0,053	-0,308
'Son.Klax'	0,207	-0,124	0,392	-0,085	0,295	-0,109	1,000	0,032	-0,020	0,175	-0,119	0,045	-0,007
'Son.Mob'	0,286	0,212	-0,139	0,229	0,315	0,184	0,032	1,000	-0,079	0,140	0,475	0,059	-0,191
'Son.Nat'	-0,191	0,034	0,149	-0,061	-0,002	0,279	-0,020	-0,079	1,000	-0,215	-0,019	0,003	-0,203
'Son.Ois'	0,713	0,036	0,160	0,095	-0,001	-0,109	0,175	0,140	-0,215	1,000	-0,101	0,047	-0,111
'Son.PL'	0,026	0,683	-0,123	0,269	0,250	0,248	-0,119	0,475	-0,019	-0,101	1,000	-0,009	-0,168
'Son.VL'	0,000	0,165	0,231	-0,237	0,078	0,053	0,045	0,059	0,003	0,047	-0,009	1,000	-0,194
'Surp'	-0,195	-0,180	-0,347	0,102	-0,211	-0,308	-0,007	-0,191	-0,203	-0,111	-0,168	-0,194	1,000

p	'Pres.Ois'	'Pres.PL'	'Pres.VL'	'Sil'	'Son.Act'	'Son.Hum'	'Son.Klax'	'Son.Mob'	'Son.Nat'	'Son.Ois'	'Son.PL'	'Son.VL'	'Surp'
'Adeq'	0,606	0,124	0,415	0,008	0,578	0,465	0,553	0,904	0,420	0,383	0,576	0,089	0,606
'Ag.GI'	0,250	0,914	0,814	0,003	0,004	0,008	0,824	0,886	0,347	0,342	0,357	0,599	0,018
'Ag.OI'	0,044	0,026	0,759	0,628	0,976	0,522	0,919	0,458	0,596	0,466	0,491	0,268	0,714
'Ag.Vis'	0,267	0,540	0,899	0,435	0,314	0,236	0,326	0,185	0,642	0,694	0,872	1,000	0,322
'Anim'	0,604	0,253	0,714	0,283	0,736	0,714	0,234	0,266	0,483	0,522	0,682	0,037	0,002
'Dyn'	0,096	0,658	0,220	0,627	0,352	0,409	0,455	0,010	0,619	0,120	0,770	0,679	0,010
'Env'	0,222	0,704	0,876	0,350	0,279	0,934	0,017	0,220	0,600	0,285	0,868	0,510	0,947
'Pres.Act'	0,811	0,841	0,341	0,085	0,000	0,028	0,181	0,047	0,929	0,577	0,078	0,946	0,251
'Pres.Hum'	0,403	0,012	0,652	0,618	0,322	0,000	0,324	0,061	0,114	0,256	0,043	0,943	0,078
'Pres.Klax'	0,809	0,292	0,034	0,382	0,610	0,263	0,000	0,751	0,935	0,167	0,320	0,527	0,607
'Pres.Mob'	0,010	0,478	0,683	0,246	0,258	0,225	0,820	0,000	0,361	0,157	0,018	0,670	0,286
'Pres.Nat'	0,162	0,651	0,436	0,448	0,784	0,212	0,942	0,481	0,000	0,105	0,887	0,750	0,989
'Pres.Ois'	1,000	0,059	0,206	0,617	0,545	0,331	0,201	0,074	0,237	0,000	0,873	0,998	0,228
'Pres.PL'	0,059	1,000	0,471	0,435	0,985	0,041	0,444	0,189	0,833	0,825	0,000	0,310	0,266
'Pres.VL'	0,206	0,471	1,000	0,062	0,308	0,353	0,012	0,391	0,360	0,324	0,451	0,152	0,028
'Sil'	0,617	0,435	0,062	1,000	0,081	0,129	0,600	0,154	0,707	0,558	0,093	0,142	0,533
'Son.Act'	0,545	0,985	0,308	0,081	1,000	0,071	0,065	0,048	0,990	0,996	0,121	0,630	0,192
'Son.Hum'	0,331	0,041	0,353	0,129	0,071	1,000	0,503	0,256	0,081	0,502	0,122	0,744	0,053
'Son.Klax'	0,201	0,444	0,012	0,600	0,065	0,503	1,000	0,845	0,903	0,281	0,464	0,783	0,967
'Son.Mob'	0,074	0,189	0,391	0,154	0,048	0,256	0,845	1,000	0,627	0,390	0,002	0,719	0,239
'Son.Nat'	0,237	0,833	0,360	0,707	0,990	0,081	0,903	0,627	1,000	0,182	0,908	0,984	0,209
'Son.Ois'	0,000	0,825	0,324	0,558	0,996	0,502	0,281	0,390	0,182	1,000	0,534	0,775	0,495
'Son.PL'	0,873	0,000	0,451	0,093	0,121	0,122	0,464	0,002	0,908	0,534	1,000	0,956	0,301
'Son.VL'	0,998	0,310	0,152	0,142	0,630	0,744	0,783	0,719	0,984	0,775	0,956	1,000	0,229
'Surp'	0,228	0,266	0,028	0,533	0,192	0,053	0,967	0,239	0,209	0,495	0,301	0,229	1,000

## Tables des corrélations (R et p) - boulevard à Lyon BOUL

R	'Adeq'	'Ag.Gl'	'Ag.Ol'	'Ag.Vis'	'Anim'	'Dyn'	'Env'	'Pres.Act'	'Pres.Hum'	'Pres.Klax'	'Pres.Mob'	'Pres.Nat'
'Adeq'	1,000	0,526	0,217	0,443	0,156	-0,066	0,217	0,129	-0,156	-0,063	-0,013	-0,286
'Ag.Gl'	0,526	1,000	0,463	0,568	-0,125	-0,234	-0,147	-0,023	-0,141	-0,139	-0,248	-0,202
'Ag.Ol'	0,217	0,463	1,000	0,560	0,095	-0,263	-0,226	0,048	-0,358	-0,140	-0,350	-0,076
'Ag.Vis'	0,443	0,568	0,560	1,000	0,176	-0,447	0,027	0,106	-0,258	-0,040	-0,254	-0,324
'Anim'	0,156	-0,125	0,095	0,176	1,000	0,000	0,209	-0,122	0,189	-0,091	0,259	0,072
'Dyn'	-0,066	-0,234	-0,263	-0,447	0,000	1,000	0,021	0,119	0,001	-0,030	0,271	0,294
'Env'	0,217	-0,147	-0,226	0,027	0,209	0,021	1,000	0,178	0,167	-0,082	0,048	0,015
'Pres.Act'	0,129	-0,023	0,048	0,106	-0,122	0,119	0,178	1,000	-0,360	0,054	0,062	-0,166
'Pres.Hum'	-0,156	-0,141	-0,358	-0,258	0,189	0,001	0,167	-0,360	1,000	0,269	0,220	0,319
'Pres.Klax'	-0,063	-0,139	-0,140	-0,040	-0,091	-0,030	-0,082	0,054	0,269	1,000	0,289	-0,077
'Pres.Mob'	-0,013	-0,248	-0,350	-0,254	0,259	0,271	0,048	0,062	0,220	0,289	1,000	0,140
'Pres.Nat'	-0,286	-0,202	-0,076	-0,324	0,072	0,294	0,015	-0,166	0,319	-0,077	0,140	1,000
'Pres.Ois'	-0,015	0,021	-0,069	-0,170	-0,030	0,071	-0,025	0,037	0,237	0,087	0,207	-0,024
'Pres.PL'	-0,029	-0,261	-0,179	-0,234	-0,130	0,022	0,231	0,446	0,175	0,490	0,340	-0,023
'Pres.VL'	-0,240	-0,483	-0,287	-0,403	0,030	0,039	0,059	0,033	0,195	0,102	-0,057	0,202
'Sil'	0,182	0,374	0,222	0,168	-0,101	0,073	-0,019	-0,199	0,146	0,071	0,135	-0,076
'Son.Act'	0,154	-0,055	-0,054	0,092	-0,086	0,167	0,134	0,892	-0,372	-0,031	0,202	-0,199
'Son.Hum'	0,139	0,004	-0,112	0,031	0,226	0,091	0,120	-0,267	0,297	0,200	0,140	0,149
'Son.Klax'	-0,074	-0,184	-0,262	-0,101	0,064	-0,070	0,047	0,020	0,170	0,588	0,326	-0,093
'Son.Mob'	-0,016	-0,041	-0,119	-0,104	0,178	0,104	-0,041	-0,064	0,002	0,084	0,694	0,006
'Son.Nat'	-0,208	-0,218	-0,054	-0,285	0,116	0,270	0,282	-0,162	0,209	-0,276	-0,016	0,762
'Son.Ois'	0,116	-0,002	0,123	0,029	0,074	0,043	-0,026	0,155	-0,153	-0,044	0,064	-0,018
'Son.PL'	0,007	-0,347	-0,233	-0,310	-0,029	0,071	0,218	0,242	0,172	0,182	0,320	0,122
'Son.VL'	-0,185	-0,126	-0,174	-0,216	-0,035	0,127	-0,155	0,103	0,276	0,250	0,153	0,155
'Surp'	0,283	0,113	-0,087	0,167	0,047	0,097	0,155	-0,039	-0,128	-0,084	-0,017	-0,066

p	'Adeq'	'Ag.Gl'	'Ag.Ol'	'Ag.Vis'	'Anim'	'Dyn'	'Env'	'Pres.Act'	'Pres.Hum'	'Pres.Klax'	'Pres.Mob'	'Pres.Nat'
'Adeq'	1,000	0,000	0,178	0,004	0,338	0,684	0,179	0,426	0,337	0,700	0,936	0,074
'Ag.Gl'	0,000	1,000	0,003	0,000	0,442	0,146	0,365	0,890	0,384	0,391	0,123	0,211
'Ag.Ol'	0,178	0,003	1,000	0,000	0,561	0,102	0,161	0,769	0,023	0,389	0,027	0,641
'Ag.Vis'	0,004	0,000	0,000	1,000	0,278	0,004	0,868	0,516	0,108	0,808	0,114	0,041
'Anim'	0,338	0,442	0,561	0,278	1,000	0,999	0,195	0,453	0,243	0,577	0,107	0,657
'Dyn'	0,684	0,146	0,102	0,004	0,999	1,000	0,898	0,465	0,996	0,853	0,090	0,065
'Env'	0,179	0,365	0,161	0,868	0,195	0,898	1,000	0,272	0,304	0,614	0,768	0,928
'Pres.Act'	0,426	0,890	0,769	0,516	0,453	0,465	0,272	1,000	0,022	0,742	0,704	0,305
'Pres.Hum'	0,337	0,384	0,023	0,108	0,243	0,996	0,304	0,022	1,000	0,093	0,173	0,045
'Pres.Klax'	0,700	0,391	0,389	0,808	0,577	0,853	0,614	0,742	0,093	1,000	0,071	0,637
'Pres.Mob'	0,936	0,123	0,027	0,114	0,107	0,090	0,768	0,704	0,173	0,071	1,000	0,390
'Pres.Nat'	0,074	0,211	0,641	0,041	0,657	0,065	0,928	0,305	0,045	0,637	0,390	1,000
'Pres.Ois'	0,925	0,900	0,673	0,294	0,855	0,664	0,877	0,820	0,142	0,593	0,199	0,884
'Pres.PL'	0,858	0,104	0,268	0,146	0,425	0,892	0,151	0,004	0,280	0,001	0,032	0,887
'Pres.VL'	0,136	0,002	0,073	0,010	0,855	0,809	0,719	0,842	0,228	0,532	0,729	0,212
'Sil'	0,261	0,017	0,169	0,299	0,537	0,654	0,907	0,218	0,370	0,661	0,406	0,642
'Son.Act'	0,344	0,737	0,741	0,573	0,596	0,303	0,409	0,000	0,018	0,852	0,211	0,218
'Son.Hum'	0,392	0,982	0,492	0,848	0,161	0,575	0,459	0,096	0,063	0,217	0,390	0,359
'Son.Klax'	0,648	0,256	0,103	0,534	0,695	0,669	0,772	0,903	0,294	0,000	0,040	0,569
'Son.Mob'	0,924	0,800	0,464	0,523	0,271	0,522	0,800	0,693	0,990	0,607	0,000	0,969
'Son.Nat'	0,199	0,176	0,738	0,075	0,477	0,092	0,078	0,317	0,196	0,084	0,922	0,000
'Son.Ois'	0,478	0,990	0,449	0,861	0,649	0,791	0,875	0,338	0,346	0,788	0,693	0,912
'Son.PL'	0,965	0,028	0,147	0,052	0,861	0,665	0,177	0,132	0,289	0,260	0,044	0,452
'Son.VL'	0,254	0,440	0,283	0,180	0,831	0,433	0,339	0,527	0,085	0,120	0,346	0,339
'Surp'	0,077	0,486	0,593	0,304	0,775	0,552	0,339	0,813	0,430	0,608	0,915	0,685

R	'Pres.Ois'	'Pres.PL'	'Pres.VL'	'Sil'	'Son.Act'	'Son.Hum'	'Son.Klax'	'Son.Mob'	'Son.Nat'	'Son.Ois'	'Son.PL'	'Son.VL'	'Surp'
'Adeq'	-0,015	-0,029	-0,240	0,182	0,154	0,139	-0,074	-0,016	-0,208	0,116	0,007	-0,185	0,283
'Ag.GI'	0,021	-0,261	-0,483	0,374	-0,055	0,004	-0,184	-0,041	-0,218	-0,002	-0,347	-0,126	0,113
'Ag.OI'	-0,069	-0,179	-0,287	0,222	-0,054	-0,112	-0,262	-0,119	-0,054	0,123	-0,233	-0,174	-0,087
'Ag.Vis'	-0,170	-0,234	-0,403	0,168	0,092	0,031	-0,101	-0,104	-0,285	0,029	-0,310	-0,216	0,167
'Anim'	-0,030	-0,130	0,030	-0,101	-0,086	0,226	0,064	0,178	0,116	0,074	-0,029	-0,035	0,047
'Dyn'	0,071	0,022	0,039	0,073	0,167	0,091	-0,070	0,104	0,270	0,043	0,071	0,127	0,097
'Env'	-0,025	0,231	0,059	-0,019	0,134	0,120	0,047	-0,041	0,282	-0,026	0,218	-0,155	0,155
'Pres.Act'	0,037	0,446	0,033	-0,199	0,892	-0,267	0,020	-0,064	-0,162	0,155	0,242	0,103	-0,039
'Pres.Hum'	0,237	0,175	0,195	0,146	-0,372	0,297	0,170	0,002	0,209	-0,153	0,172	0,276	-0,128
'Pres.Klax'	0,087	0,490	0,102	0,071	-0,031	0,200	0,588	0,084	-0,276	-0,044	0,182	0,250	-0,084
'Pres.Mob'	0,207	0,340	-0,057	0,135	0,202	0,140	0,326	0,694	-0,016	0,064	0,320	0,153	-0,017
'Pres.Nat'	-0,024	-0,023	0,202	-0,076	-0,199	0,149	-0,093	0,006	0,762	-0,018	0,122	0,155	-0,066
'Pres.Ois'	1,000	-0,009	-0,027	0,270	0,065	-0,059	-0,133	-0,070	-0,171	0,514	-0,166	-0,024	-0,040
'Pres.PL'	-0,009	1,000	0,278	0,024	0,396	-0,169	0,303	0,129	-0,045	-0,036	0,687	0,261	-0,144
'Pres.VL'	-0,027	0,278	1,000	-0,437	0,011	-0,060	-0,021	-0,371	0,119	0,015	0,323	0,304	-0,272
'Sil'	0,270	0,024	-0,437	1,000	-0,152	-0,030	-0,102	0,213	-0,180	-0,123	-0,111	-0,309	0,169
'Son.Act'	0,065	0,396	0,011	-0,152	1,000	-0,215	-0,022	0,007	-0,194	0,233	0,239	0,089	-0,038
'Son.Hum'	-0,059	-0,169	-0,060	-0,030	-0,215	1,000	-0,069	0,183	0,268	0,107	-0,058	0,044	0,147
'Son.Klax'	-0,133	0,303	-0,021	-0,102	-0,022	-0,069	1,000	0,273	-0,214	-0,112	0,268	0,336	-0,091
'Son.Mob'	-0,070	0,129	-0,371	0,213	0,007	0,183	0,273	1,000	-0,005	-0,111	0,175	0,017	-0,007
'Son.Nat'	-0,171	-0,045	0,119	-0,180	-0,194	0,268	-0,214	-0,005	1,000	-0,015	0,196	0,105	0,054
'Son.Ois'	0,514	-0,036	0,015	-0,123	0,233	0,107	-0,112	-0,111	-0,015	1,000	-0,044	0,137	0,090
'Son.PL'	-0,166	0,687	0,323	-0,111	0,239	-0,058	0,268	0,175	0,196	-0,044	1,000	0,221	-0,150
'Son.VL'	-0,024	0,261	0,304	-0,309	0,089	0,044	0,336	0,017	0,105	0,137	0,221	1,000	-0,175
'Surp'	-0,040	-0,144	-0,272	0,169	-0,038	0,147	-0,091	-0,007	0,054	0,090	-0,150	-0,175	1,000

p	'Pres.Ois'	'Pres.PL'	'Pres.VL'	'Sil'	'Son.Act'	'Son.Hum'	'Son.Klax'	'Son.Mob'	'Son.Nat'	'Son.Ois'	'Son.PL'	'Son.VL'	'Surp'
'Adeq'	0,925	0,858	0,136	0,261	0,344	0,392	0,648	0,924	0,199	0,478	0,965	0,254	0,077
'Ag.GI'	0,900	0,104	0,002	0,017	0,737	0,982	0,256	0,800	0,176	0,990	0,028	0,440	0,486
'Ag.OI'	0,673	0,268	0,073	0,169	0,741	0,492	0,103	0,464	0,738	0,449	0,147	0,283	0,593
'Ag.Vis'	0,294	0,146	0,010	0,299	0,573	0,848	0,534	0,523	0,075	0,861	0,052	0,180	0,304
'Anim'	0,855	0,425	0,855	0,537	0,596	0,161	0,695	0,271	0,477	0,649	0,861	0,831	0,775
'Dyn'	0,664	0,892	0,809	0,654	0,303	0,575	0,669	0,522	0,092	0,791	0,665	0,433	0,552
'Env'	0,877	0,151	0,719	0,907	0,409	0,459	0,772	0,800	0,078	0,875	0,177	0,339	0,339
'Pres.Act'	0,820	0,004	0,842	0,218	0,000	0,096	0,903	0,693	0,317	0,338	0,132	0,527	0,813
'Pres.Hum'	0,142	0,280	0,228	0,370	0,018	0,063	0,294	0,990	0,196	0,346	0,289	0,085	0,430
'Pres.Klax'	0,593	0,001	0,532	0,661	0,852	0,217	0,000	0,607	0,084	0,788	0,260	0,120	0,608
'Pres.Mob'	0,199	0,032	0,729	0,406	0,211	0,390	0,040	0,000	0,922	0,693	0,044	0,346	0,915
'Pres.Nat'	0,884	0,887	0,212	0,642	0,218	0,359	0,569	0,969	0,000	0,912	0,452	0,339	0,685
'Pres.Ois'	1,000	0,956	0,869	0,092	0,692	0,719	0,414	0,668	0,292	0,001	0,306	0,884	0,805
'Pres.PL'	0,956	1,000	0,083	0,885	0,011	0,298	0,057	0,428	0,781	0,826	0,000	0,104	0,374
'Pres.VL'	0,869	0,083	1,000	0,005	0,947	0,714	0,897	0,018	0,464	0,929	0,042	0,056	0,089
'Sil'	0,092	0,885	0,005	1,000	0,349	0,853	0,532	0,187	0,265	0,450	0,494	0,053	0,298
'Son.Act'	0,692	0,011	0,947	0,349	1,000	0,183	0,892	0,968	0,229	0,148	0,137	0,584	0,816
'Son.Hum'	0,719	0,298	0,714	0,853	0,183	1,000	0,672	0,259	0,094	0,512	0,724	0,787	0,365
'Son.Klax'	0,414	0,057	0,897	0,532	0,892	0,672	1,000	0,088	0,185	0,491	0,095	0,034	0,577
'Son.Mob'	0,668	0,428	0,018	0,187	0,968	0,259	0,088	1,000	0,978	0,496	0,279	0,916	0,967
'Son.Nat'	0,292	0,781	0,464	0,265	0,229	0,094	0,185	0,978	1,000	0,927	0,225	0,521	0,741
'Son.Ois'	0,001	0,826	0,929	0,450	0,148	0,512	0,491	0,496	0,927	1,000	0,788	0,401	0,580
'Son.PL'	0,306	0,000	0,042	0,494	0,137	0,724	0,095	0,279	0,225	0,788	1,000	0,170	0,356
'Son.VL'	0,884	0,104	0,056	0,053	0,584	0,787	0,034	0,916	0,521	0,401	0,170	1,000	0,281
'Surp'	0,805	0,374	0,089	0,298	0,816	0,365	0,577	0,967	0,741	0,580	0,356	0,281	1,000

## Tables des corrélations (R et p) - boulevard à Paris MOUF

R	'Adeq'	'Ag.Gl'	'Ag.Ol'	'Ag.Vis'	'Anim'	'Dyn'	'Env'	'Pres.Act'	'Pres.Hum'	'Pres.Klax'	'Pres.Mob'	'Pres.Nat'
'Adeq'	1,000	0,391	0,377	0,261	-0,115	-0,195	0,079	0,180	0,294	-0,391	-0,344	0,105
'Ag.Gl'	0,391	1,000	0,442	0,474	0,028	0,054	0,286	0,258	-0,030	-0,337	-0,003	-0,076
'Ag.Ol'	0,377	0,442	1,000	0,446	-0,019	0,165	0,128	0,239	0,064	-0,330	0,017	0,017
'Ag.Vis'	0,261	0,474	0,446	1,000	0,202	0,033	0,030	0,046	0,033	-0,308	0,085	-0,078
'Anim'	-0,115	0,028	-0,019	0,202	1,000	-0,173	0,153	-0,022	0,014	0,040	0,117	0,103
'Dyn'	-0,195	0,054	0,165	0,033	-0,173	1,000	-0,122	-0,082	-0,213	-0,185	-0,236	0,174
'Env'	0,079	0,286	0,128	0,030	0,153	-0,122	1,000	0,121	0,113	0,176	0,110	0,054
'Pres.Act'	0,180	0,258	0,239	0,046	-0,022	-0,082	0,121	1,000	0,088	-0,278	-0,137	0,034
'Pres.Hum'	0,294	-0,030	0,064	0,033	0,014	-0,213	0,113	0,088	1,000	0,032	0,024	0,002
'Pres.Klax'	-0,391	-0,337	-0,330	-0,308	0,040	-0,185	0,176	-0,278	0,032	1,000	0,284	-0,102
'Pres.Mob'	-0,344	-0,003	0,017	0,085	0,117	-0,236	0,110	-0,137	0,024	0,284	1,000	-0,160
'Pres.Nat'	0,105	-0,076	0,017	-0,078	0,103	0,174	0,054	0,034	0,002	-0,102	-0,160	1,000
'Pres.Ois'	0,121	0,054	0,063	-0,017	0,156	0,144	0,180	0,173	0,039	-0,091	-0,176	0,865
'Pres.PL'	-0,531	-0,015	-0,258	0,143	0,195	-0,040	0,064	-0,162	-0,264	0,305	0,534	-0,120
'Pres.VL'	-0,372	-0,393	0,072	-0,109	-0,072	0,200	-0,193	-0,187	-0,300	0,077	0,363	0,005
'Sil'	0,453	0,318	0,001	-0,001	-0,126	-0,379	-0,134	0,036	0,164	-0,234	-0,120	-0,085
'Son.Act'	0,185	0,072	0,178	0,210	-0,263	0,205	-0,164	0,444	-0,033	-0,361	-0,183	-0,079
'Son.Hum'	0,018	-0,160	-0,088	-0,012	-0,145	0,035	0,255	0,073	0,343	0,132	-0,017	-0,038
'Son.Klax'	-0,296	-0,512	-0,271	-0,224	0,119	-0,170	-0,205	-0,333	-0,178	0,550	0,171	0,082
'Son.Mob'	-0,156	0,094	0,060	0,055	0,040	-0,199	-0,066	-0,184	-0,053	0,298	0,831	-0,185
'Son.Nat'	-0,030	-0,105	-0,107	-0,215	0,087	0,175	-0,064	-0,114	-0,017	-0,128	-0,202	0,680
'Son.Ois'	0,125	-0,030	-0,056	0,032	0,125	-0,105	0,262	0,282	0,048	-0,104	-0,187	0,318
'Son.PL'	-0,187	-0,005	-0,264	0,012	0,165	0,035	-0,103	-0,304	-0,347	0,174	0,213	-0,135
'Son.VL'	-0,257	-0,193	-0,272	-0,448	-0,128	-0,141	-0,017	-0,128	0,050	0,074	0,397	-0,189
'Surp'	-0,211	0,015	0,069	-0,128	0,044	0,363	0,081	0,005	-0,023	-0,064	-0,181	0,055

p	'Adeq'	'Ag.Gl'	'Ag.Ol'	'Ag.Vis'	'Anim'	'Dyn'	'Env'	'Pres.Act'	'Pres.Hum'	'Pres.Klax'	'Pres.Mob'	'Pres.Nat'
'Adeq'	1,000	0,013	0,016	0,103	0,480	0,227	0,627	0,265	0,066	0,013	0,030	0,518
'Ag.Gl'	0,013	1,000	0,004	0,002	0,864	0,739	0,073	0,107	0,856	0,033	0,984	0,642
'Ag.Ol'	0,016	0,004	1,000	0,004	0,906	0,310	0,430	0,137	0,696	0,038	0,919	0,915
'Ag.Vis'	0,103	0,002	0,004	1,000	0,210	0,838	0,855	0,780	0,841	0,053	0,604	0,630
'Anim'	0,480	0,864	0,906	0,210	1,000	0,286	0,346	0,895	0,933	0,806	0,472	0,527
'Dyn'	0,227	0,739	0,310	0,838	0,286	1,000	0,454	0,615	0,186	0,254	0,142	0,283
'Env'	0,627	0,073	0,430	0,855	0,346	0,454	1,000	0,456	0,486	0,277	0,500	0,739
'Pres.Act'	0,265	0,107	0,137	0,780	0,895	0,615	0,456	1,000	0,589	0,083	0,401	0,833
'Pres.Hum'	0,066	0,856	0,696	0,841	0,933	0,186	0,486	0,589	1,000	0,846	0,885	0,991
'Pres.Klax'	0,013	0,033	0,038	0,053	0,806	0,254	0,277	0,083	0,846	1,000	0,076	0,531
'Pres.Mob'	0,030	0,984	0,919	0,604	0,472	0,142	0,500	0,401	0,885	0,076	1,000	0,325
'Pres.Nat'	0,518	0,642	0,915	0,630	0,527	0,283	0,739	0,833	0,991	0,531	0,325	1,000
'Pres.Ois'	0,456	0,743	0,698	0,918	0,335	0,376	0,266	0,286	0,812	0,574	0,278	0,000
'Pres.PL'	0,000	0,925	0,107	0,378	0,228	0,805	0,694	0,318	0,100	0,056	0,000	0,462
'Pres.VL'	0,018	0,012	0,660	0,505	0,657	0,217	0,234	0,248	0,060	0,637	0,022	0,974
'Sil'	0,003	0,046	0,997	0,997	0,440	0,016	0,410	0,823	0,311	0,146	0,462	0,600
'Son.Act'	0,254	0,660	0,272	0,193	0,100	0,204	0,312	0,004	0,841	0,022	0,258	0,627
'Son.Hum'	0,910	0,325	0,591	0,940	0,373	0,832	0,113	0,653	0,030	0,416	0,918	0,817
'Son.Klax'	0,064	0,001	0,091	0,165	0,466	0,295	0,205	0,036	0,271	0,000	0,293	0,617
'Son.Mob'	0,337	0,563	0,713	0,735	0,806	0,218	0,684	0,255	0,743	0,061	0,000	0,254
'Son.Nat'	0,853	0,519	0,512	0,182	0,595	0,281	0,694	0,485	0,919	0,433	0,212	0,000
'Son.Ois'	0,443	0,853	0,729	0,843	0,443	0,519	0,102	0,078	0,768	0,523	0,247	0,046
'Son.PL'	0,249	0,978	0,100	0,943	0,309	0,832	0,527	0,057	0,028	0,282	0,188	0,408
'Son.VL'	0,109	0,232	0,089	0,004	0,429	0,386	0,918	0,433	0,759	0,652	0,011	0,244
'Surp'	0,192	0,927	0,674	0,431	0,787	0,021	0,621	0,976	0,886	0,695	0,263	0,734

R	'Pres.Ois'	'Pres.PL'	'Pres.VL'	'Sil'	'Son.Act'	'Son.Hum'	'Son.Klax'	'Son.Mob'	'Son.Nat'	'Son.Ois'	'Son.PL'	'Son.VL'	'Surp'
'Adeq'	0,121	-0,531	-0,372	0,453	0,185	0,018	-0,296	-0,156	-0,030	0,125	-0,187	-0,257	-0,211
'Ag.Gl'	0,054	-0,015	-0,393	0,318	0,072	-0,160	-0,512	0,094	-0,105	-0,030	-0,005	-0,193	0,015
'Ag.Ol'	0,063	-0,258	0,072	0,001	0,178	-0,088	-0,271	0,060	-0,107	-0,056	-0,264	-0,272	0,069
'Ag.Vis'	-0,017	0,143	-0,109	-0,001	0,210	-0,012	-0,224	0,055	-0,215	0,032	0,012	-0,448	-0,128
'Anim'	0,156	0,195	-0,072	-0,126	-0,263	-0,145	0,119	0,040	0,087	0,125	0,165	-0,128	0,044
'Dyn'	0,144	-0,040	0,200	-0,379	0,205	0,035	-0,170	-0,199	0,175	-0,105	0,035	-0,141	0,363
'Env'	0,180	0,064	-0,193	-0,134	-0,164	0,255	-0,205	-0,066	-0,064	0,262	-0,103	-0,017	0,081
'Pres.Act'	0,173	-0,162	-0,187	0,036	0,444	0,073	-0,333	-0,184	-0,114	0,282	-0,304	-0,128	0,005
'Pres.Hum'	0,039	-0,264	-0,300	0,164	-0,033	0,343	-0,178	-0,053	-0,017	0,048	-0,347	0,050	-0,023
'Pres.Klax'	-0,091	0,305	0,077	-0,234	-0,361	0,132	0,550	0,298	-0,128	-0,104	0,174	0,074	-0,064
'Pres.Mob'	-0,176	0,534	0,363	-0,120	-0,183	-0,017	0,171	0,831	-0,202	-0,187	0,213	0,397	-0,181
'Pres.Nat'	0,865	-0,120	0,005	-0,085	-0,079	-0,038	0,082	-0,185	0,680	0,318	-0,135	-0,189	0,055
'Pres.Ois'	1,000	-0,085	-0,140	-0,090	-0,070	0,033	-0,016	-0,213	0,533	0,468	-0,118	-0,258	-0,015
'Pres.PL'	-0,085	1,000	0,226	-0,320	-0,161	-0,036	0,213	0,266	-0,128	-0,091	0,571	0,262	-0,054
'Pres.VL'	-0,140	0,226	1,000	-0,463	0,186	-0,234	0,322	0,211	-0,102	-0,200	0,080	0,486	-0,020
'Sil'	-0,090	-0,320	-0,463	1,000	-0,187	-0,248	-0,298	0,115	0,086	0,013	-0,103	-0,028	-0,210
'Son.Act'	-0,070	-0,161	0,186	-0,187	1,000	-0,003	-0,067	-0,093	-0,186	0,172	-0,112	-0,055	0,104
'Son.Hum'	0,033	-0,036	-0,234	-0,248	-0,003	1,000	-0,051	-0,161	-0,051	0,151	-0,022	-0,071	0,123
'Son.Klax'	-0,016	0,213	0,322	-0,298	-0,067	-0,051	1,000	0,295	-0,094	-0,080	0,452	-0,042	-0,082
'Son.Mob'	-0,213	0,266	0,211	0,115	-0,093	-0,161	0,295	1,000	-0,227	-0,227	0,292	0,197	-0,177
'Son.Nat'	0,533	-0,128	-0,102	0,086	-0,186	-0,051	-0,094	-0,227	1,000	0,251	-0,144	-0,043	0,022
'Son.Ois'	0,468	-0,091	-0,200	0,013	0,172	0,151	-0,080	-0,227	0,251	1,000	-0,125	-0,241	-0,149
'Son.PL'	-0,118	0,571	0,080	-0,103	-0,112	-0,022	0,452	0,292	-0,144	-0,125	1,000	0,054	-0,102
'Son.VL'	-0,258	0,262	0,486	-0,028	-0,055	-0,071	-0,042	0,197	-0,043	-0,241	0,054	1,000	-0,053
'Surp'	-0,015	-0,054	-0,020	-0,210	0,104	0,123	-0,082	-0,177	0,022	-0,149	-0,102	-0,053	1,000

p	'Pres.Ois'	'Pres.PL'	'Pres.VL'	'Sil'	'Son.Act'	'Son.Hum'	'Son.Klax'	'Son.Mob'	'Son.Nat'	'Son.Ois'	'Son.PL'	'Son.VL'	'Surp'
'Adeq'	0,456	0,000	0,018	0,003	0,254	0,910	0,064	0,337	0,853	0,443	0,249	0,109	0,192
'Ag.Gl'	0,743	0,925	0,012	0,046	0,660	0,325	0,001	0,563	0,519	0,853	0,978	0,232	0,927
'Ag.Ol'	0,698	0,107	0,660	0,997	0,272	0,591	0,091	0,713	0,512	0,729	0,100	0,089	0,674
'Ag.Vis'	0,918	0,378	0,505	0,997	0,193	0,940	0,165	0,735	0,182	0,843	0,943	0,004	0,431
'Anim'	0,335	0,228	0,657	0,440	0,100	0,373	0,466	0,806	0,595	0,443	0,309	0,429	0,787
'Dyn'	0,376	0,805	0,217	0,016	0,204	0,832	0,295	0,218	0,281	0,519	0,832	0,386	0,021
'Env'	0,266	0,694	0,234	0,410	0,312	0,113	0,205	0,684	0,694	0,102	0,527	0,918	0,621
'Pres.Act'	0,286	0,318	0,248	0,823	0,004	0,653	0,036	0,255	0,485	0,078	0,057	0,433	0,976
'Pres.Hum'	0,812	0,100	0,060	0,311	0,841	0,030	0,271	0,743	0,919	0,768	0,028	0,759	0,886
'Pres.Klax'	0,574	0,056	0,637	0,146	0,022	0,416	0,000	0,061	0,433	0,523	0,282	0,652	0,695
'Pres.Mob'	0,278	0,000	0,022	0,462	0,258	0,918	0,293	0,000	0,212	0,247	0,188	0,011	0,263
'Pres.Nat'	0,000	0,462	0,974	0,600	0,627	0,817	0,617	0,254	0,000	0,046	0,408	0,244	0,734
'Pres.Ois'	1,000	0,603	0,390	0,579	0,669	0,840	0,922	0,186	0,000	0,002	0,470	0,108	0,925
'Pres.PL'	0,603	1,000	0,160	0,044	0,321	0,823	0,187	0,098	0,431	0,577	0,000	0,102	0,740
'Pres.VL'	0,390	0,160	1,000	0,003	0,252	0,147	0,043	0,191	0,529	0,216	0,625	0,001	0,905
'Sil'	0,579	0,044	0,003	1,000	0,248	0,123	0,062	0,482	0,599	0,939	0,529	0,866	0,194
'Son.Act'	0,669	0,321	0,252	0,248	1,000	0,986	0,682	0,568	0,252	0,288	0,490	0,734	0,524
'Son.Hum'	0,840	0,823	0,147	0,123	0,986	1,000	0,756	0,320	0,753	0,351	0,893	0,665	0,450
'Son.Klax'	0,922	0,187	0,043	0,062	0,682	0,756	1,000	0,065	0,563	0,624	0,003	0,795	0,613
'Son.Mob'	0,186	0,098	0,191	0,482	0,568	0,320	0,065	1,000	0,160	0,159	0,067	0,222	0,274
'Son.Nat'	0,000	0,431	0,529	0,599	0,252	0,753	0,563	0,160	1,000	0,118	0,375	0,794	0,895
'Son.Ois'	0,002	0,577	0,216	0,939	0,288	0,351	0,624	0,159	0,118	1,000	0,442	0,135	0,357
'Son.PL'	0,470	0,000	0,625	0,529	0,490	0,893	0,003	0,067	0,375	0,442	1,000	0,739	0,531
'Son.VL'	0,108	0,102	0,001	0,866	0,734	0,665	0,795	0,222	0,794	0,135	0,739	1,000	0,746
'Surp'	0,925	0,740	0,905	0,194	0,524	0,450	0,613	0,274	0,895	0,357	0,531	0,746	1,000

## Tables des corrélations (R et p) – transition rue circulée TMOU

R	'Adeq'	'Ag.GI'	'Ag.OI'	'Ag.Vis'	'Anim'	'Dyn'	'Env'	'Pres.Act'	'Pres.Hum'	'Pres.Klax'	'Pres.Mob'	'Pres.Nat'
'Adeq'	1,000	0,231	0,294	0,637	-0,054	-0,002	-0,094	0,052	0,073	-0,114	-0,114	0,003
'Ag.GI'	0,231	1,000	0,466	0,276	0,084	-0,065	0,380	-0,094	0,095	-0,386	-0,254	-0,086
'Ag.OI'	0,294	0,466	1,000	0,198	0,157	-0,066	0,290	0,057	-0,065	-0,151	-0,034	-0,012
'Ag.Vis'	0,637	0,276	0,198	1,000	0,081	0,089	-0,008	0,045	-0,195	-0,293	-0,374	-0,024
'Anim'	-0,054	0,084	0,157	0,081	1,000	0,303	-0,158	-0,086	-0,019	-0,066	-0,144	0,061
'Dyn'	-0,002	-0,065	-0,066	0,089	0,303	1,000	-0,039	-0,007	-0,012	0,165	-0,195	0,037
'Env'	-0,094	0,380	0,290	-0,008	-0,158	-0,039	1,000	0,160	0,074	-0,036	-0,056	-0,176
'Pres.Act'	0,052	-0,094	0,057	0,045	-0,086	-0,007	0,160	1,000	0,097	0,313	-0,256	0,238
'Pres.Hum'	0,073	0,095	-0,065	-0,195	-0,019	-0,012	0,074	0,097	1,000	0,246	-0,011	0,105
'Pres.Klax'	-0,114	-0,386	-0,151	-0,293	-0,066	0,165	-0,036	0,313	0,246	1,000	0,170	0,073
'Pres.Mob'	-0,114	-0,254	-0,034	-0,374	-0,144	-0,195	-0,056	-0,256	-0,011	0,170	1,000	0,052
'Pres.Nat'	0,003	-0,086	-0,012	-0,024	0,061	0,037	-0,176	0,238	0,105	0,073	0,052	1,000
'Pres.Ois'	0,108	0,080	0,058	0,019	0,241	0,100	0,010	-0,166	0,193	-0,112	0,078	0,216
'Pres.PL'	-0,003	-0,253	-0,037	-0,168	-0,184	0,084	0,130	0,275	0,076	0,675	0,139	-0,082
'Pres.VL'	0,097	-0,051	0,054	-0,087	0,102	-0,116	-0,117	0,027	0,104	0,186	0,491	-0,025
'Sil'	0,467	0,082	0,138	0,313	-0,260	-0,297	-0,171	-0,074	-0,150	-0,315	0,016	-0,013
'Son.Act'	0,111	-0,178	-0,100	0,102	0,005	0,222	0,036	0,613	0,086	0,400	-0,182	0,124
'Son.Hum'	-0,166	0,092	-0,002	-0,164	0,257	0,167	0,220	0,114	0,096	0,215	0,159	0,276
'Son.Klax'	-0,312	-0,338	-0,268	-0,182	-0,012	0,205	0,040	0,123	0,208	0,720	0,096	-0,012
'Son.Mob'	-0,263	-0,033	-0,091	-0,452	-0,091	-0,083	0,148	-0,341	0,227	0,075	0,669	-0,014
'Son.Nat'	-0,010	-0,089	-0,049	-0,019	0,021	-0,047	-0,049	0,219	0,043	0,013	0,047	0,756
'Son.Ois'	0,094	0,183	0,327	0,070	0,366	-0,054	-0,054	-0,131	0,018	-0,172	0,171	0,026
'Son.PL'	0,059	-0,068	-0,003	-0,019	-0,318	0,123	0,321	0,062	0,113	0,397	0,035	-0,089
'Son.VL'	-0,074	0,036	-0,065	-0,015	-0,074	-0,049	0,021	-0,141	0,162	0,008	0,424	0,016
'Surp'	-0,005	-0,166	-0,254	0,093	-0,086	0,284	-0,028	-0,015	0,091	0,310	0,008	0,163

p	'Adeq'	'Ag.GI'	'Ag.OI'	'Ag.Vis'	'Anim'	'Dyn'	'Env'	'Pres.Act'	'Pres.Hum'	'Pres.Klax'	'Pres.Mob'	'Pres.Nat'
'Adeq'	1,000	0,152	0,065	0,000	0,740	0,989	0,566	0,748	0,655	0,482	0,482	0,983
'Ag.GI'	0,152	1,000	0,002	0,085	0,605	0,691	0,016	0,563	0,559	0,014	0,114	0,600
'Ag.OI'	0,065	0,002	1,000	0,221	0,333	0,684	0,070	0,729	0,689	0,351	0,837	0,942
'Ag.Vis'	0,000	0,085	0,221	1,000	0,621	0,584	0,961	0,782	0,228	0,066	0,017	0,885
'Anim'	0,740	0,605	0,333	0,621	1,000	0,057	0,330	0,600	0,906	0,687	0,375	0,707
'Dyn'	0,989	0,691	0,684	0,584	0,057	1,000	0,813	0,968	0,944	0,308	0,229	0,820
'Env'	0,566	0,016	0,070	0,961	0,330	0,813	1,000	0,324	0,652	0,824	0,730	0,277
'Pres.Act'	0,748	0,563	0,729	0,782	0,600	0,968	0,324	1,000	0,550	0,049	0,110	0,138
'Pres.Hum'	0,655	0,559	0,689	0,228	0,906	0,944	0,652	0,550	1,000	0,127	0,946	0,520
'Pres.Klax'	0,482	0,014	0,351	0,066	0,687	0,308	0,824	0,049	0,127	1,000	0,293	0,653
'Pres.Mob'	0,482	0,114	0,837	0,017	0,375	0,229	0,730	0,110	0,946	0,293	1,000	0,750
'Pres.Nat'	0,983	0,600	0,942	0,885	0,707	0,820	0,277	0,138	0,520	0,653	0,750	1,000
'Pres.Ois'	0,506	0,623	0,721	0,907	0,134	0,539	0,951	0,307	0,234	0,492	0,632	0,181
'Pres.PL'	0,987	0,116	0,822	0,301	0,254	0,607	0,424	0,086	0,640	0,000	0,393	0,617
'Pres.VL'	0,553	0,755	0,739	0,594	0,530	0,475	0,472	0,868	0,522	0,251	0,001	0,879
'Sil'	0,002	0,614	0,397	0,049	0,106	0,063	0,292	0,649	0,355	0,047	0,922	0,934
'Son.Act'	0,496	0,273	0,541	0,530	0,976	0,169	0,827	0,000	0,597	0,011	0,262	0,446
'Son.Hum'	0,305	0,572	0,989	0,313	0,109	0,304	0,173	0,484	0,557	0,182	0,326	0,084
'Son.Klax'	0,050	0,033	0,094	0,262	0,943	0,204	0,807	0,451	0,197	0,000	0,554	0,939
'Son.Mob'	0,101	0,840	0,576	0,003	0,576	0,610	0,362	0,031	0,160	0,648	0,000	0,931
'Son.Nat'	0,952	0,586	0,762	0,909	0,899	0,774	0,766	0,175	0,794	0,936	0,772	0,000
'Son.Ois'	0,562	0,258	0,040	0,670	0,020	0,742	0,739	0,419	0,913	0,289	0,292	0,872
'Son.PL'	0,718	0,679	0,988	0,909	0,046	0,448	0,044	0,705	0,487	0,011	0,829	0,584
'Son.VL'	0,651	0,827	0,691	0,925	0,652	0,763	0,896	0,386	0,319	0,961	0,006	0,920
'Surp'	0,975	0,306	0,114	0,570	0,597	0,076	0,863	0,928	0,575	0,052	0,960	0,315



R	'Pres.Ois'	'Pres.PL'	'Pres.VL'	'Sil'	'Son.Act'	'Son.Hum'	'Son.Klax'	'Son.Mob'	'Son.Nat'	'Son.Ois'	'Son.PL'	'Son.VL'	'Surp'
'Adeq'	0,108	-0,003	0,097	0,467	0,111	-0,166	-0,312	-0,263	-0,010	0,094	0,059	-0,074	-0,005
'Ag.Gl'	0,080	-0,253	-0,051	0,082	-0,178	0,092	-0,338	-0,033	-0,089	0,183	-0,068	0,036	-0,166
'Ag.Ol'	0,058	-0,037	0,054	0,138	-0,100	-0,002	-0,268	-0,091	-0,049	0,327	-0,003	-0,065	-0,254
'Ag.Vis'	0,019	-0,168	-0,087	0,313	0,102	-0,164	-0,182	-0,452	-0,019	0,070	-0,019	-0,015	0,093
'Anim'	0,241	-0,184	0,102	-0,260	0,005	0,257	-0,012	-0,091	0,021	0,366	-0,318	-0,074	-0,086
'Dyn'	0,100	0,084	-0,116	-0,297	0,222	0,167	0,205	-0,083	-0,047	-0,054	0,123	-0,049	0,284
'Env'	0,010	0,130	-0,117	-0,171	0,036	0,220	0,040	0,148	-0,049	-0,054	0,321	0,021	-0,028
'Pres.Act'	-0,166	0,275	0,027	-0,074	0,613	0,114	0,123	-0,341	0,219	-0,131	0,062	-0,141	-0,015
'Pres.Hum'	0,193	0,076	0,104	-0,150	0,086	0,096	0,208	0,227	0,043	0,018	0,113	0,162	0,091
'Pres.Klax'	-0,112	0,675	0,186	-0,315	0,400	0,215	0,720	0,075	0,013	-0,172	0,397	0,008	0,310
'Pres.Mob'	0,078	0,139	0,491	0,016	-0,182	0,159	0,096	0,669	0,047	0,171	0,035	0,424	0,008
'Pres.Nat'	0,216	-0,082	-0,025	-0,013	0,124	0,276	-0,012	-0,014	0,756	0,026	-0,089	0,016	0,163
'Pres.Ois'	1,000	-0,197	0,216	-0,057	0,100	-0,121	-0,040	0,203	0,247	0,579	0,023	0,310	-0,064
'Pres.PL'	-0,197	1,000	0,093	-0,231	0,337	0,189	0,641	0,082	-0,071	-0,205	0,573	0,144	0,334
'Pres.VL'	0,216	0,093	1,000	0,188	0,115	-0,059	0,073	0,181	-0,040	0,503	0,156	0,304	0,036
'Sil'	-0,057	-0,231	0,188	1,000	-0,181	-0,425	-0,448	-0,206	-0,049	0,071	-0,170	-0,192	-0,039
'Son.Act'	0,100	0,337	0,115	-0,181	1,000	0,208	0,177	-0,206	0,094	-0,038	0,342	0,031	0,048
'Son.Hum'	-0,121	0,189	-0,059	-0,425	0,208	1,000	0,111	0,209	0,260	0,030	-0,007	0,193	0,232
'Son.Klax'	-0,040	0,641	0,073	-0,448	0,177	0,111	1,000	0,226	-0,039	-0,165	0,317	0,196	0,503
'Son.Mob'	0,203	0,082	0,181	-0,206	-0,206	0,209	0,226	1,000	0,058	0,286	0,209	0,522	0,060
'Son.Nat'	0,247	-0,071	-0,040	-0,049	0,094	0,260	-0,039	0,058	1,000	0,178	-0,063	0,060	0,208
'Son.Ois'	0,579	-0,205	0,503	0,071	-0,038	0,030	-0,165	0,286	0,178	1,000	0,053	0,300	-0,076
'Son.PL'	0,023	0,573	0,156	-0,170	0,342	-0,007	0,317	0,209	-0,063	0,053	1,000	0,275	0,113
'Son.VL'	0,310	0,144	0,304	-0,192	0,031	0,193	0,196	0,522	0,060	0,300	0,275	1,000	0,013
'Surp'	-0,064	0,334	0,036	-0,039	0,048	0,232	0,503	0,060	0,208	-0,076	0,113	0,013	1,000

p	'Pres.Ois'	'Pres.PL'	'Pres.VL'	'Sil'	'Son.Act'	'Son.Hum'	'Son.Klax'	'Son.Mob'	'Son.Nat'	'Son.Ois'	'Son.PL'	'Son.VL'	'Surp'
'Adeq'	0,506	0,987	0,553	0,002	0,496	0,305	0,050	0,101	0,952	0,562	0,718	0,651	0,975
'Ag.Gl'	0,623	0,116	0,755	0,614	0,273	0,572	0,033	0,840	0,586	0,258	0,679	0,827	0,306
'Ag.Ol'	0,721	0,822	0,739	0,397	0,541	0,989	0,094	0,576	0,762	0,040	0,988	0,691	0,114
'Ag.Vis'	0,907	0,301	0,594	0,049	0,530	0,313	0,262	0,003	0,909	0,670	0,909	0,925	0,570
'Anim'	0,134	0,254	0,530	0,106	0,976	0,109	0,943	0,576	0,899	0,020	0,046	0,652	0,597
'Dyn'	0,539	0,607	0,475	0,063	0,169	0,304	0,204	0,610	0,774	0,742	0,448	0,763	0,076
'Env'	0,951	0,424	0,472	0,292	0,827	0,173	0,807	0,362	0,766	0,739	0,044	0,896	0,863
'Pres.Act'	0,307	0,086	0,868	0,649	0,000	0,484	0,451	0,031	0,175	0,419	0,705	0,386	0,928
'Pres.Hum'	0,234	0,640	0,522	0,355	0,597	0,557	0,197	0,160	0,794	0,913	0,487	0,319	0,575
'Pres.Klax'	0,492	0,000	0,251	0,047	0,011	0,182	0,000	0,648	0,936	0,289	0,011	0,961	0,052
'Pres.Mob'	0,632	0,393	0,001	0,922	0,262	0,326	0,554	0,000	0,772	0,292	0,829	0,006	0,960
'Pres.Nat'	0,181	0,617	0,879	0,934	0,446	0,084	0,939	0,931	0,000	0,872	0,584	0,920	0,315
'Pres.Ois'	1,000	0,223	0,181	0,726	0,541	0,456	0,804	0,209	0,125	0,000	0,890	0,051	0,696
'Pres.PL'	0,223	1,000	0,569	0,151	0,033	0,243	0,000	0,614	0,662	0,205	0,000	0,377	0,035
'Pres.VL'	0,181	0,569	1,000	0,247	0,480	0,719	0,656	0,263	0,806	0,001	0,337	0,056	0,825
'Sil'	0,726	0,151	0,247	1,000	0,265	0,006	0,004	0,202	0,762	0,662	0,295	0,234	0,812
'Son.Act'	0,541	0,033	0,480	0,265	1,000	0,199	0,276	0,202	0,563	0,818	0,031	0,850	0,770
'Son.Hum'	0,456	0,243	0,719	0,006	0,199	1,000	0,497	0,195	0,105	0,853	0,967	0,233	0,149
'Son.Klax'	0,804	0,000	0,656	0,004	0,276	0,497	1,000	0,161	0,810	0,309	0,046	0,226	0,001
'Son.Mob'	0,209	0,614	0,263	0,202	0,202	0,195	0,161	1,000	0,722	0,074	0,195	0,001	0,713
'Son.Nat'	0,125	0,662	0,806	0,762	0,563	0,105	0,810	0,722	1,000	0,272	0,701	0,714	0,199
'Son.Ois'	0,000	0,205	0,001	0,662	0,818	0,853	0,309	0,074	0,272	1,000	0,745	0,060	0,639
'Son.PL'	0,890	0,000	0,337	0,295	0,031	0,967	0,046	0,195	0,701	0,745	1,000	0,086	0,489
'Son.VL'	0,051	0,377	0,056	0,234	0,850	0,233	0,226	0,001	0,714	0,060	0,086	1,000	0,935
'Surp'	0,696	0,035	0,825	0,812	0,770	0,149	0,001	0,713	0,199	0,639	0,489	0,935	1,000

## Tables des corrélations (R et p) – transition rue piétonne TEPE

R	'Adeq'	'Ag.Gl'	'Ag.Ol'	'Ag.Vis'	'Anim'	'Dyn'	'Env'	'Pres.Act'	'Pres.Hum'	'Pres.Klax'	'Pres.Mob'	'Pres.Nat'
'Adeq'	1,000	0,299	0,404	0,259	0,164	-0,248	0,303	-0,004	-0,043	-0,062	-0,018	-0,265
'Ag.Gl'	0,299	1,000	0,390	0,560	0,217	-0,345	0,097	-0,191	0,194	0,049	0,042	0,068
'Ag.Ol'	0,404	0,390	1,000	0,482	0,155	-0,203	-0,171	-0,134	-0,065	0,009	0,002	0,056
'Ag.Vis'	0,259	0,560	0,482	1,000	0,282	-0,390	0,152	-0,095	0,012	0,090	-0,161	0,062
'Anim'	0,164	0,217	0,155	0,282	1,000	0,053	0,187	0,056	0,394	0,081	0,151	-0,259
'Dyn'	-0,248	-0,345	-0,203	-0,390	0,053	1,000	0,052	0,121	-0,006	-0,274	0,030	-0,022
'Env'	0,303	0,097	-0,171	0,152	0,187	0,052	1,000	0,044	0,168	-0,158	-0,269	-0,071
'Pres.Act'	-0,004	-0,191	-0,134	-0,095	0,056	0,121	0,044	1,000	0,155	0,031	0,321	0,012
'Pres.Hum'	-0,043	0,194	-0,065	0,012	0,394	-0,006	0,168	0,155	1,000	-0,167	0,147	0,123
'Pres.Klax'	-0,062	0,049	0,009	0,090	0,081	-0,274	-0,158	0,031	-0,167	1,000	0,285	0,065
'Pres.Mob'	-0,018	0,042	0,002	-0,161	0,151	0,030	-0,269	0,321	0,147	0,285	1,000	-0,018
'Pres.Nat'	-0,265	0,068	0,056	0,062	-0,259	-0,022	-0,071	0,012	0,123	0,065	-0,018	1,000
'Pres.Ois'	0,093	-0,018	-0,238	0,074	-0,151	0,085	0,115	-0,209	0,075	-0,053	0,015	-0,220
'Pres.PL'	-0,051	-0,008	-0,046	-0,074	0,129	-0,069	-0,247	0,071	-0,106	0,715	0,402	-0,148
'Pres.VL'	-0,035	0,241	0,041	0,256	0,341	-0,277	-0,022	0,241	0,148	0,440	0,529	0,142
'Sil'	0,029	0,083	-0,106	-0,302	-0,329	-0,039	0,048	-0,183	-0,147	-0,075	-0,181	-0,141
'Son.Act'	-0,063	-0,113	-0,172	-0,076	-0,001	0,007	0,066	0,720	0,068	0,046	0,097	0,242
'Son.Hum'	-0,025	0,209	0,257	0,239	0,266	-0,215	0,374	-0,010	0,499	-0,018	-0,034	0,109
'Son.Klax'	0,019	-0,113	-0,199	-0,039	-0,120	-0,206	-0,022	0,171	-0,125	0,824	0,120	0,212
'Son.Mob'	-0,194	0,206	-0,046	0,037	0,084	0,195	-0,083	0,088	0,466	0,041	0,514	0,113
'Son.Nat'	-0,258	0,168	0,055	0,041	-0,208	-0,158	0,067	0,031	0,131	-0,031	0,095	0,602
'Son.Ois'	0,056	-0,184	-0,187	0,078	-0,035	0,117	0,228	-0,198	-0,066	-0,015	-0,121	-0,198
'Son.PL'	-0,082	0,011	-0,255	-0,027	0,000	0,039	-0,056	0,163	-0,200	0,582	0,177	-0,060
'Son.VL'	-0,235	-0,007	0,206	0,043	0,102	0,064	-0,269	-0,147	0,368	-0,033	0,363	0,269
'Surp'	-0,186	-0,471	-0,252	-0,368	0,093	0,285	0,179	0,240	-0,078	-0,090	0,094	-0,163

p	'Adeq'	'Ag.Gl'	'Ag.Ol'	'Ag.Vis'	'Anim'	'Dyn'	'Env'	'Pres.Act'	'Pres.Hum'	'Pres.Klax'	'Pres.Mob'	'Pres.Nat'
'Adeq'	1,000	0,061	0,010	0,107	0,313	0,123	0,057	0,979	0,793	0,702	0,912	0,099
'Ag.Gl'	0,061	1,000	0,013	0,000	0,179	0,029	0,551	0,239	0,230	0,765	0,797	0,678
'Ag.Ol'	0,010	0,013	1,000	0,002	0,339	0,208	0,291	0,409	0,692	0,958	0,990	0,734
'Ag.Vis'	0,107	0,000	0,002	1,000	0,077	0,013	0,349	0,560	0,944	0,582	0,320	0,704
'Anim'	0,313	0,179	0,339	0,077	1,000	0,746	0,249	0,733	0,012	0,618	0,351	0,107
'Dyn'	0,123	0,029	0,208	0,013	0,746	1,000	0,751	0,456	0,972	0,087	0,855	0,895
'Env'	0,057	0,551	0,291	0,349	0,249	0,751	1,000	0,788	0,300	0,330	0,093	0,662
'Pres.Act'	0,979	0,239	0,409	0,560	0,733	0,456	0,788	1,000	0,340	0,848	0,044	0,942
'Pres.Hum'	0,793	0,230	0,692	0,944	0,012	0,972	0,300	0,340	1,000	0,303	0,366	0,451
'Pres.Klax'	0,702	0,765	0,958	0,582	0,618	0,087	0,330	0,848	0,303	1,000	0,075	0,688
'Pres.Mob'	0,912	0,797	0,990	0,320	0,351	0,855	0,093	0,044	0,366	0,075	1,000	0,914
'Pres.Nat'	0,099	0,678	0,734	0,704	0,107	0,895	0,662	0,942	0,451	0,688	0,914	1,000
'Pres.Ois'	0,568	0,915	0,139	0,648	0,351	0,604	0,480	0,197	0,645	0,748	0,925	0,172
'Pres.PL'	0,756	0,962	0,780	0,650	0,429	0,671	0,124	0,664	0,516	0,000	0,010	0,361
'Pres.VL'	0,832	0,134	0,801	0,111	0,031	0,083	0,892	0,134	0,362	0,005	0,000	0,381
'Sil'	0,861	0,611	0,515	0,059	0,038	0,810	0,770	0,258	0,364	0,645	0,264	0,385
'Son.Act'	0,700	0,488	0,289	0,640	0,996	0,968	0,684	0,000	0,676	0,776	0,550	0,132
'Son.Hum'	0,876	0,196	0,110	0,137	0,098	0,182	0,017	0,949	0,001	0,911	0,837	0,501
'Son.Klax'	0,906	0,486	0,219	0,813	0,462	0,201	0,892	0,292	0,444	0,000	0,461	0,189
'Son.Mob'	0,230	0,202	0,776	0,822	0,605	0,227	0,611	0,588	0,002	0,800	0,001	0,486
'Son.Nat'	0,108	0,301	0,735	0,803	0,197	0,331	0,679	0,850	0,419	0,851	0,561	0,000
'Son.Ois'	0,731	0,257	0,249	0,633	0,828	0,474	0,156	0,221	0,685	0,928	0,459	0,220
'Son.PL'	0,614	0,947	0,112	0,870	0,999	0,811	0,734	0,316	0,215	0,000	0,274	0,715
'Son.VL'	0,145	0,968	0,203	0,793	0,533	0,694	0,093	0,364	0,020	0,842	0,021	0,094
'Surp'	0,250	0,002	0,116	0,019	0,569	0,075	0,268	0,135	0,631	0,582	0,563	0,315

R	'Pres.Ois'	'Pres.PL'	'Pres.VL'	'Sil'	'Son.Act'	'Son.Hum'	'Son.Klax'	'Son.Mob'	'Son.Nat'	'Son.Ois'	'Son.PL'	'Son.VL'	'Surp'
'Adeq'	0,093	-0,051	-0,035	0,029	-0,063	-0,025	0,019	-0,194	-0,258	0,056	-0,082	-0,235	-0,186
'Ag.GI'	-0,018	-0,008	0,241	0,083	-0,113	0,209	-0,113	0,206	0,168	-0,184	0,011	-0,007	-0,471
'Ag.OI'	-0,238	-0,046	0,041	-0,106	-0,172	0,257	-0,199	-0,046	0,055	-0,187	-0,255	0,206	-0,252
'Ag.Vis'	0,074	-0,074	0,256	-0,302	-0,076	0,239	-0,039	0,037	0,041	0,078	-0,027	0,043	-0,368
'Anim'	-0,151	0,129	0,341	-0,329	-0,001	0,266	-0,120	0,084	-0,208	-0,035	0,000	0,102	0,093
'Dyn'	0,085	-0,069	-0,277	-0,039	0,007	-0,215	-0,206	0,195	-0,158	0,117	0,039	0,064	0,285
'Env'	0,115	-0,247	-0,022	0,048	0,066	0,374	-0,022	-0,083	0,067	0,228	-0,056	-0,269	0,179
'Pres.Act'	-0,209	0,071	0,241	-0,183	0,720	-0,010	0,171	0,088	0,031	-0,198	0,163	-0,147	0,240
'Pres.Hum'	0,075	-0,106	0,148	-0,147	0,068	0,499	-0,125	0,466	0,131	-0,066	-0,200	0,368	-0,078
'Pres.Klax'	-0,053	0,715	0,440	-0,075	0,046	-0,018	0,824	0,041	-0,031	-0,015	0,582	-0,033	-0,090
'Pres.Mob'	0,015	0,402	0,529	-0,181	0,097	-0,034	0,120	0,514	0,095	-0,121	0,177	0,363	0,094
'Pres.Nat'	-0,220	-0,148	0,142	-0,141	0,242	0,109	0,212	0,113	0,602	-0,198	-0,060	0,269	-0,163
'Pres.Ois'	1,000	0,014	-0,132	-0,023	-0,296	-0,120	0,008	0,295	-0,278	0,533	0,102	0,141	-0,268
'Pres.PL'	0,014	1,000	0,253	0,031	0,022	-0,099	0,506	0,137	-0,111	-0,078	0,818	-0,055	-0,103
'Pres.VL'	-0,132	0,253	1,000	-0,435	0,247	0,126	0,323	0,187	0,168	-0,159	0,187	0,108	0,054
'Sil'	-0,023	0,031	-0,435	1,000	-0,154	-0,201	-0,032	-0,106	0,045	-0,056	0,062	-0,175	-0,143
'Son.Act'	-0,296	0,022	0,247	-0,154	1,000	0,022	0,246	-0,001	0,098	-0,283	0,263	-0,128	0,280
'Son.Hum'	-0,120	-0,099	0,126	-0,201	0,022	1,000	-0,150	0,283	0,316	0,048	-0,277	0,360	0,065
'Son.Klax'	0,008	0,506	0,323	-0,032	0,246	-0,150	1,000	-0,028	0,030	0,009	0,530	-0,149	-0,131
'Son.Mob'	0,295	0,137	0,187	-0,106	-0,001	0,283	-0,028	1,000	0,036	-0,049	0,056	0,487	-0,204
'Son.Nat'	-0,278	-0,111	0,168	0,045	0,098	0,316	0,030	0,036	1,000	-0,178	-0,084	0,187	0,005
'Son.Ois'	0,533	-0,078	-0,159	-0,056	-0,283	0,048	0,009	-0,049	-0,178	1,000	-0,066	0,119	0,061
'Son.PL'	0,102	0,818	0,187	0,062	0,263	-0,277	0,530	0,056	-0,084	-0,066	1,000	-0,282	-0,063
'Son.VL'	0,141	-0,055	0,108	-0,175	-0,128	0,360	-0,149	0,487	0,187	0,119	-0,282	1,000	0,008
'Surp'	-0,268	-0,103	0,054	-0,143	0,280	0,065	-0,131	-0,204	0,005	0,061	-0,063	0,008	1,000

p	'Pres.Ois'	'Pres.PL'	'Pres.VL'	'Sil'	'Son.Act'	'Son.Hum'	'Son.Klax'	'Son.Mob'	'Son.Nat'	'Son.Ois'	'Son.PL'	'Son.VL'	'Surp'
'Adeq'	0,568	0,756	0,832	0,861	0,700	0,876	0,906	0,230	0,108	0,731	0,614	0,145	0,250
'Ag.GI'	0,915	0,962	0,134	0,611	0,488	0,196	0,486	0,202	0,301	0,257	0,947	0,968	0,002
'Ag.OI'	0,139	0,780	0,801	0,515	0,289	0,110	0,219	0,776	0,735	0,249	0,112	0,203	0,116
'Ag.Vis'	0,648	0,650	0,111	0,059	0,640	0,137	0,813	0,822	0,803	0,633	0,870	0,793	0,019
'Anim'	0,351	0,429	0,031	0,038	0,996	0,098	0,462	0,605	0,197	0,828	0,999	0,533	0,569
'Dyn'	0,604	0,671	0,083	0,810	0,968	0,182	0,201	0,227	0,331	0,474	0,811	0,694	0,075
'Env'	0,480	0,124	0,892	0,770	0,684	0,017	0,892	0,611	0,679	0,156	0,734	0,093	0,268
'Pres.Act'	0,197	0,664	0,134	0,258	0,000	0,949	0,292	0,588	0,850	0,221	0,316	0,364	0,135
'Pres.Hum'	0,645	0,516	0,362	0,364	0,676	0,001	0,444	0,002	0,419	0,685	0,215	0,020	0,631
'Pres.Klax'	0,748	0,000	0,005	0,645	0,776	0,911	0,000	0,800	0,851	0,928	0,000	0,842	0,582
'Pres.Mob'	0,925	0,010	0,000	0,264	0,550	0,837	0,461	0,001	0,561	0,459	0,274	0,021	0,563
'Pres.Nat'	0,172	0,361	0,381	0,385	0,132	0,501	0,189	0,486	0,000	0,220	0,715	0,094	0,315
'Pres.Ois'	1,000	0,931	0,418	0,888	0,064	0,461	0,962	0,065	0,083	0,000	0,532	0,384	0,095
'Pres.PL'	0,931	1,000	0,115	0,851	0,892	0,544	0,001	0,400	0,494	0,630	0,000	0,735	0,527
'Pres.VL'	0,418	0,115	1,000	0,005	0,125	0,438	0,042	0,248	0,299	0,327	0,248	0,509	0,742
'Sil'	0,888	0,851	0,005	1,000	0,342	0,213	0,844	0,514	0,782	0,730	0,705	0,280	0,379
'Son.Act'	0,064	0,892	0,125	0,342	1,000	0,891	0,126	0,994	0,548	0,077	0,101	0,431	0,080
'Son.Hum'	0,461	0,544	0,438	0,213	0,891	1,000	0,356	0,077	0,047	0,771	0,083	0,023	0,689
'Son.Klax'	0,962	0,001	0,042	0,844	0,126	0,356	1,000	0,865	0,852	0,955	0,000	0,358	0,421
'Son.Mob'	0,065	0,400	0,248	0,514	0,994	0,077	0,865	1,000	0,827	0,763	0,731	0,001	0,206
'Son.Nat'	0,083	0,494	0,299	0,782	0,548	0,047	0,852	0,827	1,000	0,271	0,607	0,247	0,975
'Son.Ois'	0,000	0,630	0,327	0,730	0,077	0,771	0,955	0,763	0,271	1,000	0,688	0,465	0,709
'Son.PL'	0,532	0,000	0,248	0,705	0,101	0,083	0,000	0,731	0,607	0,688	1,000	0,077	0,702
'Son.VL'	0,384	0,735	0,509	0,280	0,431	0,023	0,358	0,001	0,247	0,465	0,077	1,000	0,961
'Surp'	0,095	0,527	0,742	0,379	0,080	0,689	0,421	0,206	0,975	0,709	0,702	0,961	1,000

## Tables des corrélations (R et p) – rue piétonne à Paris MONG

R	'Adeq'	'Ag.Gl'	'Ag.Ol'	'Ag.Vis'	'Anim'	'Dyn'	'Env'	'Pres.Act'	'Pres.Hum'	'Pres.Klax'	'Pres.Mob'	'Pres.Nat'
'Adeq'	1,000	0,319	0,402	0,321	-0,014	0,000	-0,086	-0,312	-0,280	0,012	-0,075	-0,035
'Ag.Gl'	0,319	1,000	0,342	0,621	0,109	-0,067	-0,102	0,016	-0,315	-0,123	-0,273	-0,143
'Ag.Ol'	0,402	0,342	1,000	0,464	-0,016	0,048	-0,064	-0,062	-0,251	-0,086	-0,200	0,036
'Ag.Vis'	0,321	0,621	0,464	1,000	-0,136	0,014	-0,286	-0,079	0,036	-0,089	-0,262	-0,216
'Anim'	-0,014	0,109	-0,016	-0,136	1,000	0,011	0,371	0,292	-0,003	0,285	0,067	-0,051
'Dyn'	0,000	-0,067	0,048	0,014	0,011	1,000	-0,029	0,278	0,205	0,114	-0,101	-0,083
'Env'	-0,086	-0,102	-0,064	-0,286	0,371	-0,029	1,000	0,117	-0,065	0,093	0,024	0,078
'Pres.Act'	-0,312	0,016	-0,062	-0,079	0,292	0,278	0,117	1,000	0,239	0,610	0,091	0,009
'Pres.Hum'	-0,280	-0,315	-0,251	0,036	-0,003	0,205	-0,065	0,239	1,000	0,252	0,145	0,027
'Pres.Klax'	0,012	-0,123	-0,086	-0,089	0,285	0,114	0,093	0,610	0,252	1,000	0,201	0,302
'Pres.Mob'	-0,075	-0,273	-0,200	-0,262	0,067	-0,101	0,024	0,091	0,145	0,201	1,000	-0,112
'Pres.Nat'	-0,035	-0,143	0,036	-0,216	-0,051	-0,083	0,078	0,009	0,027	0,302	-0,112	1,000
'Pres.Ois'	-0,052	-0,256	-0,081	-0,174	-0,205	0,042	0,102	-0,077	0,001	0,007	0,241	0,285
'Pres.PL'	-0,173	-0,087	-0,155	-0,105	0,048	-0,011	-0,166	0,291	0,227	0,304	0,401	0,016
'Pres.VL'	-0,051	0,139	-0,086	0,139	0,001	-0,022	0,099	0,079	0,122	0,162	0,219	-0,088
'Sil'	0,349	0,447	0,500	0,268	0,046	-0,145	-0,039	-0,027	-0,323	-0,134	-0,064	-0,046
'Son.Act'	-0,174	0,256	0,074	0,028	0,294	0,160	0,031	0,797	0,116	0,449	0,132	-0,007
'Son.Hum'	0,249	-0,080	-0,061	0,042	0,112	-0,044	0,079	-0,079	0,256	0,135	0,180	-0,003
'Son.Klax'	0,037	0,034	-0,038	0,116	0,210	0,162	-0,089	0,313	0,355	0,682	-0,010	0,230
'Son.Mob'	-0,056	-0,180	-0,129	-0,012	-0,087	0,105	-0,005	-0,024	0,213	0,092	0,627	-0,133
'Son.Nat'	0,015	-0,167	-0,005	-0,161	0,100	-0,026	0,178	-0,001	0,083	0,390	-0,091	0,780
'Son.Ois'	0,018	-0,347	-0,063	-0,186	-0,079	0,154	-0,032	0,027	0,064	0,127	0,185	0,026
'Son.PL'	-0,089	-0,001	-0,015	-0,019	0,030	0,092	-0,100	0,188	0,329	0,295	0,200	0,050
'Son.VL'	-0,109	-0,169	-0,173	-0,200	0,141	-0,285	0,354	-0,117	-0,064	0,101	0,164	0,013
'Surp'	-0,103	0,122	0,214	0,148	0,018	0,098	-0,215	0,185	0,309	0,245	0,008	0,013

p	'Adeq'	'Ag.Gl'	'Ag.Ol'	'Ag.Vis'	'Anim'	'Dyn'	'Env'	'Pres.Act'	'Pres.Hum'	'Pres.Klax'	'Pres.Mob'	'Pres.Nat'
'Adeq'	1,000	0,045	0,010	0,043	0,930	0,998	0,598	0,050	0,080	0,943	0,647	0,831
'Ag.Gl'	0,045	1,000	0,031	0,000	0,502	0,683	0,531	0,924	0,048	0,449	0,089	0,379
'Ag.Ol'	0,010	0,031	1,000	0,003	0,920	0,770	0,697	0,702	0,119	0,600	0,216	0,825
'Ag.Vis'	0,043	0,000	0,003	1,000	0,404	0,933	0,074	0,629	0,824	0,587	0,103	0,181
'Anim'	0,930	0,502	0,920	0,404	1,000	0,947	0,018	0,068	0,987	0,074	0,679	0,755
'Dyn'	0,998	0,683	0,770	0,933	0,947	1,000	0,861	0,082	0,205	0,482	0,534	0,611
'Env'	0,598	0,531	0,697	0,074	0,018	0,861	1,000	0,471	0,692	0,568	0,884	0,633
'Pres.Act'	0,050	0,924	0,702	0,629	0,068	0,082	0,471	1,000	0,138	0,000	0,577	0,957
'Pres.Hum'	0,080	0,048	0,119	0,824	0,987	0,205	0,692	0,138	1,000	0,117	0,372	0,868
'Pres.Klax'	0,943	0,449	0,600	0,587	0,074	0,482	0,568	0,000	0,117	1,000	0,213	0,059
'Pres.Mob'	0,647	0,089	0,216	0,103	0,679	0,534	0,884	0,577	0,372	0,213	1,000	0,490
'Pres.Nat'	0,831	0,379	0,825	0,181	0,755	0,611	0,633	0,957	0,868	0,059	0,490	1,000
'Pres.Ois'	0,751	0,111	0,620	0,284	0,204	0,797	0,530	0,636	0,994	0,965	0,135	0,075
'Pres.PL'	0,286	0,595	0,339	0,517	0,766	0,944	0,306	0,068	0,159	0,056	0,010	0,924
'Pres.VL'	0,753	0,391	0,596	0,392	0,993	0,893	0,544	0,630	0,453	0,317	0,174	0,591
'Sil'	0,027	0,004	0,001	0,095	0,776	0,372	0,809	0,866	0,042	0,411	0,694	0,779
'Son.Act'	0,282	0,111	0,652	0,866	0,065	0,323	0,847	0,000	0,475	0,004	0,418	0,967
'Son.Hum'	0,121	0,622	0,707	0,798	0,492	0,788	0,628	0,628	0,111	0,407	0,267	0,985
'Son.Klax'	0,821	0,836	0,814	0,475	0,194	0,318	0,587	0,049	0,025	0,000	0,952	0,154
'Son.Mob'	0,729	0,267	0,427	0,942	0,595	0,518	0,978	0,885	0,188	0,572	0,000	0,413
'Son.Nat'	0,927	0,304	0,973	0,322	0,541	0,873	0,272	0,995	0,613	0,013	0,575	0,000
'Son.Ois'	0,914	0,028	0,701	0,251	0,630	0,342	0,846	0,869	0,697	0,435	0,253	0,875
'Son.PL'	0,586	0,997	0,928	0,905	0,856	0,574	0,539	0,245	0,038	0,065	0,216	0,759
'Son.VL'	0,502	0,298	0,285	0,215	0,385	0,074	0,025	0,473	0,693	0,537	0,312	0,937
'Surp'	0,527	0,455	0,184	0,364	0,914	0,549	0,184	0,252	0,052	0,127	0,959	0,938

R	'Pres.Ois'	'Pres.PL'	'Pres.VL'	'Sil'	'Son.Act'	'Son.Hum'	'Son.Klax'	'Son.Mob'	'Son.Nat'	'Son.Ois'	'Son.PL'	'Son.VL'	'Surp'
'Adeq'	-0,052	-0,173	-0,051	0,349	-0,174	0,249	0,037	-0,056	0,015	0,018	-0,089	-0,109	-0,103
'Ag.Gl'	-0,256	-0,087	0,139	0,447	0,256	-0,080	0,034	-0,180	-0,167	-0,347	-0,001	-0,169	0,122
'Ag.Ol'	-0,081	-0,155	-0,086	0,500	0,074	-0,061	-0,038	-0,129	-0,005	-0,063	-0,015	-0,173	0,214
'Ag.Vis'	-0,174	-0,105	0,139	0,268	0,028	0,042	0,116	-0,012	-0,161	-0,186	-0,019	-0,200	0,148
'Anim'	-0,205	0,048	0,001	0,046	0,294	0,112	0,210	-0,087	0,100	-0,079	0,030	0,141	0,018
'Dyn'	0,042	-0,011	-0,022	-0,145	0,160	-0,044	0,162	0,105	-0,026	0,154	0,092	-0,285	0,098
'Env'	0,102	-0,166	0,099	-0,039	0,031	0,079	-0,089	-0,005	0,178	-0,032	-0,100	0,354	-0,215
'Pres.Act'	-0,077	0,291	0,079	-0,027	0,797	-0,079	0,313	-0,024	-0,001	0,027	0,188	-0,117	0,185
'Pres.Hum'	0,001	0,227	0,122	-0,323	0,116	0,256	0,355	0,213	0,083	0,064	0,329	-0,064	0,309
'Pres.Klax'	0,007	0,304	0,162	-0,134	0,449	0,135	0,682	0,092	0,390	0,127	0,295	0,101	0,245
'Pres.Mob'	0,241	0,401	0,219	-0,064	0,132	0,180	-0,010	0,627	-0,091	0,185	0,200	0,164	0,008
'Pres.Nat'	0,285	0,016	-0,088	-0,046	-0,007	-0,003	0,230	-0,133	0,780	0,026	0,050	0,013	0,013
'Pres.Ois'	1,000	0,228	0,197	-0,221	-0,085	0,127	-0,060	0,295	0,025	0,769	0,198	0,136	-0,038
'Pres.PL'	0,228	1,000	0,024	-0,088	0,113	0,096	0,265	0,171	0,095	0,143	0,779	0,089	0,343
'Pres.VL'	0,197	0,024	1,000	-0,161	-0,043	-0,086	0,293	0,484	-0,169	-0,049	0,060	0,468	0,012
'Sil'	-0,221	-0,088	-0,161	1,000	0,055	0,158	-0,269	-0,078	-0,052	-0,213	-0,151	-0,010	0,206
'Son.Act'	-0,085	0,113	-0,043	0,055	1,000	-0,064	0,290	-0,035	-0,100	0,024	0,171	-0,341	0,090
'Son.Hum'	0,127	0,096	-0,086	0,158	-0,064	1,000	0,041	0,135	0,106	0,205	0,152	0,071	0,202
'Son.Klax'	-0,060	0,265	0,293	-0,269	0,290	0,041	1,000	0,145	0,251	-0,046	0,501	0,113	0,312
'Son.Mob'	0,295	0,171	0,484	-0,078	-0,035	0,135	0,145	1,000	-0,113	0,214	0,147	0,380	-0,003
'Son.Nat'	0,025	0,095	-0,169	-0,052	-0,100	0,106	0,251	-0,113	1,000	-0,050	0,070	0,051	0,093
'Son.Ois'	0,769	0,143	-0,049	-0,213	0,024	0,205	-0,046	0,214	-0,050	1,000	0,146	0,044	-0,034
'Son.PL'	0,198	0,779	0,060	-0,151	0,171	0,152	0,501	0,147	0,070	0,146	1,000	0,030	0,371
'Son.VL'	0,136	0,089	0,468	-0,010	-0,341	0,071	0,113	0,380	0,051	0,044	0,030	1,000	-0,083
'Surp'	-0,038	0,343	0,012	0,206	0,090	0,202	0,312	-0,003	0,093	-0,034	0,371	-0,083	1,000

p	'Pres.Ois'	'Pres.PL'	'Pres.VL'	'Sil'	'Son.Act'	'Son.Hum'	'Son.Klax'	'Son.Mob'	'Son.Nat'	'Son.Ois'	'Son.PL'	'Son.VL'	'Surp'
'Adeq'	0,751	0,286	0,753	0,027	0,282	0,121	0,821	0,729	0,927	0,914	0,586	0,502	0,527
'Ag.Gl'	0,111	0,595	0,391	0,004	0,111	0,622	0,836	0,267	0,304	0,028	0,997	0,298	0,455
'Ag.Ol'	0,620	0,339	0,596	0,001	0,652	0,707	0,814	0,427	0,973	0,701	0,928	0,285	0,184
'Ag.Vis'	0,284	0,517	0,392	0,095	0,866	0,798	0,475	0,942	0,322	0,251	0,905	0,215	0,364
'Anim'	0,204	0,766	0,993	0,776	0,065	0,492	0,194	0,595	0,541	0,630	0,856	0,385	0,914
'Dyn'	0,797	0,944	0,893	0,372	0,323	0,788	0,318	0,518	0,873	0,342	0,574	0,074	0,549
'Env'	0,530	0,306	0,544	0,809	0,847	0,628	0,587	0,978	0,272	0,846	0,539	0,025	0,184
'Pres.Act'	0,636	0,068	0,630	0,866	0,000	0,628	0,049	0,885	0,995	0,869	0,245	0,473	0,252
'Pres.Hum'	0,994	0,159	0,453	0,042	0,475	0,111	0,025	0,188	0,613	0,697	0,038	0,693	0,052
'Pres.Klax'	0,965	0,056	0,317	0,411	0,004	0,407	0,000	0,572	0,013	0,435	0,065	0,537	0,127
'Pres.Mob'	0,135	0,010	0,174	0,694	0,418	0,267	0,952	0,000	0,575	0,253	0,216	0,312	0,959
'Pres.Nat'	0,075	0,924	0,591	0,779	0,967	0,985	0,154	0,413	0,000	0,875	0,759	0,937	0,938
'Pres.Ois'	1,000	0,158	0,223	0,170	0,602	0,434	0,713	0,065	0,877	0,000	0,220	0,401	0,814
'Pres.PL'	0,158	1,000	0,884	0,591	0,486	0,556	0,099	0,292	0,559	0,378	0,000	0,586	0,030
'Pres.VL'	0,223	0,884	1,000	0,320	0,794	0,600	0,066	0,002	0,299	0,765	0,715	0,002	0,941
'Sil'	0,170	0,591	0,320	1,000	0,737	0,330	0,094	0,632	0,749	0,187	0,352	0,952	0,203
'Son.Act'	0,602	0,486	0,794	0,737	1,000	0,695	0,070	0,831	0,537	0,882	0,292	0,031	0,579
'Son.Hum'	0,434	0,556	0,600	0,330	0,695	1,000	0,804	0,405	0,514	0,205	0,350	0,664	0,212
'Son.Klax'	0,713	0,099	0,066	0,094	0,070	0,804	1,000	0,372	0,119	0,776	0,001	0,486	0,050
'Son.Mob'	0,065	0,292	0,002	0,632	0,831	0,405	0,372	1,000	0,487	0,185	0,367	0,016	0,986
'Son.Nat'	0,877	0,559	0,299	0,749	0,537	0,514	0,119	0,487	1,000	0,761	0,669	0,755	0,568
'Son.Ois'	0,000	0,378	0,765	0,187	0,882	0,205	0,776	0,185	0,761	1,000	0,369	0,786	0,837
'Son.PL'	0,220	0,000	0,715	0,352	0,292	0,350	0,001	0,367	0,669	0,369	1,000	0,857	0,018
'Son.VL'	0,401	0,586	0,002	0,952	0,031	0,664	0,486	0,016	0,755	0,786	0,857	1,000	0,609
'Surp'	0,814	0,030	0,941	0,203	0,579	0,212	0,050	0,986	0,568	0,837	0,018	0,609	1,000

## Tables des corrélations (R et p) pour l'ensemble des lieux

R	'Adeq'	'Ag.Gl'	'Ag.Ol'	'Ag.Vis'	'Anim'	'Dyn'	'Env'	'Pres.Act'	'Pres.Hum'	'Pres.Klax'	'Pres.Mob'	'Pres.Nat'
'Adeq'	1,000	0,535	0,464	0,490	0,015	-0,103	-0,002	0,170	0,212	-0,177	-0,177	0,082
'Ag.Gl'	0,535	1,000	0,524	0,671	0,022	-0,135	-0,012	0,164	0,245	-0,201	-0,195	0,126
'Ag.Ol'	0,464	0,524	1,000	0,541	0,057	-0,127	-0,056	0,039	0,106	-0,184	-0,219	0,190
'Ag.Vis'	0,490	0,671	0,541	1,000	0,061	-0,162	-0,032	0,116	0,157	-0,150	-0,232	0,129
'Anim'	0,015	0,022	0,057	0,061	1,000	-0,009	0,156	0,072	0,220	-0,010	0,029	-0,092
'Dyn'	-0,103	-0,135	-0,127	-0,162	-0,009	1,000	-0,022	0,003	0,005	-0,013	0,059	0,038
'Env'	-0,002	-0,012	-0,056	-0,032	0,156	-0,022	1,000	0,146	0,065	0,060	0,002	-0,085
'Pres.Act'	0,170	0,164	0,039	0,116	0,072	0,003	0,146	1,000	0,291	-0,044	-0,047	-0,188
'Pres.Hum'	0,212	0,245	0,106	0,157	0,220	0,005	0,065	0,291	1,000	-0,080	-0,010	0,000
'Pres.Klax'	-0,177	-0,201	-0,184	-0,150	-0,010	-0,013	0,060	-0,044	-0,080	1,000	0,213	-0,047
'Pres.Mob'	-0,177	-0,195	-0,219	-0,232	0,029	0,059	0,002	-0,047	-0,010	0,213	1,000	-0,081
'Pres.Nat'	0,082	0,126	0,190	0,129	-0,092	0,038	-0,085	-0,188	0,000	-0,047	-0,081	1,000
'Pres.Ois'	0,269	0,244	0,248	0,189	0,012	0,014	-0,008	-0,192	0,142	-0,162	-0,071	0,288
'Pres.PL'	-0,312	-0,242	-0,233	-0,207	-0,004	-0,006	-0,029	-0,095	-0,068	0,394	0,273	-0,024
'Pres.VL'	-0,316	-0,312	-0,173	-0,234	0,019	-0,023	-0,069	-0,344	-0,284	0,300	0,230	0,073
'Sil'	0,521	0,558	0,395	0,396	-0,176	-0,159	-0,126	0,098	0,157	-0,241	-0,156	0,177
'Son.Act'	0,186	0,165	0,038	0,150	0,038	0,045	0,054	0,738	0,219	-0,070	-0,034	-0,153
'Son.Hum'	0,256	0,259	0,195	0,177	0,208	0,089	0,112	0,182	0,544	-0,033	-0,062	0,070
'Son.Klax'	-0,213	-0,292	-0,249	-0,181	0,006	-0,017	0,057	-0,102	-0,112	0,716	0,187	0,001
'Son.Mob'	-0,241	-0,147	-0,218	-0,187	0,009	0,069	0,073	-0,079	0,040	0,114	0,738	-0,152
'Son.Nat'	0,080	0,129	0,190	0,116	-0,009	0,041	-0,032	-0,181	0,051	-0,054	-0,092	0,705
'Son.Ois'	0,324	0,264	0,340	0,236	0,070	-0,023	-0,035	-0,110	0,058	-0,094	-0,130	0,300
'Son.PL'	-0,320	-0,291	-0,302	-0,252	-0,020	0,068	0,039	-0,099	-0,107	0,322	0,275	-0,082
'Son.VL'	-0,430	-0,420	-0,375	-0,425	-0,001	0,072	0,010	-0,232	-0,173	0,233	0,337	-0,191
'Surp'	-0,042	-0,020	-0,011	0,034	-0,106	0,208	0,016	0,007	-0,060	0,030	0,010	0,039

p	'Adeq'	'Ag.Gl'	'Ag.Ol'	'Ag.Vis'	'Anim'	'Dyn'	'Env'	'Pres.Act'	'Pres.Hum'	'Pres.Klax'	'Pres.Mob'	'Pres.Nat'
'Adeq'	1,000	0,000	0,000	0,000	0,794	0,065	0,975	0,002	0,000	0,002	0,002	0,143
'Ag.Gl'	0,000	1,000	0,000	0,000	0,699	0,016	0,831	0,003	0,000	0,000	0,000	0,024
'Ag.Ol'	0,000	0,000	1,000	0,000	0,308	0,023	0,318	0,489	0,058	0,001	0,000	0,001
'Ag.Vis'	0,000	0,000	0,000	1,000	0,280	0,004	0,572	0,039	0,005	0,007	0,000	0,021
'Anim'	0,794	0,699	0,308	0,280	1,000	0,877	0,005	0,196	0,000	0,860	0,611	0,101
'Dyn'	0,065	0,016	0,023	0,004	0,877	1,000	0,695	0,956	0,927	0,814	0,290	0,499
'Env'	0,975	0,831	0,318	0,572	0,005	0,695	1,000	0,009	0,246	0,288	0,971	0,129
'Pres.Act'	0,002	0,003	0,489	0,039	0,196	0,956	0,009	1,000	0,000	0,437	0,398	0,001
'Pres.Hum'	0,000	0,000	0,058	0,005	0,000	0,927	0,246	0,000	1,000	0,154	0,856	0,996
'Pres.Klax'	0,002	0,000	0,001	0,007	0,860	0,814	0,288	0,437	0,154	1,000	0,000	0,401
'Pres.Mob'	0,002	0,000	0,000	0,000	0,611	0,290	0,971	0,398	0,856	0,000	1,000	0,150
'Pres.Nat'	0,143	0,024	0,001	0,021	0,101	0,499	0,129	0,001	0,996	0,401	0,150	1,000
'Pres.Ois'	0,000	0,000	0,000	0,001	0,836	0,799	0,888	0,001	0,011	0,004	0,206	0,000
'Pres.PL'	0,000	0,000	0,000	0,000	0,937	0,908	0,602	0,089	0,222	0,000	0,000	0,673
'Pres.VL'	0,000	0,000	0,002	0,000	0,739	0,678	0,221	0,000	0,000	0,000	0,000	0,191
'Sil'	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,004	0,024	0,081	0,005	0,000	0,005	0,001
'Son.Act'	0,001	0,003	0,498	0,007	0,501	0,422	0,337	0,000	0,000	0,213	0,540	0,006
'Son.Hum'	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,111	0,045	0,001	0,000	0,561	0,266	0,214
'Son.Klax'	0,000	0,000	0,000	0,001	0,914	0,761	0,312	0,068	0,045	0,000	0,001	0,986
'Son.Mob'	0,000	0,008	0,000	0,001	0,877	0,216	0,192	0,159	0,476	0,042	0,000	0,006
'Son.Nat'	0,154	0,021	0,001	0,038	0,867	0,466	0,570	0,001	0,367	0,337	0,102	0,000
'Son.Ois'	0,000	0,000	0,000	0,000	0,209	0,684	0,529	0,048	0,305	0,093	0,020	0,000
'Son.PL'	0,000	0,000	0,000	0,000	0,726	0,224	0,489	0,078	0,056	0,000	0,000	0,144
'Son.VL'	0,000	0,000	0,000	0,000	0,986	0,202	0,857	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001
'Surp'	0,452	0,718	0,851	0,547	0,058	0,000	0,775	0,897	0,286	0,587	0,862	0,486

R	'Pres.Ois'	'Pres.PL'	'Pres.VL'	'Sil'	'Son.Act'	'Son.Hum'	'Son.Klax'	'Son.Mob'	'Son.Nat'	'Son.Ois'	'Son.PL'	'Son.VL'	'Surp'
'Adeq'	0,269	-0,312	-0,316	0,521	0,186	0,256	-0,213	-0,241	0,080	0,324	-0,320	-0,430	-0,042
'Ag.Gl'	0,244	-0,242	-0,312	0,558	0,165	0,259	-0,292	-0,147	0,129	0,264	-0,291	-0,420	-0,020
'Ag.Ol'	0,248	-0,233	-0,173	0,395	0,038	0,195	-0,249	-0,218	0,190	0,340	-0,302	-0,375	-0,011
'Ag.Vis'	0,189	-0,207	-0,234	0,396	0,150	0,177	-0,181	-0,187	0,116	0,236	-0,252	-0,425	0,034
'Anim'	0,012	-0,004	0,019	-0,176	0,038	0,208	0,006	0,009	-0,009	0,070	-0,020	-0,001	-0,106
'Dyn'	0,014	-0,006	-0,023	-0,159	0,045	0,089	-0,017	0,069	0,041	-0,023	0,068	0,072	0,208
'Env'	-0,008	-0,029	-0,069	-0,126	0,054	0,112	0,057	0,073	-0,032	-0,035	0,039	0,010	0,016
'Pres.Act'	-0,192	-0,095	-0,344	0,098	0,738	0,182	-0,102	-0,079	-0,181	-0,110	-0,099	-0,232	0,007
'Pres.Hum'	0,142	-0,068	-0,284	0,157	0,219	0,544	-0,112	0,040	0,051	0,058	-0,107	-0,173	-0,060
'Pres.Klax'	-0,162	0,394	0,300	-0,241	-0,070	-0,033	0,716	0,114	-0,054	-0,094	0,322	0,233	0,030
'Pres.Mob'	-0,071	0,273	0,230	-0,156	-0,034	-0,062	0,187	0,738	-0,092	-0,130	0,275	0,337	0,010
'Pres.Nat'	0,288	-0,024	0,073	0,177	-0,153	0,070	0,001	-0,152	0,705	0,300	-0,082	-0,191	0,039
'Pres.Ois'	1,000	-0,072	0,064	0,281	-0,153	0,142	-0,143	-0,075	0,278	0,683	-0,142	-0,208	-0,023
'Pres.PL'	-0,072	1,000	0,388	-0,261	-0,114	-0,058	0,367	0,159	0,000	-0,128	0,740	0,330	0,054
'Pres.VL'	0,064	0,388	1,000	-0,382	-0,274	-0,212	0,363	0,097	0,086	0,029	0,384	0,498	-0,054
'Sil'	0,281	-0,261	-0,382	1,000	0,073	0,094	-0,344	-0,181	0,148	0,333	-0,322	-0,467	0,035
'Son.Act'	-0,153	-0,114	-0,274	0,073	1,000	0,151	-0,067	-0,048	-0,207	-0,126	-0,033	-0,216	0,076
'Son.Hum'	0,142	-0,058	-0,212	0,094	0,151	1,000	-0,144	-0,046	0,129	0,167	-0,137	-0,140	0,003
'Son.Klax'	-0,143	0,367	0,363	-0,344	-0,067	-0,144	1,000	0,195	-0,013	-0,119	0,430	0,281	0,026
'Son.Mob'	-0,075	0,159	0,097	-0,181	-0,048	-0,046	0,195	1,000	-0,184	-0,173	0,251	0,420	-0,036
'Son.Nat'	0,278	0,000	0,086	0,148	-0,207	0,129	-0,013	-0,184	1,000	0,391	-0,012	-0,138	0,068
'Son.Ois'	0,683	-0,128	0,029	0,333	-0,126	0,167	-0,119	-0,173	0,391	1,000	-0,194	-0,249	0,004
'Son.PL'	-0,142	0,740	0,384	-0,322	-0,033	-0,137	0,430	0,251	-0,012	-0,194	1,000	0,383	0,047
'Son.VL'	-0,208	0,330	0,498	-0,467	-0,216	-0,140	0,281	0,420	-0,138	-0,249	0,383	1,000	-0,051
'Surp'	-0,023	0,054	-0,054	0,035	0,076	0,003	0,026	-0,036	0,068	0,004	0,047	-0,051	1,000

p	'Pres.Ois'	'Pres.PL'	'Pres.VL'	'Sil'	'Son.Act'	'Son.Hum'	'Son.Klax'	'Son.Mob'	'Son.Nat'	'Son.Ois'	'Son.PL'	'Son.VL'	'Surp'
'Adeq'	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,154	0,000	0,000	0,000	0,452
'Ag.Gl'	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,008	0,021	0,000	0,000	0,000	0,718
'Ag.Ol'	0,000	0,000	0,002	0,000	0,498	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,851
'Ag.Vis'	0,001	0,000	0,000	0,000	0,007	0,002	0,001	0,001	0,038	0,000	0,000	0,000	0,547
'Anim'	0,836	0,937	0,739	0,002	0,501	0,000	0,914	0,877	0,867	0,209	0,726	0,986	0,058
'Dyn'	0,799	0,908	0,678	0,004	0,422	0,111	0,761	0,216	0,466	0,684	0,224	0,202	0,000
'Env'	0,888	0,602	0,221	0,024	0,337	0,045	0,312	0,192	0,570	0,529	0,489	0,857	0,775
'Pres.Act'	0,001	0,089	0,000	0,081	0,000	0,001	0,068	0,159	0,001	0,048	0,078	0,000	0,897
'Pres.Hum'	0,011	0,222	0,000	0,005	0,000	0,000	0,045	0,476	0,367	0,305	0,056	0,002	0,286
'Pres.Klax'	0,004	0,000	0,000	0,000	0,213	0,561	0,000	0,042	0,337	0,093	0,000	0,000	0,587
'Pres.Mob'	0,206	0,000	0,000	0,005	0,540	0,266	0,001	0,000	0,102	0,020	0,000	0,000	0,862
'Pres.Nat'	0,000	0,673	0,191	0,001	0,006	0,214	0,986	0,006	0,000	0,000	0,144	0,001	0,486
'Pres.Ois'	1,000	0,197	0,250	0,000	0,006	0,011	0,010	0,182	0,000	0,000	0,011	0,000	0,676
'Pres.PL'	0,197	1,000	0,000	0,000	0,041	0,302	0,000	0,004	1,000	0,022	0,000	0,000	0,337
'Pres.VL'	0,250	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,082	0,123	0,603	0,000	0,000	0,334
'Sil'	0,000	0,000	0,000	1,000	0,193	0,094	0,000	0,001	0,008	0,000	0,000	0,000	0,530
'Son.Act'	0,006	0,041	0,000	0,193	1,000	0,007	0,235	0,395	0,000	0,024	0,557	0,000	0,177
'Son.Hum'	0,011	0,302	0,000	0,094	0,007	1,000	0,010	0,412	0,021	0,003	0,014	0,012	0,960
'Son.Klax'	0,010	0,000	0,000	0,000	0,235	0,010	1,000	0,000	0,823	0,033	0,000	0,000	0,645
'Son.Mob'	0,182	0,004	0,082	0,001	0,395	0,412	0,000	1,000	0,001	0,002	0,000	0,000	0,521
'Son.Nat'	0,000	1,000	0,123	0,008	0,000	0,021	0,823	0,001	1,000	0,000	0,833	0,014	0,228
'Son.Ois'	0,000	0,022	0,603	0,000	0,024	0,003	0,033	0,002	0,000	1,000	0,000	0,000	0,937
'Son.PL'	0,011	0,000	0,000	0,000	0,557	0,014	0,000	0,000	0,833	0,000	1,000	0,000	0,398
'Son.VL'	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	1,000	0,367
'Surp'	0,676	0,337	0,334	0,530	0,177	0,960	0,645	0,521	0,228	0,937	0,398	0,367	1,000