

2M11, 2855, 10 + CD

Université de Montréal

Sélection d'une banque de sons de l'environnement selon la familiarité et
la durée optimale de reconnaissance

Par

Leïla Copti

Département de psychologie
Faculté des arts et des sciences

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
En vue de l'obtention du grade de
Maître ès sciences (M.Sc.)

Juillet, 2000

© Leïla Copti, 2000



10 10 10

BF

22

U54

2001

V.011

Université de Montréal

Le présent document est le résultat de la recherche effectuée par l'auteur et n'est pas le résultat de la recherche de l'Université de Montréal.

1000-0000

Département de psychologie
Faculté de psychologie et de sciences de l'éducation

Manuscrit accepté pour publication dans la Revue de psychologie
En 2001, le 10 octobre, au 1000-0000
Bibliothèque de l'Université de Montréal



1000-0000
1000-0000

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

Sélection d'une banque de sons de l'environnement selon la familiarité et
la durée optimale de reconnaissance

Présenté par :

Leïla Copti

A été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Martin Arguin, président du jury

Sylvie Hébert, membre du jury

Isabelle Peretz, directrice de recherche

Mémoire accepté le : *1 mars 2001*

Sommaire

Il existe très peu d'outils pour évaluer la reconnaissance auditive non-verbale des sons de l'environnement (p.ex., les sons d'objets) en psychologie. De plus, les tests de reconnaissance des sons de l'environnement actuels n'ont pas été précédés d'un contrôle systématique des stimuli, de sorte que ces derniers ne sont pas toujours représentatifs des sons qui nous entourent. Le but de cette étude est de construire une banque de sons de l'environnement dont la familiarité et la durée optimale de reconnaissance sont contrôlées pour bâtir un test de reconnaissance et de discrimination des sons de l'environnement. Quarante-quatre stimuli, sélectionnés selon leur origine naturelle (p.ex., les cris d'animaux) ou artificielle (p.ex., les sons d'instruments de musique), ont été présentés à 20 étudiants universitaires francophones. Chaque stimulus a été fractionné en période (« gate ») de 100 millisecondes et présenté selon le mode de présentation par pas successif (« gating paradigm »). Après chaque période de présentation, les participants devaient identifier le son et indiquer le niveau de confiance dans leur réponse. Cinquante-sept sons ont été identifiés par 75% et plus des participants, avec un niveau de confiance maximal. Ces stimuli ayant atteint notre critère de familiarité constituent notre banque de sons. La durée optimale de reconnaissance de ces sons a été établie en fonction du nombre de « gate » moyen requis pour reconnaître la source. L'analyse des résultats en fonction de la catégorisation naturelle versus artificielle ne fait ressortir aucune différence significative dans les diverses durées de reconnaissance obtenues et dans les différents degrés de familiarité des sons. Il semble

qu'un des facteurs pouvant le mieux rendre compte des différents temps de reconnaissance demeure la possibilité qu'un son semblable puisse être produit par plusieurs sources. Ainsi, plus le nombre de sources possibles pour un même son est élevé, plus le temps de reconnaissance est long. Les résultats de cette étude constituent une première étape dans la construction d'un test de reconnaissance et de discrimination des sons de l'environnement.

Table des matières

Sommaire.....	iii
Table des matières	v
Liste des tableaux	vi
Liste des figures.....	vii
Remerciements	viii
Introduction.....	1
Contexte théorique.....	4
Méthodologie	14
Participants.....	14
Matériel	14
Déroulement.....	17
Résultats et commentaires	19
Indice de familiarité:	19
Consensus dans la dénomination :	20
Type d'erreurs :.....	22
Point d'isolement :	23
Niveau de confiance :.....	25
Point de reconnaissance :.....	26
Facteurs physiques:.....	29
Sons rejetés :	35
Conclusion	38
Références.....	41
Appendice A	ix
Appendice B.....	x
Appendice C.....	xi
Appendice D	xvi
Appendice E.....	xviii
Appendice F.....	xx

Liste des tableaux

Tableau

1-Déficits sélectifs aux modes verbal et non-verbal.	5
2-Nombre de stimuli reconnus d'après les différentes catégories sonores.	20
3-Stimuli n'ayant pas atteint de consensus dans la dénomination	22
4-Nombre d'erreurs « inter-catégorie » et « intra-catégorie » et exemple illustratif dans l'évocation des sources sonores.....	23
5-Point d'isolement pour chaque catégorie.....	24
6-Points de reconnaissance pour chaque catégorie	28

Liste des figures**Figure**

1- Mode de présentation successive du son de grenouille pour les cinq premières présentations.....	17
2-Nombre de sons reconnus en fonction du nombre de participants (n = 20)	20
3-Distribution des niveaux de confiance pour les réponses au point d'isolement	25
4-Distribution des niveaux de confiance pour les sons de la nature	26
5-Distribution des points de reconnaissance des 57 sons retenus.	28

Remerciements

Je tiens à remercier tout d'abord Isabelle Peretz pour son support, sa patience et sa rigueur tout au long de cette recherche. J'aimerais également remercier Simone DallaBella pour toute l'assistance technique et statistique ainsi que pour les nombreux conseils prodigués lors de la rédaction. Enfin, je tiens à remercier Bernard Bouchard pour la composition des mélodies et Simon Ashby pour l'enregistrement des sons d'instruments.

Introduction

Un klaxon de voiture ne déclenchera pas chez un individu la même réaction qu'un téléphone qui sonne. Ce sont pourtant deux sonneries et l'individu parvient à les différencier et à les remettre en contexte. Ainsi, le premier son crée un sentiment d'alerte et provoque une réaction vive tandis que le second nous avertit qu'une personne cherche à nous rejoindre sans toutefois déclencher un sentiment de stress ni une réaction très rapide. D'autres sons cependant, comme un croassement de corneille ou des notes de piano, n'entraînent pas automatiquement une réaction nécessitant un déplacement de la part de l'individu. La reconnaissance de ces sons de l'environnement s'avère donc être une habileté très subtile et il serait intéressant d'en comprendre le processus. L'objectif de ce travail est d'obtenir des indices de familiarité et de durée de reconnaissance sur des sons de l'environnement auprès d'une vingtaine d'étudiants universitaires francophones afin de créer une banque de stimuli qui sera utilisée dans des tests de reconnaissance et de discrimination des sons de l'environnement.

Par « son de l'environnement », nous incluons les évènements acoustiques naturels, les sons produits par les humains ou par leurs actions, les sons techniques, excluant le langage et la musique et que l'on désigne généralement d'après l'objet et la source qui les produisent (Ballas, 1993 ; Bregman, 1990 ; McAdams, 1994). Nous tenons à préciser que les instruments de musique font partie des sons de l'environnement puisque

l'identification d'un instrument se fonde sur la qualité du son de l'instrument (le timbre) et non la mélodie. Il n'existe pas, à notre connaissance, de modèle pour décrire le processus de reconnaissance des sons de l'environnement. En effet, les théories actuelles postulant l'existence des différents systèmes de reconnaissance en fonction du domaine des stimuli auditifs (p. ex., stimuli linguistiques vs stimuli non-linguistiques) se sont très peu occupées des sons de l'environnement. Nous disposons donc de très peu d'outils pour évaluer la reconnaissance auditive non-verbale des sons de l'environnement en psychologie. De plus, nous constatons que les tests de reconnaissance des sons de l'environnement actuels n'ont pas été précédés d'un contrôle systématique des stimuli (mode de sélection des stimuli, durée de présentation des sons...). Afin de comprendre le processus de reconnaissance des sons de l'environnement, il est nécessaire d'établir les paramètres qui serviront à sélectionner les stimuli. Ce faisant, nous serons en mesure d'obtenir, auprès d'une population normale, des indices de reconnaissance sur des stimuli contrôlés.

Le premier indice que nous voulons mesurer est le degré de familiarité pour chaque son de l'environnement. Cet indice est calculé selon le nombre de participants qui ont identifié le son. Le deuxième indice que nous voulons mesurer est la durée optimale de présentation de chaque stimulus. Cet indice est évalué selon la longueur moyenne nécessaire pour l'ensemble des participants pour l'identification de chacun des stimuli. Le dernier indice est le consensus sur la dénomination des stimuli. Cet indice est établi en fonction de la nature des évocations verbales évoquées pour chaque son et leurs

fréquences. Ces résultats constituent des données normatives qui pourront être utilisées pour détecter un déficit éventuel chez un individu qui souffre d'un trouble dans la reconnaissance des sons de l'environnement. Ainsi, un individu qui obtiendrait des résultats dans une tâche de reconnaissance ou de discrimination très en dessous de la norme (plus de trois écart-types en dessous de la moyenne) présenterait un trouble de reconnaissance ou de discrimination pour certains sons de l'environnement. Nous pensons donc que le contrôle systématique des stimuli en vue d'élaborer un test sur les sons de l'environnement contribuerait grandement à l'étude de la spécificité de ce domaine. En contrôlant la familiarité et la durée optimale de présentation des stimuli, nous serons en mesure d'avoir un ensemble de sons de l'environnement qui soit aisément reconnaissable et de longueur adéquate. Le contrôle dans la sélection des sons nous permettra d'avoir des stimuli qui sont représentatifs des différents sons de l'environnement. Notre banque de sons constituera ainsi un outil de mesure fiable pour évaluer, dans une étude subséquente, la reconnaissance et la discrimination auditive des sons de l'environnement en neuropsychologie.

Afin de rendre compte des différents problèmes que nous retrouvons dans l'étude de la reconnaissance des sons de l'environnement, nous allons tout d'abord faire un survol de l'état actuel des recherches sur les différents modes auditifs de perception. Ensuite, nous élaborerons le principe d'organisation sur lequel nous nous sommes basés pour classifier les sons, ainsi que les différents paramètres que nous avons utilisés pour sélectionner les stimuli.

Contexte théorique

Une question fondamentale dans l'étude des sons de l'environnement consiste à savoir si ces sons peuvent être considérés en tant que catégorie distincte des sons verbaux et musicaux ou s'ils sont traités selon le même mode auditif de perception? Existe-t-il un système de reconnaissance spécifique aux sons de l'environnement? D'après Mann et Libermann (1983), il existerait deux modes auditifs de perception, le mode verbal ou phonétique et le mode non-verbal ou auditif. Selon cette idée, le mode phonétique traiterai toute l'information linguistique et le mode auditif traiterai tout le reste (la musique, les sons de l'environnement et la voix humaine). Cette distinction est supportée par de nombreux cas d'agnosie auditive (« difficulté dans la reconnaissance et l'identification des sons qui ne peut s'expliquer par une surdité ou une difficulté d'expression » Peretz , 1994, p.205) présentant des déficits sélectifs au mode verbal (agnosie verbale) et au mode non-verbal (agnosie non-verbale). Le tableau 1 (DallaBella & Peretz, 1999) illustre dans la partie ombragée les cas de patients qui ont un déficit dans la reconnaissance du langage (agnosie verbale) alors que la reconnaissance de la musique et des sons de l'environnement sont intactes et dans l'autre partie, les patients présentant un déficit dans la reconnaissance de la musique et des sons de l'environnement (agnosie non-verbale), alors que la reconnaissance du langage est intacte. Nous sommes en présence d'une double dissociation lorsque des déficits sélectifs opposés sont observés. Dans notre cas, les exemples d'agnosie verbale et

d'agnosie non-verbale représentent bien une double dissociation et mettent en évidence l'indépendance des deux modes de reconnaissance auditive.

Tableau 1
Déficits sélectifs aux modes verbal et non-verbal.

Cas rapportés	Mode verbal		
	Langage	Musique	Sons de l'environnement
Metz-Lutz et Dahl (1984)	-	+	+
Yaqub et al. (1988)	-	+	+
Takahashi et al. (1992)	-	+	+
Spreen et al. (1965)	+	-	-
Habib et al. (1995)	+	-	-

+ = bonne reconnaissance

- = déficit dans la reconnaissance

Des études approfondies des compétences de patients cérébro-lésés ont permis d'observer plusieurs cas de dissociation à l'intérieur du mode non-verbal. Ainsi, pour la musique, des cas d'amusie (déficit sélectif suite à une lésion affectant la reconnaissance ou la discrimination des éléments musicaux) ont été rapportés notamment par Peretz, Belleville & Fontaine (1997) et Peretz et al. (1994). Dans ces cas, les troubles de reconnaissance sont spécifiques à la musique, puisque le langage, les sons de l'environnement et la voix humaine sont épargnés. Ces exemples de dissociations suggèrent que ce domaine (la musique) constitue un système de reconnaissance spécifique. De plus, des cas de dissociations inverses, où seule la musique est épargnée,

ont également été observés (Godefroy et al., 1995) et viennent appuyer l'hypothèse de la spécificité fonctionnelle de ce système.

Les troubles de reconnaissance peuvent aussi être spécifiques aux voix humaines. On rapporte des cas de phonagnosie, où les patients ne peuvent plus reconnaître des voix qui leur sont familières mais sont capables de faire la discrimination entre deux voix (identiques ou différentes) et comprennent le contenu du discours (Van Lancker, Cummings, Kreiman & Dobkin, 1988 ; Van Lancker & Kreiman, 1987). Ces données suggèrent que la reconnaissance de la voix résulterait également d'un système de reconnaissance spécialisé (voir Polster & Rose, 1998). Cependant, puisque aucun test n'a été soumis aux patients afin de vérifier s'il y a bel et bien une dissociation avec les autres domaines auditifs, tels que la musique et les sons de l'environnement, nous ne pouvons parler ici d'agnosie spécifique à la voix humaine. L'indépendance de ce système est quand même envisageable puisqu'une étude récente menée par Belin, Zatorre, Lafaille, Ahad & Pike (2000) a mis en évidence des aires le long de la « scissure temporale supérieure » dans le cortex auditif qui seraient spécifiques à la voix humaine.

Enfin, un trouble spécifique dans la reconnaissance des sons de l'environnement a été observé lors de la récupération (Motomura, Yamadori, Mori & Tamaru, 1986), où la parole est récupérée en premier, suivie de la musique et enfin des sons de l'environnement. Inversement, des cas où seuls les sons de l'environnement étaient

épargnés, ont été observés. Ces résultats suggèrent qu'il s'agit d'un domaine particulier (Eustache, Lechevalier, Viader & Lambert, 1990 ; Mendez & Geehan, 1988 ; Tanaka, Yamadori & Mori, 1987). Cependant, aucune agnosie spécifique aux sons de l'environnement n'a été rapportée jusqu'à ce jour.

Dans l'ensemble, les résultats issus de ces recherches suggèrent que les trois composantes du mode non-verbal, la musique, les sons de l'environnement et la voix humaine, constitueraient des systèmes de reconnaissance spécifiques (voir Peretz, 2000 ; Peretz, 1993 ; Peretz & Morais, 1993 ; Polster & al., 1998).

L'étude de la spécificité fonctionnelle du système auditif comporte cependant plusieurs problèmes, particulièrement en ce qui concerne les sons de l'environnement. Le premier problème a trait au manque de contrôle des paramètres utilisés pour la sélection des stimuli et lors du déroulement des tests de reconnaissance.

Nous observons tout d'abord un manque de contrôle dans la familiarité des stimuli sélectionnés. La majorité des études sur les sons de l'environnement (Ballas, 1993 ; Eustache & al., 1990 ; Mendez & Geehan, 1988 ; Tanaka & al., 1987) mentionnent que les stimuli répertoriés sont des sons familiers mais que cette caractéristique a été attribuée de façon subjective, sans être mesurée. Certains auteurs quant à eux ne précisent même pas si les stimuli sélectionnés sont des sons familiers (Clarke, Bellmann, De Ribaupierre & Assal, 1996 ; Schnider, Benson, Alexander & Schnider-Klauss, 1994).

Toutefois la familiarité est un des paramètres les plus importants à contrôler. En effet, pour reconnaître un son, il faut avant tout le connaître, en avoir une représentation mentale afin de pouvoir le nommer (Bregman, 1990 ; Howard & Ballas, 1980). Ainsi, il faut s'assurer que les sons utilisés font partie de notre environnement quotidien.

Nous relevons également un problème méthodologique dans la durée de présentation des stimuli lors du déroulement des tâches de reconnaissance. Les tests sur les sons de l'environnement présentent pour la plupart des stimuli de même durée, allant de cinq (Chiu et Schacter, 1995) à dix secondes (Clarke et al., 1996). Plusieurs études (Mendez et Geehan, 1988 ; Schnider et al., 1994) se sont basées sur le test des sons de l'environnement élaboré par Vignolo (Faglioni, Spinnler et Vignolo, 1969 ; Vignolo, 1982) mais aucune ne précise la durée de présentation des stimuli. Dans ce test, la tâche de reconnaissance consiste à reconnaître un son (p. ex., un chat qui miaule) en choisissant la bonne réponse parmi quatre images représentant différents sons possibles (un chat, un chien, une souris et un autobus). Aucune allusion n'est faite quant à la durée de présentation des stimuli. Nous pensons cependant que la durée de présentation des stimuli doit être contrôlée (durée optimale requise pour reconnaître chaque son) parce que certains sons sont plus difficiles à identifier que d'autres. Par exemple, pour percevoir et reconnaître le son d'une assiette qui se casse, l'auditeur doit non seulement entendre l'impact du début (« l'explosion ») mais également la série de rythmes accélérés correspondant aux rebondissements des morceaux de l'assiette sur une surface. La durée de présentation doit donc être assez longue pour que les sons qui ont une

séquence rythmique irrégulière puissent être reconnus. Le même raisonnement doit s'appliquer pour les sons dont l'amplitude est croissante et dont la fréquence module considérablement (p. ex., une sirène de pompier) et également pour les sons caractérisés par la fréquence des événements qui les composent. Si on prend par exemple une personne qui marche dans la rue, il faut plusieurs pas pour identifier la source du son, tandis qu'un seul miaulement est suffisant pour identifier un chat. Les stimuli ne peuvent donc tous avoir la même durée de présentation (McAdams, 1994). Notons d'ailleurs, qu'une étude menée par Ballas (1993) a été effectuée pour mesurer le temps d'identification de plusieurs sons de l'environnement. Les sujets devaient appuyer sur la barre d'espace d'un clavier d'ordinateur pour débiter le son et appuyer de nouveau lorsqu'ils pouvaient identifier la source sonore. Le temps qui s'était écoulé entre les deux actions était mesuré. Les résultats révèlent que les propriétés physiques telles que le nombre d'harmoniques, les changements d'amplitude, le nombre de points d'amplitude maximale (« peaks ») dans un temps donné et leur composition spectrale et la fréquence dominante peuvent avoir un impact sur le temps d'identification de certains sons de l'environnement.

Le dernier problème que nous retenons a trait aux principes de classification des sons de l'environnement. Les auteurs utilisent des catégorisations différentes. Ainsi, plusieurs catégories de sons ne sont pas toujours représentées. Nous relevons que dans certaines études (Eustache et al., 1990), les tests sur les sons de l'environnement ne comprennent pas les cris d'animaux et les instruments de musique, tandis que d'autres auteurs

qualifient les sons de l'environnement comme des sons non-verbaux (Tanaka et al., 1987), qui sont principalement composés par les sons d'objets, les cris d'animaux et les sons d'évènements. Une autre étude (Clarke et al., 1996) définit également les sons de l'environnement comme des sons non-verbaux, mais n'y inclut que des sons d'objets. Seul le test sur les sons de l'environnement élaboré par Vignolo et utilisé dans plusieurs études (Mendez & Geehan, 1988 ; Vignolo, 1982) contient à la fois des cris d'animaux, des instruments de musique, des sons d'objets, des voix humaines et des sons de la nature.

Notons cependant que deux études plus approfondies sur les sons de l'environnement font état d'une classification plus rigoureuse. La première (Schnider et al., 1994) fait référence à une catégorisation conceptuelle des stimuli et distingue cinq types de sons de l'environnement: les sons humains non-verbaux, les sons associés à une action, les cris d'animaux, les sons de la nature et les sons techniques. Néanmoins, les sons d'instruments de musique ne sont pas inclus dans ce classement et si l'on se réfère à notre définition de départ des sons de l'environnement, nous pensons qu'ils devraient être présents.

Ballas (1993) distingue les sons de l'environnement d'après leurs propriétés physiques et propose cinq catégories différentes: les sons d'interpellation ou à signaux (p. ex., téléphone qui sonne), les sons composés de plusieurs « motifs transitoires » (p. ex., une porte qui s'ouvre), les sons d'impacts légers (p. ex., des pas), les sons de pétarade ou à

répétition (p. ex., machine à coudre) et les bruits d'eau (p. ex., un ruisseau). Cette catégorisation perceptuelle a été effectuée pour étudier le processus de reconnaissance des sons d'après leurs fréquences et leurs propriétés spectrales. Cette approche est très intéressante mais nous ne pensons pas qu'il est possible de pouvoir étudier de la sorte tous les sons de l'environnement. Il serait en effet difficile de décomposer le son d'un instrument de musique d'après ses différentes fréquences. L'auteur précise d'ailleurs que cette catégorisation n'est employée que pour l'analyse des résultats et que normalement, lors d'un test sur les sons de l'environnement, il utilise une catégorisation conceptuelle. Son étude ne comprend ni les sons d'animaux, ni les instruments de musique, ni les sons humains non-verbaux. La diversité des principes de catégorisation constitue donc un problème puisque certains sons de l'environnement ne sont pas du tout représentés.

Pour établir la classification des sons de l'environnement, nous nous sommes basés sur un principe d'organisation déjà établi dans la reconnaissance visuelle d'objets en neuropsychologie (McCarthy, 1994) : les objets animés et les objets inanimés. On rapporte en effet plusieurs cas de patients cérébro-lésés présentant des déficits de reconnaissance visuelle se bornant uniquement aux êtres vivants (humains, animaux ou nature) et n'ayant aucune difficulté à reconnaître ou discriminer des objets manufacturés (Warrington et Shallice, 1984 ; McCrae et Trolle, 1956 ; Nielsen, 1946). Des cas inverses, où le patient ne peut plus reconnaître des objets manufacturés mais peut par contre identifier les êtres vivants, ont déjà également été observés (Hécaen et Ajuriaguerra, 1956). Nous employons donc, par analogie, ce type de catégorisation pour

la reconnaissance des sons de l'environnement. Nous envisageons ainsi la possibilité qu'il existe deux catégories sonores : les sons naturels, où la source sonore est naturelle (p.ex., le rire) et les sons artificiels, créés par un objet manufacturé ou une action. Dans cette catégorie, même si l'action est humaine, donc naturelle, la source sonore ne l'est pas (p.ex., brosser les dents). Les sons naturels se divisent en trois sous-catégories : les sons de la nature (p. ex., le vent), les sons humains non-verbaux (p. ex., éternement) et les sons des animaux (p. ex., chien). Les sons artificiels se divisent également en trois sous-catégories : les sons des objets manufacturés (p. ex., horloge), les sons produits par l'action humaine (p. ex., fouet de cuisine) et les instruments de musique. Cette classification demeure néanmoins théorique puisque aucun cas de dissociation de reconnaissance des sons naturels et artificiels n'a été rapporté jusqu'à ce jour. Ce type de catégorisation n'a d'ailleurs jamais été appliqué dans un test de reconnaissance et de discrimination des sons de l'environnement. La division en sous-catégories s'apparente toutefois à la catégorisation conceptuelle utilisée par Schneider et al., (1994).

Pour contrôler la familiarité des sons de l'environnement, nous allons mesurer l'indice de familiarité de 84 stimuli correspondant à divers sons de l'environnement auprès de 20 sujets normaux. Les sons qui seront reconnus par au moins 15 sujets (75%) seront considérés familiers et constitueront la banque de sons pour des tests de reconnaissance et de discrimination des sons de l'environnement.

Pour contrôler la longueur des stimuli présentés, nous utiliserons la méthode du « gating paradigm » (mode de présentation par pas successif, initialement mise au point par Grosjean, 1980), afin d'établir la durée optimale requise pour reconnaître chaque son.

Dans la méthode du « gating paradigm », chaque stimulus est fractionné également en périodes (« gate ») de quelques millisecondes (ms). Une étude pilote menée au préalable a permis de fixer la durée de la période à 100 ms pour les 84 sons utilisés ici. Chaque son est présenté de façon répétée. À chaque fois, le sujet entend une version plus longue de 100 ms et tente d'identifier le son en indiquant son niveau de confiance dans sa réponse. S'il n'est pas capable d'identifier la source, une nouvelle période (de même durée) est rajoutée à la précédente et le sujet recommence. Une fois que le sujet a identifié la source avec un niveau de confiance maximale sur une échelle de sept points, il écoute un nouveau son et le même processus se répète.

Pour mieux comprendre le processus de reconnaissance des sons de l'environnement, nous allons, à l'instar de Grosjean (1980), mesurer la distance entre le point d'isolement, qui correspond au moment où le sujet identifie correctement la source pour la première fois sans toutefois être confiant en sa réponse et le point de reconnaissance, qui caractérise le moment où le sujet identifie correctement la source en étant confiant de sa réponse.

Méthodologie

Participants

Vingt sujets, dix hommes et dix femmes, ayant une formation universitaire, âgés entre 21 et 26 ans ($M= 24,2$), ont participé à cette étude. Ils étaient non-musiciens. Par non-musiciens nous entendons toute personne n'ayant pas poursuivi d'études collégiales en musique, également toute personne qui ne travaille pas en musique quelle que soit sa formation. Tous les sujets étaient francophones et habitaient au Québec depuis l'âge de deux ans. Leur participation se faisait sur une base volontaire et ils étaient rémunérés.

Matériel

Quatre-vingt-quatre stimuli (voir Appendice A pour la liste complète des sons) ont été choisis parmi plusieurs compilations d'enregistrements d'effets sonores sur disques compacts (Ehrlé, 1999 ; Major Records, 1989 ; Excelsior, 1994). Tous les sons des instruments de musique, sauf le violon qui a été enregistré en studio, proviennent d'un échantillonneur (KURZWEIL, modèle K2000S). Deux études pilotes ont été menées pour s'assurer que les stimuli de notre étude soient des sons familiers et pour estimer la longueur du « gate » suffisante pour présenter le son. La première étude pilote a été effectuée auprès de dix participants, huit femmes et deux hommes, ayant une formation universitaire, âgés entre 21 et 60 ans, qui devaient identifier 130 stimuli, appartenant à l'une des six catégories suivantes: les sons humains non-verbaux, les sons d'animaux,

les sons de la nature, les sons des objets, les sons produits par l'action humaine et enfin, les sons d'instruments de musique. Dans ce dernier groupe, comme il s'agissait d'identifier l'instrument et non la mélodie, les extraits entendus n'étaient pas des extraits connus. Ainsi, le sujet ne pouvait identifier l'instrument d'après la mélodie, mais d'après le timbre de l'instrument. C'est pourquoi nous avons également évité les accords pour les instruments harmoniques comme le piano et la guitare. La sélection des stimuli de cette étude pilote est le fruit d'une collaboration avec l'Université de Reims en France. Tous les stimuli, exceptés les sons d'instruments de musique, ont été sélectionnés en France et nous ont été envoyés sur CD-ROM.

Les sons qui ont été reconnus par plus de la moitié des sujets ont été retenus (voir Appendice A). Nous avons ainsi retenu 14 sons humains non-verbaux, 14 sons d'animaux, 5 sons de la nature, 17 sons d'objets, 21 sons produits par l'action humaine et 13 sons d'instruments de musique.

Une deuxième étude pilote a été menée afin de déterminer la durée des périodes, c'est-à-dire la longueur de présentation des stimuli (« gate ») qui serait utilisée lors de l'expérience. L'objectif était de trouver une longueur de présentation qui donne suffisamment d'information pour entendre un son, sans parvenir toutefois à l'identifier du premier coup. Après plusieurs essais, la longueur du « gate » a été établie à 100 millisecondes. Certains sons pouvaient cependant être identifiés (l'oiseau, le sifflet, la sonnerie du téléphone et la grenouille) immédiatement. Il est apparu que même en

réduisant la durée de la période à 50 millisecondes pour ces sons, l'identification était toujours possible. Or, la vaste majorité des sons requièrent plus de 700 ms avant de pouvoir être reconnus. Afin d'éviter un grand nombre de présentations, nous avons conservé la fenêtre de 100 ms.

En utilisant le logiciel « Sound Edit II », des marqueurs ont été placés manuellement tous les 100 millisecondes pour chaque son. Les sons, avec les marqueurs, ont par la suite été enregistrés et conservés dans le disque dur d'un ordinateur Macintosh. La présentation des essais était contrôlée par le logiciel *Psyscope*, en faisant jouer tous les stimuli en mode de présentation par pas successifs (« gating »). Pour le premier son par exemple, le logiciel commençait l'écoute par les 100 premières ms au début du son (correspondant au premier marqueur jusqu'au début du second). À la présentation suivante, le logiciel commençait l'écoute au début du premier marqueur jusqu'au début du troisième et ainsi de suite. La figure 1 illustre le mode de présentation successive du son de la grenouille pour les cinq premières présentations. Les silences entre les crêtes étaient considérés comme faisant partie du son et ont été mesurés de la même façon. Afin de contrôler les effets d'ordre, le logiciel faisait jouer les stimuli selon deux ordres aléatoires de présentation.

La longueur totale de chaque son a été établie de façon à fournir l'information suffisante pour l'identification. Il fallait en effet s'assurer que l'identification soit possible avant la fin de l'extrait. Les stimuli ont donc des longueurs totales variables, allant de 500

millisecondes (par exemple, éternuer) à 4700 millisecondes (par exemple, la bouilloire). Ces longueurs ont été ajustées en fonction des résultats obtenus lors de la première étude pilote.

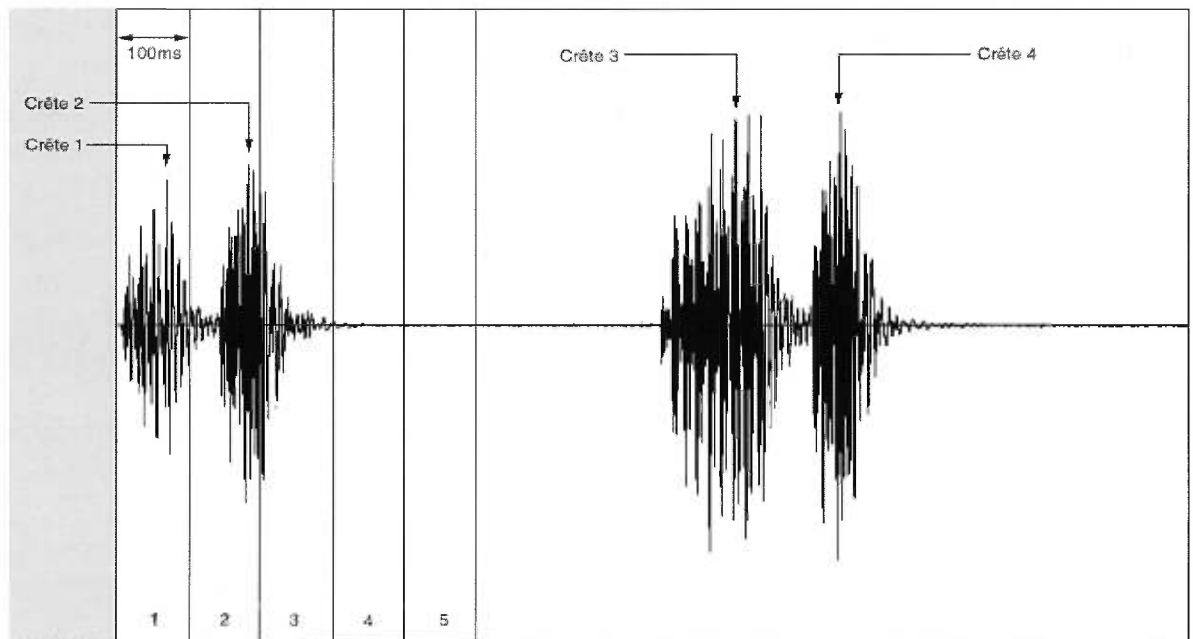


Figure 1. Mode de présentation successive du son de grenouille pour les cinq premières présentations. Les silences entre les crêtes (p.ex., entre la crête 2 et la crête 3) ont été calculés de la même façon.

Déroulement

Les sujets ont été informés qu'ils allaient entendre 84 sons différents, faisant partie de leur environnement quotidien. Ils entendaient les sons à travers des écouteurs reliés à l'ordinateur. Après chaque période de présentation (« gate »), les sujets devaient essayer

d'identifier le son à voix haute et indiquer le niveau de confiance qu'ils avaient dans leur réponse sur une échelle de 1 à 7, 1 étant « pas du tout certain de la réponse » et 7 étant « certain de la réponse ». L'expérimentateur leur précisait que le même son allait se répéter, avec une durée de plus en plus grande à chaque fois, jusqu'à ce qu'ils soient capables de l'identifier avec un bon niveau de confiance. En fait, l'essai se terminait lorsque le sujet pouvait donner 3 fois de suite la même réponse avec un niveau de confiance de 7 à chaque fois. Toutes les réponses orales du sujet (identification et niveau de confiance) étaient notées par l'expérimentateur sur une feuille-réponse prévue à cet effet.

La séance d'expérimentation durait environ deux heures et se déroulait au laboratoire de musique de l'Institut universitaire de gériatrie de Montréal. Tous les participants étaient testés individuellement avec les mêmes stimuli, dans un des deux ordres aléatoires de présentation. Un essai de pratique (l'oiseau) était présenté au début de la séance afin que le sujet puisse se familiariser avec la tâche et ajuster le volume dans les écouteurs.

Résultats et commentaires

Indice de familiarité:

Pour qu'un son soit considéré familier, il fallait qu'il soit identifié correctement par 75% et plus des sujets, soit 15 sujets sur 20, avec un niveau de confiance maximal (7). Sur les 84 stimuli présentés, 57 sons de l'environnement ont été identifiés par 75% et plus des sujets. Ces derniers constituent notre banque de sons. Le tableau 2 présente le nombre de sons reconnus d'après les différentes catégories sonores. Les catégories des sons humains non-verbaux et des instruments de musique sont celles qui ont été le mieux reconnues, avec 85% des stimuli identifiés. La catégorie des sons produits par l'action humaine est celle qui a été le moins bien reconnue, avec seulement 43% des stimuli identifiés. Tous les sons qui n'ont pas été identifiés par 75% et plus des sujets ont été rejetés. Ces stimuli sont présentés dans l'Appendice B et les réponses sont analysées plus loin, sous la section des sons rejetés.

La figure 2 représente le nombre de sons reconnus d'après le nombre de participants. Sur les 57 sons retenus, 25 ont été identifiés par tous les participants et 14 autres stimuli ont été identifiés par 95 % des participants. Sur les 18 autres stimuli, quatre ont été reconnus par 90 % des participants, cinq par 85% des participants, cinq autres par 80% des participants et enfin, seulement quatre sons se situent sur le critère minimal de familiarité et ont été identifiés par 75% des participants.

Tableau 2
Nombre de stimuli reconnus d'après les différentes catégories sonores.

Catégories	Nombre de stimuli reconnus
cris d'animaux	11/14
sons humains	12/14
sons de la nature	4/5
sons associés à une action humaine	9/21
sons d'objets	10/17
instruments de musique	11/13

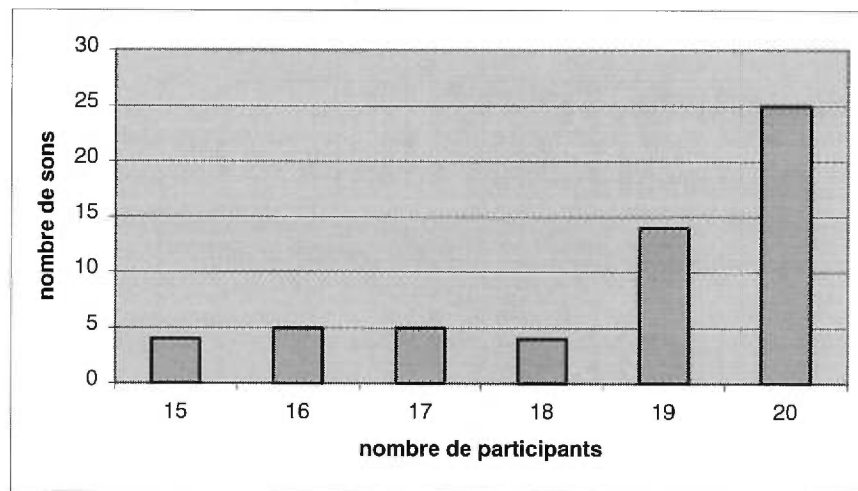


Figure 2. Nombre de sons reconnus en fonction du nombre de participants (n = 20)

Consensus dans la dénomination :

Plusieurs réponses étaient considérées comme acceptables pour une même source. Pour être admise, une réponse devait remplir l'un des trois critères suivants. Le premier critère était quand la réponse donnée correspondait à un synonyme de la source (p.ex.,

« éclaircir la voix » pour la source « racler la gorge »). Les anglicismes tels que « drum » pour la source « batterie » ou « touch tone » pour la source « téléphone à tonalité » faisaient partie de ce critère. Plusieurs réponses étaient également acceptées lorsque des sources différentes pouvaient produire le même son. Pour le bêlement, par exemple, les réponses telles que « chèvre », « mouton », « brebis » et « agneau » étaient toutes aussi acceptables les unes que les autres. Enfin, le dernier critère était lorsque la réponse donnée correspondait à un terme plus spécifique que la source réelle. Par exemple, la réponse « corde de violoncelle » pour la source « violoncelle » était admise, tout comme la réponse « femme qui éternue » pour la source « éternuer ».

La réponse la plus fréquente est qualifiée de réponse dominante (Peretz et al., 1995) et est attribuée lorsqu'elle est représentée par 60% des participants et plus (12 participants sur 20). Sur les 57 sons retenus, huit font l'unanimité en ce qui concerne l'identification (la harpe, l'orgue, le violon, le coq, le téléphone, le coucou, l'hélicoptère et le sifflet). Tous les participants ont donné la même réponse pour ces stimuli. Huit sons sur les 57 ont fait l'objet d'évocations verbales plus partagées (voir Tableau 3). Puisque aucune réponse dominante ne ressort, ces stimuli n'ont pas atteint de consensus dans la dénomination. Tous les stimuli considérés familiers avec toutes les réponses acceptées ainsi que les erreurs sont représentés dans l'Appendice C. Les réponses dominantes sont indiquées en caractère gras.

Tableau 3

Stimuli n'ayant pas atteint de consensus dans la dénomination

Source	bonnes réponses	Réponses obtenues et fréquence
Chasse d'eau	19/20	Flush (9) / toilette (7) / chasse d'eau (3)
Bêlement	19/20	Mouton (8) / chèvre (7) / chèvre ou mouton (2) / brebis (1) / agneau (1)
Passage à niveau	19/20	Train (9) / passage à niveau (6) / train qui passe (2) / cloche de train (1) / chemin de fer (1)
Vaisselle cassée	19/20	Vaisselle cassée (7) / vitre cassée (6) / porcelaine brisée (2) / tuile brisée (1) / verre qui casse (1) / fracasser une vitre (1) / assiette cassée (1)
Liquide versé	18/20	Liquide versé (8) / verser de l'eau (7) / remplir un verre (2) / eau qui coule (1)
Ruisseau	16/20	Ruisseau (7) / eau qui coule (5) / rivière (4)
Escalier	16/20	Descendre escalier (7) / monter escalier (6) / escalier (1) / marches de bois (1) / monter les marches (1)
Abeille	15/20	Abeilles (8) / ruche (3) / essaim (3) / guêpes (1)

Type d'erreurs :

Les 57 sons retenus ont donné lieu à 1140 réponses. Sur ce total, seulement 77 réponses constituent des erreurs. Quatre réponses sur les 77 sont bonnes mais ne sont pas accompagnées d'un niveau de confiance maximale et une réponse sur 77 n'a fait l'objet d'aucune évocation verbale, il s'agit de la source « escalier » où un participant a été incapable de donner une réponse (voir l'Appendice C). Toutes les autres erreurs ont été comptabilisées et nous comptons 63 réponses différentes. Elles sont toutes de nature perceptive et ont été divisées en deux catégories (voir Tableau 4). On considère comme erreur « inter-catégorie » celle dont la source évoquée présente une similarité au niveau sonore avec la source réelle mais ne présente aucun lien conceptuel, c'est-à-dire qu'elle

n'appartient pas à la même catégorie de sources. Par exemple, la réponse « voiture de course » pour la source « abeille » présente des similarités sonores (le bourdonnement), mais n'appartient pas à la catégorie des cris d'animaux. On parle d'erreur « intra-catégorie » lorsque la source évoquée présente des similarité sonores avec la source réelle et appartient à la même catégorie conceptuelle. Par exemple, l'évocation verbale « métronome » pour la source réelle « cadran » présente des similarités sonores comme le « tic-tac » et appartient à la même catégorie, celle des sons d'objets. Sur les 63 erreurs différentes évoquées, 27 sont de nature « inter-catégorie » et 36 sont de nature « intra-catégorie ».

Tableau 4

Nombre d'erreurs « inter-catégorie » et « intra-catégorie » et exemple illustratif dans l'évocation des sources sonores.

Type d'erreurs	N	Source évoquée	Source réelle
Inter-catégorie	27	Tronçonneuse	Vache
Intra-catégorie	36	Mandoline	Banjo

Point d'isolement :

Le point d'isolement représente le moment où le participant a identifié la bonne réponse pour la première fois, sans effectuer de révision dans sa réponse et sans avoir atteint un niveau de confiance maximal. Le document de l'Appendice D indique les points

d'isolement pour les 57 sons considérés familiers. La moyenne des points d'isolement est de 410,2 ms (erreur-type = 34,8 ms), avec un niveau de confiance moyen de 4,7. Les sons dont le point d'isolement est le plus court (100 ms), sont la trompette (confiance = 4,3), tousser (confiance = 3,7) et la sonnerie de téléphone (confiance = 6,4). Ces derniers ont donc été identifiés correctement dès la première écoute. Le son dont le point d'isolement est le plus long est l'action de scier, avec un point de 1527 ms (point d'isolement minimum = 1200 ms et point d'isolement maximum = 1900 ms) et un niveau de confiance de 4,3. Le tableau 5 représente les points d'isolement pour chaque catégorie. La catégorie dont le point d'isolement est le plus court est celle des instruments de musique avec une moyenne de 321 ms (erreur-type = 54 ms). La catégorie dont le point d'isolement est le plus long est celle des sons de la nature, avec une moyenne de 672 ms (erreur-type = 153 ms). Dans l'ensemble, les résultats suggèrent que les sons artificiels (point d'isolement = 385 ms, erreur-type= 51 ms) sont isolés plus rapidement que les sons naturels (point d'isolement = 439 ms, erreur-type= 47 ms). Toutefois cette différence n'est pas significative ($t(55) = 0,78$, n.s.).

Tableau 5
Point d'isolement pour chaque catégorie

Catégories et nombre de stimuli	Points d'isolement (ms)	Erreur-type (ms)
Sons naturels (n=27)	439	47
Nature (n=4)	672	153
Animaux (n=11)	379	48
Sons humains (n=12)	417	74
Sons artificiels (n=30)	385	51
Instruments de musique (n=11)	321	54
Sons des objets (n=10)	330	57
Sons produits par l'action humaine (n=9)	524	141

Niveau de confiance :

Comme nous l'avons mentionné au paragraphe précédent, le niveau de confiance moyen au point d'isolement est de 4,7 (écart-type = 0,63). La distribution des niveaux de confiance aux points d'isolement révèle que les participants sont très confiants dans leurs réponses (voir figure 3). En effet, c'est la cote maximale (7) qui est la plus représentée. Il n'y a que la catégorie des sons de la nature où la cote 4 est plus fréquente (voir figure 4). Ce résultat est cohérent avec les résultats obtenus au point d'isolement. En effet, la catégorie des sons de la nature est celle dont le point d'isolement est le plus tardif (672 ms). De plus, le calcul du coefficient de corrélation de Pearson entre les durées moyennes au point d'isolement et le niveau de confiance moyen révèle une corrélation négative significative ($r(56) = -0.978$, $p < 0,05$). Ce résultat indique que plus le point d'isolement est tardif, plus le niveau de confiance est petit.

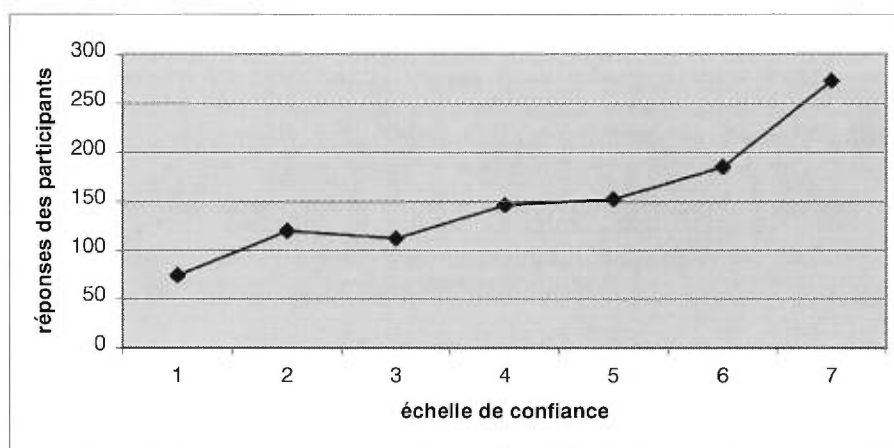


Figure 3. Distribution des niveaux de confiance pour les réponses au point d'isolement

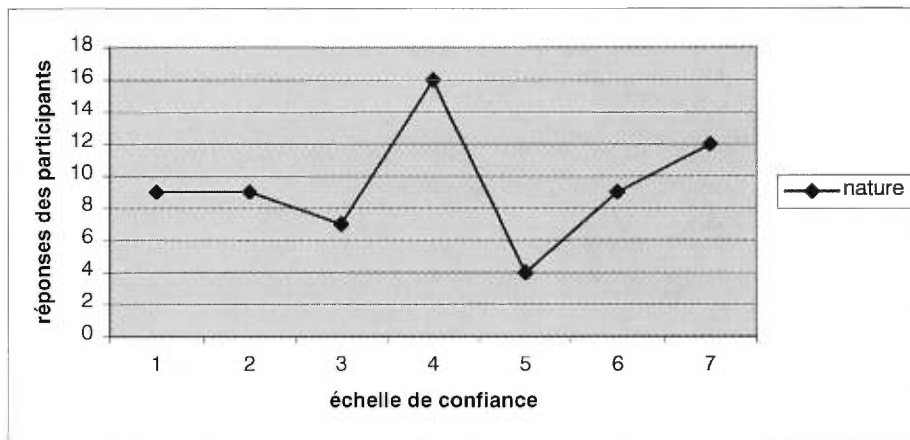


Figure 4. Distribution des niveaux de confiance pour les sons de la nature

Le son dont le niveau de confiance est le plus bas est le vent, avec une moyenne de 3,2.

Le son dont le niveau de confiance est le plus élevé est la sonnerie de téléphone, avec une moyenne de 6,4.

Point de reconnaissance :

Le point de reconnaissance correspond à la durée optimale (en millisecondes) pour reconnaître un son. Nous avons calculé le point de reconnaissance pour chacun des stimuli considérés familiers, en faisant la moyenne des résultats de tous les participants.

La durée optimale correspondait au moment où le participant avait bien identifié le son, trois fois d'affilée, avec un niveau de confiance maximale (7). Le document de l'Appendice D représente les points de reconnaissance de tous les sons familiers.

La moyenne de reconnaissance est de 773,6 ms (erreur-type= 41,5 ms). Le son dont le point de reconnaissance est le plus court appartient à la catégorie des sons d'objets. Il s'agit de la sonnerie de téléphone, avec une durée optimale de 330 ms (minimum = 300 ms et maximum = 400 ms). Le son qui a le point de reconnaissance le plus tardif appartient à la catégorie des sons produits par l'action humaine. Il s'agit de l'action de scier, avec une durée optimale de 1967 ms (minimum = 1500 ms et maximum = 2600 ms). Si l'on se réfère à la méthodologie employée pour évaluer cet indice, cela signifie que les participants ont du écouter ce son 19 fois en moyenne pour l'identifier avec un niveau de confiance maximal.

La distribution des points de reconnaissance est représentée à la figure 5. Quarante-sept sons sur 57 sont reconnaissables en moins d'une seconde. Le tableau 6 indique les points de reconnaissance pour chaque catégorie. Comme nous l'avons observé au point d'isolement, c'est la catégorie des instruments de musique qui a le point de reconnaissance le plus bas et la catégorie des sons de la nature qui a le point de reconnaissance le plus élevé. Les sons artificiels semblent être reconnus plus rapidement que les sons naturels. Toutefois, la différence n'est pas significative ($t(55) = 0.95$, n.s.).

Le coefficient de corrélation calculé entre les cotes moyennes des points d'isolement et de reconnaissance est $r(56) = .96$, $p < 0,01$. Cette corrélation très élevée révèle que plus le point d'isolement est précoce, plus le point de reconnaissance l'est également.

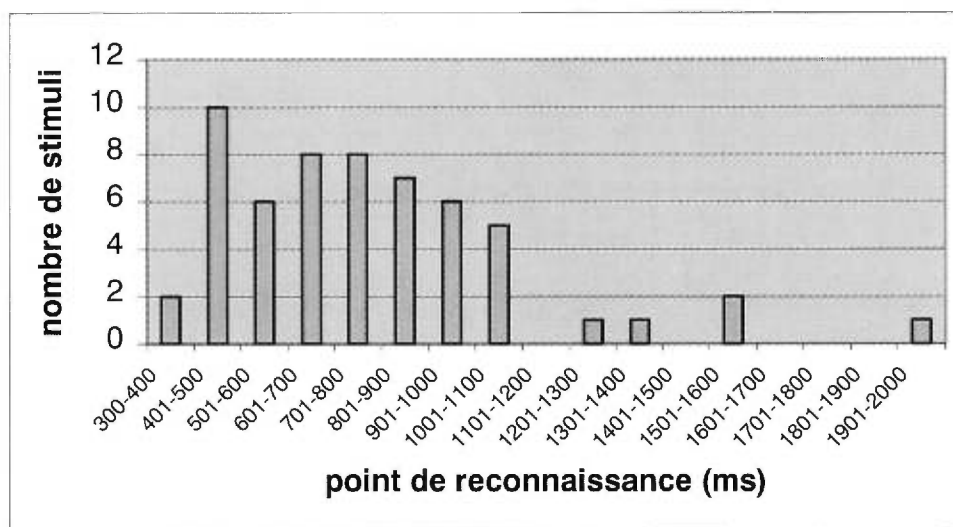


Figure 5. Distribution des points de reconnaissance des 57 sons retenus.

Tableau 6
Points de reconnaissance pour chaque catégorie

Catégories	Points de reconnaissance (ms)	Erreur-type
Sons naturels	815,1	60
Nature	1163	233
Animaux	733,8	527
Sons humains	773,8	157
Sons artificiels	735,8	58
Instruments de musique	670,9	58
Sons des objets	690,5	77
Sons produits par l'action humaine	865,3	157

Facteurs physiques:

Le regroupement des stimuli selon leur origine naturelle ou artificielle ne permet pas d'expliquer les différences observées dans les temps d'identification de chaque son. Par ailleurs, il est plus probable que des facteurs perceptifs permettent de rendre compte des résultats obtenus. Cela serait cohérent avec le fait que toutes les erreurs sont de nature perceptive. Nous avons donc étudié certaines propriétés acoustiques des sons afin de mieux décrire les résultats obtenus dans la présente étude.

La première propriété physique que nous analysons est la fréquence dominante, puisque dans l'étude menée par Ballas (1993), l'analyse de ce facteur révélait une corrélation significative ($r = -.40$) avec le temps d'identification moyen. Dans la présente étude, le temps d'identification correspond à la durée au point d'isolement puisque c'est à ce moment que le participant identifie la bonne réponse pour la première fois. À l'aide du logiciel *Cool Edit Pro*, nous avons effectué une analyse spectrale de tous les stimuli familiers afin d'évaluer la fréquence dominante du début de chaque son à son point d'isolement. Celle-ci a été calculée à l'aide du « Fast Fourier Transform » (FFT), une méthode qui analyse dans un temps donné l'intensité du spectre sonore en divisant le son en une série de bandes de fréquences. Dans notre cas, chaque stimulus a été divisé en 1024 bandes de fréquences et leur intensité respective a été analysée à toutes les 100 ms (voir Appendice E). Les résultats révèlent une corrélation non-significative ($r(56)=-0.11$, n.s.) entre la fréquence dominante et le point d'isolement. La variabilité des données obtenues ne permet pas donc pas d'expliquer la différence entre les points d'isolement

des sons. La fréquence dominante ne semble pas jouer un rôle dominant dans la rapidité d'identification.

Les autres facteurs physiques pouvant avoir un impact sur le temps d'identification sont analysés selon des observations qualitatives sur la base de quelques exemples et ont pour fondement le principe suivant : La possibilité qu'un son puisse être produit par plusieurs sources augmente les chances d'erreurs et l'incertitude (Vanderveer, 1979). L'auditeur a donc tendance à vouloir obtenir le plus d'indices sonores possibles pour restreindre son choix. Ce comportement est illustré dans une étude menée par Ballas, Sliwinski & Harding (1986) où les sons présentant le plus grand nombre de possibilités de réponse ont des temps d'identification qui sont longs. Dans la présente étude, nous avons calculé le nombre de possibilités de réponses pour chaque son en effectuant la somme des réponses différentes évoquées avant le point d'isolement de chacun des participants (voir Appendice E). Nous avons obtenu une corrélation significative de $r = .85$, $p < 0,001$ entre le temps d'identification des sons et le nombre de réponses différentes avant le point d'isolement. Nos résultats correspondent avec ceux obtenus par Ballas et al. (1986). Ainsi, les trois stimuli (sonnerie de téléphone, tousser et trompette) présentant le point d'isolement le plus court (100 ms), n'ont fait l'objet d'aucune réponse avant l'identification, tandis que l'action de scier, dont le point d'isolement est le plus tardif (1527 ms), a fait l'objet de 35 réponses différentes avant l'identification.

L'auditeur a donc besoin d'indices pour diminuer son incertitude et éliminer certaines possibilités de réponses. Ces indices peuvent être caractérisés par l'évolution dans le temps de certains facteurs physiques. Ainsi, une propriété physique pouvant avoir une influence dans le temps d'identification est la présence de patrons rythmiques dans le son (Handel, 1989). Certains sons de l'environnement présentent des variations d'amplitude importantes. Lorsque l'amplitude atteint son point maximal elle forme ce que l'on appelle une crête. Pour le marteau par exemple, chaque coup est représenté par une crête. Le nombre de crêtes à l'intérieur d'un temps donné permet de percevoir la régularité de l'action. Le patron rythmique qui s'installe est un indice important pour l'auditeur. Si la distance qui sépare les crêtes est assez longue, le patron rythmique sera plus lent à installer et il faudra assez de temps pour pouvoir identifier la source. Comparons deux sons caractérisés par des impacts similaires qui sont répétés plusieurs fois : des applaudissements et quelqu'un qui descend un escalier. Le point d'isolement pour la source applaudissement est de 426 ms. À l'intérieur de cette distance, nous identifions deux crêtes importantes, correspondant à deux frappes de mains. Pour la même distance, on ne retrouve qu'une seule crête pour la source escalier, ce qui est insuffisant pour identifier le son. La deuxième crête se situe à environ 815 ms. Par conséquent, le point d'isolement pour la source escalier est plus tardif (950 ms) que celui de l'applaudissement. Il a donc fallu beaucoup plus de temps à l'auditeur pour percevoir le patron rythmique d'une descente d'escalier que celui d'un applaudissement. Ces observations suggèrent que le nombre de crêtes à l'intérieur du point d'isolement

pourrait avoir un impact sur la rapidité d'identification. Néanmoins notre échantillon restreint de sons ne nous permet pas de vérifier cette hypothèse.

Dans le cas où le stimulus ne présente pas de crête, l'auditeur a recours à d'autres indices perceptifs pour faciliter l'identification du son. Les sons à bandes continues ne présentent pas de crête et sont caractérisés par un changement d'amplitude continu et une fréquence qui peut également varier (p.ex., une sirène). Dans les cas où la valeur de ces deux propriétés augmente, on remarque que le temps d'identification semble être influencé par la rapidité de l'augmentation. Par exemple, le son de la vache augmente en hauteur et en intensité beaucoup plus rapidement après 530 ms. Le point d'isolement est de 582 ms. Les changements en hauteur et en intensité ont donc été des indices importants pour les participants. Cette hypothèse permet d'ailleurs d'expliquer certaines erreurs. Trois participants sur vingt n'ont pas identifié le son de la vache correctement. Deux des participants qui ont identifié une tronçonneuse après 300 ms n'ont pas eu le temps de percevoir les changements d'amplitude et de fréquence.

Certains sons à bande continue ne présentent aucun changement majeur dans l'amplitude et la fréquence (p.ex., un ruisseau). Nous ne pouvons expliquer la différence des points d'isolements pour ces sons. Certains stimuli sont identifiés très rapidement comme le ruisseau (point d'isolement = 300 ms) et le liquide versé (point d'isolement = 361 ms) alors que d'autres, comme la pluie (point d'isolement = 556 ms) et le vent (point d'isolement = 759 ms) sont identifiés beaucoup plus tard.

Les propriétés physiques telles que les changements de fréquence et d'amplitude ainsi que les patrons rythmiques ont un impact moins important dans l'identification des instruments de musique (Handel, 1989). En effet, un instrument est conçu pour pouvoir jouer plusieurs notes, pour pouvoir jouer selon différentes nuances (piano, forte, etc.) et l'interprète peut jouer selon différents tempi (adagio, allegro, etc.). Ces trois facteurs ne sont pas des indices très déterminants dans le processus de reconnaissance. D'ailleurs, les résultats montrent que pour la plupart des instruments, une seule note suffit à identifier le son (l'orgue, le piano, le violoncelle, le violon, la trompette). D'après Handel (1989), un des éléments essentiel dans l'identification d'un instrument est la qualité du timbre qui est déterminée par le nombre et l'intensité des harmoniques. Les harmoniques sont les notes de résonances correspondant à l'intégrale des multiples de la fréquence fondamentale. Par exemple, quand on joue la note « la » sur un violon, la fréquence fondamentale est 440 hertz (hz) et les autres notes qui résonnent sont les harmoniques (880 hz, 1320 hz, etc.). Certains instruments ont une richesse de résonance plus grande que d'autres. Le violon par exemple, fait résonner beaucoup plus d'harmoniques que la flûte traversière, qui se rapproche d'un son pur (une seule fréquence). La majorité de cette information nécessaire à l'identification d'un instrument est contenue dans son attaque. L'attaque caractérise le début du son et correspond à l'intervalle de temps que prend l'amplitude pour atteindre son intensité maximale (Handel, 1989). L'analyse des résultats révèle que certains instruments ont été identifiés très tard par rapport aux autres : la batterie, le triangle et la guitare électrique. Les notes

de résonance de ces instruments ne sont pas nécessairement des harmoniques et la fréquence fondamentale n'est pas très prononcée (Everest, 1994). Il semble que pour ces instruments, le patron rythmique a d'avantage d'impact sur l'identification que la composition harmonique du timbre contenue dans l'attaque (Handel, 1989).

Même si une ou plusieurs propriétés physiques ci-mentionnées semblent être des indices déterminants dans l'identification de certains sons, il faut se rappeler que le processus de reconnaissance des sons se fait grâce à la combinaison de plusieurs facteurs physiques. Nous pensons que certaines propriétés physiques ont plus d'impact que d'autres sur l'identification de certains sons, mais ces dernières ne peuvent expliquer que partiellement les résultats obtenus. Les stimuli n'ont pas été choisis en fonction de leurs propriétés physiques mais selon une catégorie conceptuelle nous permettant d'avoir un ensemble de sons qui soit représentatifs de notre environnement, l'objectif de cette étude étant de créer une banque de sons pouvant servir à des tâches de reconnaissance et de discrimination d'un test sur les sons de l'environnement. Aussi, nous pensons que l'étude des sons de l'environnement en fonction de certains facteurs physiques doit contenir un plus grand nombre de stimuli et que le processus de sélection doit se faire en fonction de ces facteurs. De plus, il faut noter que la mesure que nous avons utilisée pour évaluer les points d'isolement et de reconnaissance aurait pu être plus précise. En effet, le « gate » de 100 ms n'est pas une mesure pouvant représenter finement l'évolution dans le temps de certains facteurs physiques.

Sons rejetés :

27 stimuli n'ont pas atteint le critère minimal de familiarité (voir l'Appendice B). Une analyse des erreurs a été effectuée afin d'apporter quelques éléments d'explication à un si grand nombre d'échecs. Tout d'abord, la faible performance des participants pour la reconnaissance de certains stimuli suggère que la qualité d'enregistrement était mauvaise. L'écoute révèle la présence d'un bruit de fond sur la bande d'enregistrement. C'est le cas pour le son d'incendie qui a donné lieu à des réponses telles que « une radio qui griche » ou « un orage ». Il s'agit d'une négligence de notre part, bien que nous n'ayons pas procédé à l'enregistrement de ces sons, nous aurions dû les éliminer de notre étude.

La mauvaise représentativité de certains extraits sonores est une autre cause d'échecs. Par exemple, la diversité des réponses obtenues pour la source « moto » suggère que l'extrait n'était pas assez représentatif pour ce son. En effet, 15 participants ont identifié des sons de moteurs variés, tels que un moteur d'avion, une scie électrique, un moteur de voiture, une tondeuse, un tracteur, etc. Seulement deux participants ont identifiés correctement la source. D'autres sons tels que le cochon et marcher ont été éliminés pour cette raison.

Une autre cause d'échec peut être attribuée à la durée totale insuffisante de l'extrait et constitue une erreur de mauvais estimé de la part de l'expérimentateur. C'est le cas notamment du klaxon (durée totale = 800 ms) où trois participants ont identifié

correctement la source sans avoir le temps de confirmer leur réponse trois fois de suite, avec un niveau de confiance maximal. Les stimuli « se moucher » et « ouvrir une cannette » avaient également une durée totale insuffisante.

Nous avons mentionné plus haut que la possibilité qu'un son puisse être produit par plusieurs sources augmente l'incertitude et le nombre d'erreurs. Nous pensons qu'il s'agit d'un facteur très important dans la performance des participants. Par exemple, les sons des objets motorisés peuvent être très semblables les uns des autres. Six participants sur vingt ont identifié la fraise de dentiste comme étant une perceuse et sept participants ont identifié la perceuse comme étant un aspirateur. Sept participants sur vingt ont confondu la source « porte qui grince » avec une chaise berçante. La qualité d'enregistrement de ces sons est bonne et l'extrait semble représentatif de la source. Si l'on se réfère à notre hypothèse sur l'importance des indices sonores dans le son, il est permis de penser que ces stimuli ne présentaient pas beaucoup de changement d'intensité et de hauteur permettant de les discriminer.

Une autre cause d'erreurs est le fait que certains participants répondaient très rapidement et n'avaient pas le temps de percevoir les indices tels que les crêtes, les augmentations d'amplitude et de fréquence et enfin, les patrons rythmiques. Par exemple, l'horloge a un point d'isolement de 936 ms. Ce point coïncide avec l'arrivée de la deuxième crête. Six participants sur vingt ont identifié un instrument de musique (orgue, piano, accordéon, etc.) avant le point d'isolement. Le même comportement est observé pour le stimulus

« pelleter » où quatre participants sur vingt ont identifié une autre source avant le point d'isolement (1500 ms). Ils n'ont pas eu le temps de percevoir le patron rythmique permettant de reconnaître la régularité de l'action. La sirène et la bouilloire ont également été identifiées trop tôt par certains participants, qui n'ont pas eu le temps de percevoir les changements d'amplitude et de fréquence.

Dans certains cas, les indices comme les patrons rythmiques ont bien été perçus, mais la source a mal été identifiée quand même. Le ping-pong, les glaçons dans un verre et le marteau ont donné lieu à des réponses erronées qui tiennent compte du patron rythmique (p.ex., « taper dans les mains » pour la source « marteau », « sabots de cheval » pour la source « ping-pong » et « dés brassés » pour la source « glaçons »).

Enfin, nous pensons que certaines erreurs sont attribuables à la familiarité des stimuli. Les sons d'éléphant et de lion ne sont pas représentatifs de notre environnement quotidien. Nous avons tout lieu de croire que les participants qui n'ont pas identifié correctement ces deux sources n'ont peut-être jamais été mis en présence de ces animaux ou ont éliminé ces possibilités puisque la consigne de l'expérience précisait que tous les sons à l'écoute faisaient partie de leur environnement quotidien.

Conclusion

Conformément à l'objectif poursuivi, la présente étude a conduit à la création d'une banque de 57 stimuli familiers représentatifs des sons de l'environnement qui nous entourent. À notre connaissance, il s'agit de la première étude portant sur la reconnaissance des sons de l'environnement dans laquelle la familiarité et la durée optimale de présentation des stimuli sont précisées. Le degré de familiarité de chaque son a été calculé selon le nombre de participants qui ont identifié le son et seuls les stimuli reconnus par 75% et plus des participants ont été retenus. L'application de la méthode du « gating paradigm » nous a permis de mesurer la durée optimale de présentation de chaque son requise pour la reconnaissance. Les stimuli ont des longueurs variables et adéquates pour la reconnaissance. Nous disposons à présent de deux indices constituant des données normatives dans la reconnaissance des sons de l'environnement.

L'analyse des résultats en fonction de la classification naturelle versus artificielle des sons ne fait ressortir aucune différence significative dans les diverses durées de reconnaissance obtenues et dans les différents degrés de familiarité des sons. La classification conceptuelle sur laquelle nous nous sommes basés n'est utile que pour assurer une bonne représentativité des différents sons de l'environnement. Afin de comprendre le processus de reconnaissance des sons, nous nous sommes donc penchés dans l'étude de certaines propriétés physiques des sons. Contrairement aux résultats de Ballas (1993), la fréquence dominante n'a, dans notre cas, aucun impact sur la rapidité

d'identification. Conformément à l'hypothèse formulée par Vanderveer (1979) sur le temps d'identification des sons de l'environnement et vérifiée par Ballas et al.(1986), il semble qu'un des facteurs pouvant le mieux rendre compte des différents temps d'identification et des erreurs demeure la possibilité qu'un son semblable puisse être produit par plusieurs sources. En effet, l'analyse des diverses réponses des participants avant le point d'isolement révèle que plus le nombre de sources possibles pour un même son est élevé, plus le temps d'identification est long.

Afin d'approfondir nos connaissances dans le processus de reconnaissance des sons de l'environnement, il faudrait, dans une étude subséquente, disposer d'un échantillon beaucoup plus vaste de sons. La sélection des stimuli devrait se faire en fonction de certaines propriétés physiques comme dans l'étude de Ballas (1993) et non selon une catégorisation conceptuelle. De plus, si l'on souhaite conserver la méthode du « gating paradigm », la fenêtre de 100 ms devra être écourtée pour obtenir une mesure plus fine du temps d'identification.

Cette étude constitue une première étape dans la construction d'un test de reconnaissance et de discrimination des sons de l'environnement. La bande sonore finale (voir Appendice F) compte 57 sons de durées variables allant de 400 ms à 3400 ms. Ces durées correspondent aux points de reconnaissance maximums obtenus pour chaque son. Nous estimons que le nombre actuel de stimuli est suffisant pour élaborer la tâche de reconnaissance. Il faudrait à présent valider les indices de familiarité obtenus en utilisant

un autre mode de présentation de stimuli. Dans une prochaine étude, les mêmes stimuli devraient être présentés en écoute normale, sans être fractionnés. Si les résultats obtenus s'apparentent à ceux que nous avons, les indices de familiarité constitueront des mesures normatives fiables pour un test de reconnaissance des sons de l'environnement. Cette prochaine étude permettrait également de valider nos résultats obtenus avec le « gating paradigm » concernant la durée optimale de reconnaissance. Si les durées nécessaires à la reconnaissance obtenues lors d'une écoute simple diffèrent significativement de celles que nous avons mesurées à l'aide du « gating paradigm », la longueur des stimuli devra être réajustée. Si l'on se réfère aux résultats de Ballas (1993), il est probable que les durées mesurées lors d'une écoute normale soient plus longues que celles que nous avons obtenues puisque ce sont les participants qui contrôlent la présentation des sons en appuyant sur la barre d'espacement d'un clavier d'ordinateur. Toutefois, les résultats devraient refléter la même tendance en ce qui concerne la rapidité d'identification. De plus, afin de généraliser les résultats que nous avons obtenus à une plus grande population (plus âgée ou non-universitaire par exemple), il faudrait également élargir les critères de sélection des sujets. L'échantillon utilisé est très homogène et les résultats ne sont peut-être pas représentatifs de la population en générale.

Références

- Albert, M.L. et Bear, D.M., (1974), Time to understand: A case study of word deafness with reference to the role of time in auditory comprehension. *Brain*, 97: 373-384
- Ballas, J.A. (1993), Common Factors in the Identification of an Assortment of Brief Everyday Sounds. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, Vol.19. No. 2, 250-267
- Ballas, J. A. & Howard, J.H. (1987) Interpreting the language of environmental sounds. *Environment and Behavior*, Vol. 19 No. 1 : 91-114.
- Ballas, J.A., Sliwinski, M.J. & Harding, J.P. (1986). Uncertainty and response time in identifying non-speech sounds. *Journal of the Acoustical Society of America*, 79, S47.
- Belin, P., Zatorre, R.J., Lafaille, P., Ahad, P., & Pike, B. (2000). Voice-selective areas in human auditory cortex. *Nature*, Vol.403, p.309-312.
- Bregman, A.S. (1990), *Auditory Scene Analysis*, Cambridge, Massachusetts Institute of Technology.
- Chiu, C.-Y. P. & Schacter, D.L. (1995), Auditory Priming for Non Verbal Information: Implicit and Explicit Memory for Environmental Sounds. *Consciousness and Cognition*, 4, 440-458.
- Clarke, S., Bellman, A., De Ribapierre, F. & Assal, G. (1996), Non-verbal auditory recognition in normal subjects and brain- damaged patients : Evidence for parallel processing. *Neuropsychologia*, Vol 34, No.6, 587-603.
- DallaBella, S. & Peretz, I. (1999). Music agnosias : selective impairments of music recognition after brain damage. *Journal of New Music Research*, Vol.28, No.3, 209-216.
- Ehrlé, Nathalie. (1999). Communications personnelles. Université de Reims.
- Eustache, F., Lechevalier, B., Viader, F., & Lambert, J. (1990). Identification and discrimination disorders in auditory perception : a report of two cases. *Neuropsychologia*, 28, 257-270.

- Everest, F.A. (1994). *The Master Handbook of Acoustics, 3rd Edition*. Blue Ridge Summit, PA: TAB Books.
- Excelsior (1994), [disque compact], *Sound FX, Spectacular sound effects*, Madacy Music Group inc., Québec.
- Godefroy, O., Leys, D., Furby, A., De Reuck, J., Daems, C., Rondepierre, P., Dabachy, B., Deleume, J-F., & Desaulty, A. (1995). Psychoacoustical deficits related to bilateral subcortical hemorrhages : A case with apperceptive auditory agnosia, *Cortex*, 31, 149-159.
- Grosjean, F. (1980). Spoken word recognition processes and the gating paradigm. *Perception and Psychophysics* 28, 267-283.
- Habib, M., Daquin, G., Milandre, L., Royere, M.L., Rey, ., Lanteri, A., Salamon, G., & Khalil, R. (1995). Mutism and auditory due to bilateral insular damage - role of te insula in human communication. *Neuropsychologia*, 33(3), 327-339.
- Handel, S. (1989). *Listening : An Introduction to the perception of auditory events*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hécaen H. et Ajuriaguerra de J., (1956), Agnosie visuelle pour les objets inanimés par lésion unilatérale gauche, *Revue neurologique*, 94, 222-223.
- Howard, J. H., Jr. and J. A. Ballas (1980) Syntactic and semantic factors in the classification of nonspeech transient patterns." *Perception and Psychophysics* 28, 5 : 431-439.
- Major Records, (1989), [Disque compact]. *Sound Effects, Environmental and Ambient*, Thomas J.Valentino, Inc, Elmsford, NY.
- Mann V. et Liberman P. (1983), Some differences between phonetic and auditory modes of perception, *Cognition*, 14, 211-235.
- McAdams, S. (1994). La reconnaissance de sources et d'événements sonores. In : McAdams S., Bigand E., editors. *Penser les sons. Psychologie cognitive de l'audition*, Paris : PUF, 157-213.
- McCarthy, R.A. (1994). *Neuropsychologie cognitive : une introduction clinique*, Paris : PUF.

- McCrae D. et Trolle E. (1956), The defect of function in visual agnosia, *Brain*, 79, 94-110.
- Mendez, M.F., & Geehan, G.R. (1988). Cortical auditory disorders : clinical and psychoacoustic features. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 51, 1-9.
- Metz-Lutz, MN., Dahl, E. (1984). Analysis of word comprehension in a case of pure word deafness. *Brain and Language*, 23(1), 13-25.
- Motomura, N., Yamadori, A., Mori, E., & Tamaru, F. (1986). Auditory agnosia. Analysis of a case with bilateral and subcortical lesions. *Brain*, 109, 379-391.
- Nielsen J.M. (1946), *Agnosia, apraxia, aphasia : their value in cerebral localisation* (2^e éd.), New York, Harper (Hoeber).
- Peretz, I. (2000). Modularity of Music recognition or autonomy and fractionation of the Music Recognition System. *The Handbook of Cognitive Neuropsychology*, Psychology press.
- Peretz, I. (1994) Les mécanismes de prise d'information : les agnosies auditives. *Neuropsychologie Humaine*, 205-216.
- Peretz, I. (1993) Auditory agnosia : A functional analysis. In : McAdams S, Bigand E, editors. *Thinking in sound. The cognitive psychology of human audition*. New York : Oxford University Press, 199-230.
- Peretz, I., Babai, M., Lussier, I., Hébert, S. & Gagnon, L. (1995) Corpus d'extraits musicaux : indices relatifs à la familiarité, à l'âge d'acquisition et aux évocations verbales. *Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 49, 211-239.
- Peretz, I., Belleville, S., & Fontaine, S. (1997). Dissociation between music and language following cerebral hemorrhage- another instance of amusia without aphasia. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 51(4), 354-368.
- Peretz, I., Kolinsky, R., Tramo, M., Labrecque, R., Hublet, C., Demeurisse, G. & Belleville, S. (1994) Functional dissociations following bilateral lesions of auditory cortex. *Brain*, 117, 1283-1301.
- Peretz, I., & Morais, J. (1993). Specificity for music. In Boller, F., & Grafman, J. (Eds), *Handbook of Neuropsychology, Vol.8*, Amsterdam : Isevier Science Publishers, 373-390.

- Polster, M.R., & Rose, S.B. (1998). Disorders of Auditory Processing : Evidence For Modularity in Audition, *Cortex*, 34, 47-65.
- Schnider, A., Benson, F.D., Alexander, D.N. & Schnider-Klaus, A. (1994). Non-verbal Environmental Sound Recognition After Unilateral Hemispheric Stroke, *Brain*, 117, 281-287.
- Spreen, O., Benton, A., & Fincham, R. (1965). Auditory agnosia without aphasia. *Archives of Neurology*, 13, 84-92.
- Takahashi, N., Kawamura, M., Shinotou, H., Hirayama, K., Kaga, K., & Shindo, M. (1992). Pure word deafness due to left hemisphere damage. *Cortex*, 28, 295-303.
- Tanaka, Y., Yamadori, A. & Mori, E. (1987). Pure word deafness following bilateral lesions. A psychophysical analysis. *Brain*, 110, 381-403.
- Van Lancker, D.R., & Kreiman, J. (1987). Voice discrimination and recognition are separate abilities. *Neuropsychologia*, 25, 829-834.
- Van Lancker, D.R., Cummings, J.L., Kreiman, J., Dobkin, B.H. (1988). Phonagnosia : A dissociation between familiar and unfamiliar voices. *Cortex*, 24, 195-209.
- Vanderveer, N.J. (1979). Ecological acoustics: Human perception of Environmental sounds. *Dissertation Abstracts International*, 40, 4543b.
- Warrington E.K. et Shallice T. (1984), Category specific semantic impairments, *Brain*, 107, 829-853.
- Yaqub, B.A., Gascon, G.G., Al-Nosha, M., & Whitaker, H. (1988). Pure word deafness (acquired verbal auditory agnosia) in an Arabic speaking patient. *Brain*, 111, 457-466.

Appendice A

Liste des sons de l'environnement retenus pour l'expérience.

Sons naturels

Animaux	Nature	Humains
Abeille	Incendie	Applaudir
Canard	Pluie	Éternuer
Chat	Ruisseau	Bébé pleure
Cheval	Vent	Ronfler
Chien	Feu	Bailler
Cochon		Moucher
Coq		Racler
Éléphant		Tousser
Grenouille		Boire avec une paille
Lion		Gargariser
Poule		Escalier
Vache		Rire
Corneille		Marcher
Chèvre		Siffler
Oiseau (exemple)		
N=14	N=5	N=14

Sons artificiels

Instruments	Objets	Sons produits par l'action humaine
Accordéon	Douche	Tennis
Banjo	Bain	Sonnette
Flûte à bec	Téléphone	Chasse d'eau
Harpe	Horloge	Assiettes
Piano	Coucou	Glaçons
Triangle	Cadran	Liquide versé
Trompette	Vaisselle cassée	Roulette de dentiste
Violon	Bouilloire	Marteau
Violoncelle	Porte qui grince	Ouvrir cannette
Xylophone	Cloche d'église	Ping-pong
Guitare électrique	Sirène	Perceuse
Orgue	Feu d'artifice	Téléphone à tonalité
Batterie	Ambulance	Sifflet
	Hélicoptère	Sonnette vélo
	Train	Coups de feu
	Voiture démarre	Pelleter
	Moto	Scier
		Klaxon
		Appareil photo
		Brosser les dents
		Manger des chips
N=13	N=17	N=21

Appendice B

Liste des sons qui ont été identifiés par moins de 15 sujets sur 20, avec la fréquence de reconnaissance correcte associée.

Fréquence	Animaux	Nature	Sons humains	Instruments	Sons d'objets	Sons produits par l'action humaine
14/20	Éléphant			Accordéon		Klaxon
13/20	Cochon			Flûte à bec		Marteau
						Pelleter
						Brosser les dents
12/20			Se moucher		Douche	Ping-pong
11/20	Lion				Porte qui grince	Coups de feu
					Horloge	
					Bouilloire	
9/20					Sirène	Glaçons
8/20						Roulette de dentiste
						Ouvrir cannette
						Perceuse
7/20						Assiettes
						Manger des chips
6/20			Marcher		Bain	
2/20		Incendie			Moto	
	3/14	1/4	2/14	2/13	7/17	12/21

Appendice C

Liste de tous les stimuli considérés familiers (reconnus par 15 sujets et plus sur 20), suivant chaque catégorie. La fréquence de chaque évocation verbale en gras ainsi que les autres réponses acceptées, les réponses n'ayant pas atteint le niveau de confiance maximale (« nom correct < 7 »), les erreurs « inter-catégorie » et les erreurs « intra-catégorie » sont présentées pour chacun des sons.

catégorie	Source	nom correct (7)	nom correct (<7)	erreurs inter	erreurs intra	
animaux	Chien	chien 18/20				
		abolement 2/20				
	Coq	coq 20/20				
	Grenouille	grenouille 18/20				
		ouaouaron 2/20				
	Poule	poule 17/20				
		poulet 2/20				
		poulailler 1/20				
	Cheval	cheval 19/20				moustique 1/20
	Bélement	mouton 8/20				oiseau 1/20
		chèvre 7/20				
		chèvre ou mouton 2/20				
		brebis 1/20				
		agneau 1/20				
	Chat	chat 17/20				chien gémit 1/20
		chaton 1/20				
		chat digitalisé 1/20				
	Vache	vache 17/20			tronçonneuse 2/20	
					scie ronde 1/20	
	Corneille	corneille 17/20				mouette 2/20
						goéland 1/20
	Canard	canard 16/20				coq 1/20
						poule 1/20
						outardes 1/20
						animaux 1/20
	Abeille	abeilles 8/20				maringouins 3/20
		ruche 3/20			voiture course 1/20	
		essaim 3/20			mer 1/20	
		guêpes 1/20				
sons humains	Éternuer	éternuer 19/20				
		femme éternue 1/20				
	éclaircir la voix	racler la gorge 17/20				
		éclaircir la voix 3/20				

catégorie	Source	nom correct (7)	nom correct (<7)	erreurs inter	erreurs intra
sons humains	Rire	rire 19/20			
		homme rit 1/20			
	Tousser	tousser 14/20			
		toux 5/20			
		femme tousse 1/20			
	Ronfler	ronfler 19/20			pet 1/20
	Applaudir	applaudir 19/20			claquette 1/20
	Siffler	siffler 14/20		oiseau 1/20	
		homme siffle 4/20			
	Siffler	sifflement 1/20			
	Gargariser	gargariser 17/20			
		bulles dans l'eau 2/20			
		rincer la bouche 1/20			
	bébé pleure	bébé pleure 16/20		oies 1/20	
		enfant pleure 1/20		coq 1/20	
				mouette 1/20	
	Bailler	bailler 16/20			respiration 2/20
					inspiration 1/20
				syphonner 1/20	
	Escalier	descendre escalier 7/20			marcher 1/20
		monter escalier 6/20			pas sur bois 1/20
		escalier 1/20		rouet 1/20	
		marches de bois 1/20		nul 1/20	
		monter les marches 1/20			
	boire paille	boire avec paille 16/20		liquid ds tuyau 1/20	
				verser liquide 1/20	
				robinet coule 1/20	
					gargariser 1/20
nature	pluie	pluie 18/20			ruisseau 1/20
					chute d'eau 1/20
	vent	vent 17/20		tourne disque 1/20	
					statique 1/20
				ovni 1/20	
	ruisseau	ruisseau 7/20			pluie 1/20
		eau qui coule 5/20			chute d'eau 1/20
		rivière 4/20			eau 1/20
					eau qui bouge 1/20

catégorie	source	nom correct (7)	nom correct (<7)	erreurs inter	erreurs intra	
nature	feu	feu 15/20		casser branche 1/20		
					pluie 1/20	
				pop corn 1/20		
				corde à danser 1/20		
				claquette 1/20		
sons d'objets	sonnerie tel	téléphone 20/20				
	coucou	coucou 20/20				
	vaisselle cassée	vaisselle cassée 7/20		porcelaine 1/20		
		vitre cassée 6/20				
		porcelaine brisée 2/20				
		tuile brisée 1/20				
		verre qui casse 1/20				
		fracasser vitre 1/20				
		assiette cassée 1/20				
	cadran	cadran 14/20			métronome 1/20	
	cadran	tic tac horloge 2/20				
		horloge bombe 1/20				
		horloge 1/20				
		tic tac 1/20				
	cloche d'église	cloche d'église 18/20				
		cloche 2/20				
	hélicoptère	hélicoptère 20/20				
	ambulance	ambulance 14/20				
		police 5/20				
		sirène 1/20				
	passage à niveau	train 9/20			cloche d'église 1/20	
		passage à niveau 6/20				
train qui passe 2/20						
cloche de train 1/20						
chemin de fer 1/20						
feu d'artifice	feu d'artifice 18/20	feu d'artifice 1/20		coup de fusil 1/20		
voiture démarre	voiture démarre 14/20					
	démarrer 3/20					
	moteur démarre 1/20					
	démarrage camion 1/20					
	moteur 1/20					
action humaine	tennis	tennis 12/20				
		racquet ball 4/20				

catégorie	source	nom correct (7)	nom correct (<7)	erreurs inter	erreurs intra	
Action humaine	Tennis (suite)	balle de tennis 2/20				
		squash ou tennis 1/20				
		squash 1/20				
	no téléphone	touch tone 17/20				
		tél à tonalité 3/20				
	chasse d'eau	flush 9/20			lion 1/20	
		toilette 7/20				
		chasse d'eau 3/20				
	liquide versé	liquide versé 8/20		remplir verre 1/20	robinet coule 1/20	
		verser de l'eau 7/20				
remplir verre 2/20						
eau coule 1/20						
sonnette	sonnette 17/20			répondeur 1/20		
				tel qui sonne 1/20		
				rien à la tv 1/20		
sifflet	sifflet 20/20					
appareil photo	appareil photo 19/20				calculatrice 1/20	
sonnette vélo	sonnette de vélo 18/20				caisse 1/20	
	cloche de vélo 1/20					
scier	scier 15/20		scier 1/20		scotch tape 1/20	
				tigre 1/20		
					sabler 1/20	
				tournevis élect 1/20		
instruments	harpe	harpe 20/20				
	orgue	orgue 20/20				
	piano	piano 16/20				
		piano synthé 2/20				
		son élec de piano 1/20				
		piano casio 1/20				
	xylophone	xylophone 19/20				
		vibraphone 1/20				
	violon	violon 20/20				
	guit. élect	guit. élec. 20/20				
	batterie	batterie 6/20				
		drum 13/20				
		percussion 1/20				
violoncelle	corde cello 1/20				violon 1/20	
	violoncelle 18/20					

Copti

Sélection d'une banque de sons de l'environnement

catégorie	source	nom correct (7)	nom correct (<7)	erreurs inter	erreurs intra
instruments	trompette	trompette 19/20			cor de chasse 1/20
	triangle	triangle 18/20			clochettes 2/20
	banjo	banjo 15/20			guitare 3/20
					mandoline 2/20

Appendice D

Points d'isolement moyen (en ms), niveau de confiance moyen et points de reconnaissance moyen (ms) de chaque stimulus, selon les catégories.

Instruments	Iso	Conf	Recon
harpe	360	4.7	655
orgue	130	4.75	500
piano	240	4.75	575
cello	284	4.95	605
trompette	100	4.26	474
triangle	578	3.94	1056
banjo	287	4.93	620
xylophone	230	4.55	620
violon	180	4.7	485
guit.élec	545	5.3	850
drum	595	4.7	940
Animaux			
canard	431	4.25	1019
chien	115	4.2	475
coq	275	5.2	610
cheval	458	5.47	795
grenouille	135	4.8	445
vache	582	4.76	876
bélement	242	5.16	516
chat	432	4.89	737
corneille	494	4.94	806
abeille	467	5.07	847
poule	540	4.2	945
Sons humains			
se gargariser	200	4.65	510
racler	310	4.25	710
tousser	100	3.65	445
bébé	529	4.41	982
applaudir	426	3.63	842
escalier	950	4.94	1281
bailler	844	4.31	1306
éternuer	245	4.4	490
paille	369	4.94	731
ronfler	395	4.95	711
siffler	189	4.95	547
rire	445	5.6	755

Nature	Iso	Conf	Recon
feu	1047	3.8	1560
pluie	556	4.17	933
vent	759	3.24	1535
ruisseau	326	5.29	613
Objets			
téléphone	100	6.35	330
coucou	290	6	535
vaisselle cassée	337	5.16	647
cadran	295	3.89	832
cloche d'église	155	4.85	540
hélicoptère	580	4.1	960
ambulance	130	5.4	395
passage à niveau	437	4.74	863
feu d'artifice	633	3.56	1078
voiture démarre	340	4.2	725
Action humaine			
tennis	560	4.15	1005
no téléphone	260	5.4	610
chasse d'eau	616	4.16	984
liquide versé	361	4.29	706
sonnette	729	5.65	1024
sifflet	175	5.55	450
appareil photo	274	5.21	553
sonnette vélo	216	5.53	489
scier	1527	4.33	1967

Naturels	Iso	Conf	Recon
gargariser	200	4.65	510
racler	310	4.25	710
tousser	100	3.65	445
bébé	529	4.41	982
applaudir	426	3.63	842
escalier	950	4.94	1281
bailler	844	4.31	1306
éternuer	245	4.4	490
paille	369	4.94	731
ronfler	395	4.95	711
siffler	189	4.95	547
rire	445	5.6	755
canard	431	4.25	1019
chien	115	4.2	475
coq	275	5.2	610
cheval	458	5.47	795
grenouille	135	4.8	445
vache	582	4.76	876
bêlement	242	5.16	516
chat	432	4.89	737
corneille	494	4.94	806
abeille	467	5.07	847
poule	540	4.2	945
feu	1047	3.8	1560
pluie	556	4.17	933
vent	759	3.24	1535
ruisseau	326	5.29	613

Artificiels	Iso	Conf	Recon
harpe	360	4.7	655
orgue	130	4.75	500
piano	240	4.75	575
cello	284	4.95	605
trompette	100	4.26	474
triangle	578	3.94	1056
banjo	287	4.93	620
xylophone	230	4.55	620
violon	180	4.7	485
guit.élec	545	5.3	850
drum	595	4.7	940
téléphone	100	6.35	330
coucou	290	6	535
vaisselle cassée	337	5.16	647
cadran	295	3.89	832
cloche d'église	155	4.85	540
hélicoptère	580	4.1	960
ambulance	130	5.4	395
passage à niveau	437	4.74	863
feu d'artifice	633	3.56	1078
voiture démarre	340	4.2	725
tennis	560	4.15	1005
no téléphone	260	5.4	610
chasse d'eau	616	4.16	984
liquide versé	361	4.29	706
sonnette	729	5.65	1024
sifflet	175	5.55	450
appareil photo	274	5.21	553
sonnette vélo	216	5.53	489
scier	1527	4.33	1967

Appendice E

Stimuli classés par ordre de durée (ms), avec le nombre de réponses différentes évoquées avant le point d'isolement de chacun des sujets ainsi que la fréquence dominante (Hz) de chaque son à son point d'isolement.

source	fréquence	point d'iso	nb de réponses	fr. dominante
sonnerie tel	20/20	100	0	596
tousser	20/20	100	0	634,8
trompette	19/20	100	0	686,1
chien	20/20	115	1	808,6
ambulance	20/20	130	0	424
orgue	20/20	130	3	1109,4
grenouille	20/20	135	6	118,1
cloche d'église	20/20	155	1	1710,3
sifflet	20/20	175	3	2315,9
violon	20/20	180	3	442,6
siffler	19/20	189	2	2702,8
gargariser	20/20	200	6	242,2
sonnette vélo	19/20	216	7	4208,1
xylophone	20/20	230	7	658,2
piano	20/20	240	7	351,5
bêlement	19/20	242	7	121,7
éternuer	20/20	245	9	334,5
no téléphone	20/20	260	4	1211,1
appareil photo	19/20	274	9	2122,2
coq	20/20	275	9	799,9
violoncelle	19/20	284	6	163,3
banjo	16/20	287	11	586,4
coucou	20/20	290	6	1004,7
cadran	19/20	295	10	183,1
ruisseau	17/20	300	3	464,6
éclaircir la voix	20/20	310	14	350,8
vaisselle cassée	19/20	337	14	2267
voiture démarre	20/20	340	12	1342,9
harpe	20/20	360	9	356
liquide versé	18/20	361	5	2508,7
boire paille	16/20	369	13	701,4

source	fréquence	point d'iso	nb de réponses	fr. dominante
ronfler	19/20	395	11	157,2
applaudir	19/20	426	12	1280
canard	16/20	431	13	1187,7
chat	19/20	432	15	2247,5
passage à niveau	19/20	437	18	2266,8
rire	20/20	445	12	2230,5
cheval	19/20	458	16	1622,5
abeille	15/20	467	10	226
corneille	17/20	494	11	1320,8
bébé pleure	17/20	529	16	1281,4
poule	20/20	540	11	1181,2
guit.élect	20/20	545	22	865,5
pluie	18/20	556	14	13,1
tennis	20/20	560	12	330,2
triangle	18/20	578	12	6961,9
hélicoptère	20/20	580	19	289,1
vache	17/20	582	19	380,1
batterie	20/20	595	13	54,6
chasse d'eau	19/20	616	20	247,7
feu d'artifice	18/20	633	19	247,2
sonnette	17/20	729	14	718
vent	17/20	759	14	241,3
bailler	16/20	844	18	1283,5
escalier	16/20	950	13	16,3
feu	15/20	1047	19	75,9
scier	15/20	1527	35	223
moy		410.1	10.4	
er-type		34.8	0.89	
ec-type		262.7	6.7	