

Université de Montréal

Relation entre le sens musical et la mélodie du langage :
l'influence des tons lexicaux sur le traitement des hauteurs acoustiques et musicales

Par
Stéphanie Cummings

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.)
en psychologie



août 2006

© Stéphanie Cummings, 2006

BF

22

U54

2006

v.034

Direction des bibliothèques

AVIS

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

NOTICE

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

Relation entre le sens musical et la mélodie du langage :
l'influence des tons lexicaux sur le traitement des hauteurs acoustiques et musicales

Présenté par :

Stéphanie Cummings

A été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Martin Arguin

Président-rapporteur

Isabelle Peretz

Directrice de recherche

Renée Béland

Membre du jury

Mémoire accepté le : ... *7 novembre 2006* ...

Sommaire

Le but de la présente étude est d'évaluer l'effet de l'expertise des hauteurs de sons dans une langue tonale sur la détection des changements de hauteurs musicales et acoustiques. L'expertise des tons lexicaux, qui consistent en des variations de hauteurs de nature sémantique retrouvées dans les langues à tons, pourrait se généraliser au traitement de la hauteur des sons en général. Si tel est le cas, les locuteurs de langues tonales devraient obtenir une performance supérieure dans les tests évaluant la perception de hauteurs acoustiques et musicales. Nous avons donc comparé la performance de participants parlant une langue tonale et non tonale dans deux conditions expérimentales. La première était une batterie d'évaluation des habiletés musicales (Peretz, Champod, & Hyde, 2003) et la seconde situation était plus psychoacoustique. Elle consistait à détecter parmi 5 sons successifs identiques des changements subtils sur la dimension de la hauteur et du temps. Les résultats obtenus auprès de 25 participants parlant une langue tonale et de 25 participants ne parlant pas une langue tonale montrent que l'expertise des tons lexicaux ne facilite pas le traitement des hauteurs musicales ou générales. Au contraire, le fait de parler une langue tonale semble nuire au traitement des hauteurs non lexicales. En fait, les participants parlant une langue tonale obtiennent des résultats significativement plus faibles que les participants contrôles dans la détection des hauteurs acoustiques descendantes tout en démontrant des résultats similaires aux participants contrôles sur les tâches temporelles et musicales. Ce résultat suggère que l'apprentissage précoce d'une

langue à tons ne confère pas nécessairement un avantage dans des domaines non linguistiques.

Mots clés : perception, musique, langage, hauteurs, tons lexicaux

Abstract

The present study aims to evaluate the processing of non-linguistic pitches by tonal language speakers. It is possible that tonal language experts show an enhanced ability in perceiving musical and acoustical pitches. In order to verify this idea, tonal language speakers are compared to non-tonal language speakers on a pitch detection task and on a musical battery which evaluates musical skills (Peretz, Champod, & Hyde, 2003). The pitch detection task assesses the perception of small pitch changes among five successive identical sounds. The melodic part of the musical battery is composed of tasks requiring the ability to discriminate changes in scale, contour and intervals of musical excerpts. A time detection task and a rhythm discrimination task are also presented to the participants as control conditions. The results of 25 tonal language speakers and of 25 non-tonal language speakers show that lexical tone experts do not outperform the non-tonal language speakers. While no significant differences were found in the temporal tasks, tonal language speakers were less accurate than non-tonal language speakers when perceiving pitch changes going downward. This result suggests that early learning of a tonal language does not necessarily imply an enhanced ability to detect pitch changes in non-linguistic context.

Key words: Perception, music, language, pitch, lexical tone

Table des matières

Sommaire.....	iii
Abstract.....	v
Liste des tableaux.....	vii
Liste des figures.....	viii
Remerciements.....	ix
Introduction.....	1
Contexte théorique.....	4
Méthode.....	18
Résultats et commentaires.....	25
Tâches musicales.....	28
Tâches acoustiques.....	32
Discussion.....	45
Références.....	60
Appendice A : Index de sensibilité et valeurs bêta sur les tâches acoustiques.....	x
Appendice B : Certificat d'éthique.....	xv
Appendice C : Formulaire de consentement éclairé.....	xvii

Liste des tableaux

Tableau I	Moyennes et écarts-types pour les groupes langues tonales et langues non tonales à chacune des tâches de la MBEA.....	29
Tableau II	Moyennes et écarts-types pour les groupes langues tonales et non tonales sur les dimensions mélodiques et temporelles de la MBEA.....	31
Tableau III	Statistiques descriptives des Hits-FA% sur les 5 changements temporels plus en avant ou plus après de la position initiale de la tâche de détection de temps non musicaux pour les groupes parlant une langue tonale et non tonale	32
Tableau IV	Statistiques descriptives des Hits-FA% combinés sur les 5 changements temporels de la tâche de détection de temps non musicaux pour les groupes parlant une langue tonale et non tonale	33
Tableau V	Valeurs des d' et des β associées aux 5 changements de position plus en avant ou plus après de la position initiale de la tâche de détection du temps non musical pour le groupe langues tonales et le groupe langues non tonales	35
Tableau VI	Temps de réactions moyens et écarts-types pour la détection des avances et des retards de la tâche de détection de temps non musicaux par les groupes de participants parlant une langue tonale et non tonale	37
Tableau VII	Statistiques descriptives des Hits-FA% sur les 5 changements de hauteurs ascendantes et descendantes de la tâche de détection des hauteurs non musicales pour les groupes langues tonales et non tonales	38
Tableau VIII	Valeurs des d' et des β associées aux 5 changements de hauteurs descendantes et ascendantes de la tâche de détection des hauteurs non musicales pour les groupes parlant une langue tonale ou non tonale.....	42
Tableau IX	Temps de réactions moyens et écarts-types pour les groupes de participants parlant une langue tonale et non tonale sur les 5 changements de hauteurs descendantes et ascendantes de la tâche de détection des hauteurs non musicales.....	44

Liste des figures

Figure 1.1	Distribution du score global (%) à la MBEA par les participants qui ne parlent pas une langue tonale.....	27
Figure 1.2	Distribution du score global (%) à la MBEA par les participants parlant une langue tonale.....	28
Figure 2.1	Nombre de bonnes réponses obtenues (N/30) sur les 6 tâches de la MBEA par les groupes de participants parlant une langue tonale et non tonale...	30
Figure 2.2	Pourcentage de bonnes réponses obtenues par les groupes parlant une langue tonale et non tonale aux dimensions mélodiques et temporelles de la MBEA.....	31
Figure 3.1.1	Moyennes combinées de bonnes réponses obtenues (Hits-FA%) par le groupe de participants parlant une langue tonale et celui ne parlant pas une langue tonale aux cinq différents changements de la tâche de détection temporelle.....	34
Figure 3.1.2	Temps de réactions moyens pour les 5 différents changements temporels, dans les deux directions, chez les participants parlant une langue tonale et les participants contrôles.....	36
Figure 3.2.1	Moyennes des bonnes réponses obtenues (Hits-FA%) à la tâche de détection des hauteurs acoustiques ascendantes par les participants parlant une langue tonale et les participants ne parlant pas une langue tonale	39
Figure 3.2.2	Moyennes de bonnes réponses obtenues (Hits-FA%) à la tâche de détection des hauteurs acoustiques descendantes par les participants parlant une langue tonale et les participants de parlant pas une langue tonale	40
Figure 3.2.3	Temps de réactions moyens à la tâche de détection de hauteurs pour les 5 changements, dans les 2 directions, chez les participants parlant une langue tonale et les participants ne parlant pas une langue tonale.....	43

Remerciements

Merci à Isabelle Peretz, cette splendide directrice, cette merveilleuse personne qui a su me rassurer, me conseiller, m'écouter et me guider. Avec générosité, elle m'a donné le meilleur d'elle-même et c'est avec constance et compétence qu'elle m'a enseigné la qualité. Merci à Nathalie Gosselin, mon amie, qui m'a prise sous son aile bienveillante, merci à Bernard Bouchard, qui a toujours su mettre les points sur les i et les pieds sur la terre.

Introduction

L'étude des tons lexicaux est intéressante parce que les personnes dont la langue maternelle est une langue tonale deviennent expertes en détection des variations fines de hauteurs. Pour vérifier si l'habileté à distinguer des variations de hauteurs dans le langage a une influence sur la perception des hauteurs musicales et générales, l'évaluation de la performance de personnes parlant une langue tonale est tout à fait désignée. Quelques études ont démontré que l'expertise des tons lexicaux avait un effet sur la perception des hauteurs de sons non langagiers, mais aucune étude n'a encore évalué la performance des experts en tons lexicaux sur des tâches musicales. À cet égard, il est possible de prédire que l'expertise des langues à tons pourrait contrecarrer un trouble de la perception de la hauteur musicale (amusie) si un seul et même système était responsable du traitement des hauteurs en général.

Cette recherche a pour but de vérifier si le traitement des hauteurs est spécifique au domaine de la musique ou du langage ou s'il est plutôt indépendant du type de hauteurs. Pour ce faire, les performances de personnes parlant une langue tonale et non tonale sur la discrimination de hauteurs musicales et, dans un deuxième temps, sur la détection de hauteurs qui ne sont ni musicales ni langagières seront comparées. Les tâches de discrimination musicale requerront l'habileté à percevoir des changements de hauteurs relatifs à la tonalité, à l'intervalle entre les notes et à la direction du changement. Les tâches de détection acoustiques évalueront l'habileté à percevoir des changements fins de hauteurs qui varieront entre $1/64$ et $1/4$ de demi-ton. Les participants devront également

exécuter des tâches temporelles, musicales et acoustiques, dans lesquelles aucune différence n'est attendue entre les groupes.

À la suite d'une revue des études portant sur la comparaison de participants parlant une langue tonale et non tonale sur des tâches de perception de hauteurs non langagières, les résultats seront analysés en fonction des données comportementales obtenues sur les dimensions mélodiques et temporelles de la tâche musicale et sur les différents degrés de changements des tâches de détection acoustique. L'interprétation de ces résultats sera basée sur les prémisses établies par la littérature psychoacoustique et sur les modèles de traitements des hauteurs musicales et linguistiques.

Contexte théorique

La musique et le langage ont depuis longtemps été sujets d'intérêt dans l'étude du fonctionnement du cerveau humain. La comparaison de la musique et du langage est intéressante en ce sens que les deux domaines partagent des caractéristiques similaires. Tout d'abord, ils représentent des traitements auditifs complexes spécifiques et universels chez l'être humain (Kivy, 1990). Ensuite, la production de la musique et du langage repose sur l'organisation séquentielle des éléments de base. Un nombre concret d'éléments simples, tels que les hauteurs de sons et les phonèmes, peuvent, de façon hiérarchique, être combinés pour créer des structures sémantiques, des mots ou des phrases, des mélodies et des chansons (Zatorre, Belin, & Penhune, 2002). La hauteur des sons est un paramètre essentiel en musique et, dans certains cas, utilisé en langage.

Plus précisément, la musique incorpore les changements de hauteurs pour évoquer une tonalité particulière (par exemple, la gamme majeure de la musique occidentale), pour décider de la taille des intervalles entre les notes et pour définir leur direction (Peretz & Zatorre, 2005). Dans le langage, les patrons de changements de hauteurs sont utilisés afin de transmettre des informations émotionnelles (ex. une voix plus aiguë exprime la joie) et pour distinguer les questions des affirmations. C'est ce que l'on nomme respectivement la prosodie du langage et l'intonation. Les différences de hauteurs servent aussi à distinguer les accentuations phonétiques, mettre de l'emphase et distinguer les tons lexicaux dans les langues dites tonales telles que le mandarin, le cantonnais, le vietnamien et le thaï (Wong, 2002). Dans les langues tonales, des variations de hauteurs spécifiques (les tons lexicaux) ont une signification sémantique. Par exemple, en

mandarin, le mot /ma/ prononcé avec une variation de hauteur ascendante signifie « mère », tandis que /ma/ dit sur un ton descendant signifie « injurier » (Gandour, 1983).

La perception des tons lexicaux demande une capacité cérébrale de représentation fine des hauteurs de son. Selon une étude descriptive effectuée par Thompson (1987), les intervalles constituant les 6 tons vietnamiens vont de 8 demi-tons à 1 demi-ton pour la plus petite différence de hauteurs. Dans la musique occidentale, la majorité des intervalles utilisés sont de l'ordre de 0, 1 ou 2 demi-tons (Vos & Troost, 1989). Ces changements de hauteurs sont plus fins que ceux généralement retrouvés dans les langues non tonales (Fitzsimons, Sheahan, & Stauton, 2001). Il est possible que l'expertise à traiter les changements fins de la hauteur dans le langage se manifeste par une meilleure détection des changements de hauteurs dans la musique. Il se pourrait aussi que des mécanismes cognitifs distincts soient nécessaires au traitement des hauteurs de sons langagiers et non langagiers.

Une seule étude à ce jour a mis en comparaison l'expertise musicale et le traitement des tons lexicaux. Le but de cet examen était de vérifier si une plus grande habileté à percevoir les hauteurs musicales pouvait se manifester par un meilleur traitement des hauteurs contenues dans le langage. Pour ce faire, des participants anglophones, musiciens et non musiciens ont été évalués sur des tâches impliquant la perception d'une langue tonale. Les résultats démontrent un net avantage des musiciens anglophones sur les non musiciens dans l'identification (89% vs 69%) et la discrimination (87% vs 71%)

des quatre tons lexicaux du mandarin (Alexander, Wong, & Bradlow, 2005). Un problème d'envergure est toutefois soulevé par les études qui utilisent des musiciens. Il est possible que la rapidité et la précision des réponses des participants musiciens soient attribuables à une plus grande motivation ou à une meilleure concentration. Une approche différente pour vérifier si l'effet de l'expertise dans un domaine peut se transférer à l'autre domaine serait d'évaluer la performance de personnes parlant une langue tonale sur des hauteurs de sons non lexicaux et musicaux.

Les études ayant examiné le traitement et l'influence de l'expertise des tons lexicaux ont porté sur la perception des sons non langagiers, des sons purs ou des analogues, et ont amené les chercheurs à énoncer deux hypothèses. La première hypothèse suppose que l'expertise des tons lexicaux n'ait aucun effet sur la perception des hauteurs non langagières. Ce point de vue s'accorde avec les modèles de traitement qui supposent la modularité du traitement des sons langagiers (Fodor, 1983). La modularité présume, entre autres, que le traitement des sons langagiers est effectué dans un système spécifique au langage, de manière automatique et autonome, et que la perception des consonnes et des voyelles, par exemple, serait spécifiquement phonétique et distincte de la perception des propriétés acoustiques des sons non langagiers (Liberman et Mattingly, 1989).

Les résultats de plusieurs études suggèrent en effet que l'apprentissage des tons lexicaux ne confère pas nécessairement un avantage dans la perception de stimuli non linguistiques. Par exemple, dans une étude de Burns et Sampat (1980), le seuil de

discrimination des sons purs ne différait pas entre les participants qui parlaient une langue tonale et non tonale. De façon similaire, Gandour, Wong et Hutchins (1998) ne trouvent aucune différence comportementale entre les participants thaïlandais et anglophones sur des mesures de discrimination de variations de hauteurs non linguistiques qui reproduisaient le contour des tons lexicaux thaïlandais.

L'argument le plus convaincant de l'indépendance des traitements entre les sons langagiers et non langagiers provient toutefois des études neuropsychologiques. La théorie dominante qui se dégage de ces études est que les caractéristiques acoustiques partagées par le traitement des hauteurs langagières et non langagières seraient traitées selon leur fonctionnalité, ce qui présuppose que le traitement des tons lexicaux est déterminé par sa fonction linguistique et devrait activer les aires habituellement reliées au langage, dans l'hémisphère gauche du cerveau. La prédominance de l'hémisphère gauche pour la perception des tons lexicaux est appuyée par les études sur les cérébrolésés (Packard, 1986), par les résultats de l'écoute dichotique (Van Lancker, & Fromkin, 1973; Wang, Jongman, & Sereno, 2001) et par la neuroimagerie cérébrale (Gandour, Wong, Weinzapfel, Van Lancker & Hutchins, 2000; Hsieh, Gandour, Wong, & Hutchins, 2001; Klein, Zatorre, Milner, & Zhao, 2001). Ces études suggèrent que les hauteurs dans les tons lexicaux sont reconnues comme des entrées lexicales.

Cette hypothèse a été contestée par le fait que toutes ces études neuropsychologiques pouvaient confondre la valeur sémantique et le traitement des hauteurs dans les tons

lexicaux étant donné que ceux-ci avaient une signification pour un seul groupe de participants. Il est difficile de séparer la signification du ton et le simple traitement de son contour. Dans le but de contourner cette difficulté, Wong, Parsons, Martinez et Diehl (2004) ont comparé la perception des hauteurs contenues dans le mandarin par des participants parlant le mandarin avec l'activation cérébrale de participants anglophones qui écoutaient ou réagissaient à des stimuli anglophones. Une fois de plus, les participants qui parlaient une langue tonale démontrèrent un patron d'activation différent de celui des anglophones. Lorsque les participants chinois discriminaient les hauteurs contenues dans les tons lexicaux du mandarin, le cortex insulaire antérieur gauche était la région la plus active, alors que leur hémisphère droit démontrait une activation supérieure dans la discrimination de hauteurs contenues dans les mots anglais. Les participants anglophones, quant à eux, démontraient une prédominance de l'hémisphère droit pour la discrimination des hauteurs contenues dans les mots mandarins et anglais. La discrimination des sons non lexicaux ne différait pas entre les participants, ni au niveau anatomique ni au niveau comportemental. Les auteurs concluent de cette étude que la réponse neuronale aux stimuli acoustiques dépend de la fonction du stimulus, étant donné que les résultats ont démontré que les tons lexicaux sont traités différemment des hauteurs non langagières.

Cependant, l'accumulation de données empiriques qui suggèrent des résultats inverses a généré la formulation d'une hypothèse concurrente, à savoir que l'expérience prolongée de langues à ton peut avoir une influence sur le traitement des hauteurs de sons non

linguistiques. L'influence de l'expérience intensive des tons lexicaux sur le traitement des stimuli acoustiques non linguistique a été observée dans trois études. La première étude consistait à comparer la discrimination de participants qui parlaient le mandarin, le cantonais et l'anglais sur 1) des paires de mots monosyllabiques cantonais : 2) des paires de mots monosyllabiques mandarins : 3) des paires composées d'un mot cantonais et d'un non mot : 4) des paires composées d'un mot mandarin et d'un non mot. Dans les deux premières conditions, les mots ne différaient que par le ton (ils avaient donc une signification pour un seul groupe de participants). Dans les deux dernières conditions, le non mot était composé d'un ton qui n'était associé à aucun mot pour l'ensemble des participants. Tout d'abord, il fut trouvé que les participants cantonais, qui ne parlaient pas le mandarin, étaient plus habiles à extraire l'information lorsqu'il y avait des non mots dans l'expérience avec les tons cantonais que les participants mandarins ou anglophones. Il fut aussi soulevé que les participants cantonais surpassaient les participants anglophones pour la discrimination des mots et des non mots dans la tâche qui utilisait des phonèmes mandarins (Lee, Vakoch, & Wurm, 1996). Ces résultats furent interprétés en suivant l'hypothèse que si l'expertise des tons lexicaux des participants cantonais leur conférait un avantage dans la discrimination des hauteurs contenues dans les tons mandarins et dans les non mots, un système commun devait être responsable du traitement des hauteurs langagières et non langagières. Par contre, un problème rencontré avec cette étude est que la tâche de discrimination des non mots était formée d'un mot et d'un non mot (le participant devait dire si les deux stimuli étaient pareils ou différents). Comme le mentionnent les auteurs, il est possible que les participants cantonais aient été

en contact avec le mandarin, ce qui pourrait expliquer la différence de performance entre les participants cantonnais et les participants anglophones sur les mots mandarins. Enfin, il semble raisonnable de penser que les participants devant discriminer des paires mots-non mots de leur propre langue puisse le faire avec davantage de facilité que les deux autres groupes, pour qui les deux stimuli n'avaient aucune valeur sémantique.

Dans la deuxième étude, Francis et Ciocca (2003) ont évalué la performance de participants anglophones et cantonnais sur la discrimination de variations de fréquences de stimuli non langagiers qui étaient des syllabes synthétiques dérivées du cantonnais. Les stimuli étaient sémantiquement incompréhensibles pour l'ensemble des participants, mais elles reproduisaient le contour et la hauteur des mots cantonnais. La différence de hauteurs entre les deux stimuli ne dépassait pas 4 Hz. De manière surprenante, la différence entre les groupes s'exprimait par une meilleure performance des participants anglophones sur les stimuli non linguistiques. Une explication possible apportée par les modèles psycholinguistiques est que les stimuli non linguistiques qui partagent des similarités, spectrales ou temporelles, avec les sons du langage pourraient influencer la catégorisation des sons perçus. Stagger et Downs (1993) attribuent la plus faible sensibilité des locuteurs du mandarin aux petites variations de hauteurs, dans une tâche de discrimination, à la perception catégorielle des tons lexicaux. Le principe de catégories lexicales fut développé, en partie, pour expliquer comment des signaux acoustiques extrêmement variables pouvaient être traités comme les mêmes membres de catégories définies. La perception catégorielle (PC) suppose que les patrons acoustiques similaires

sont perçus comme appartenant à la même catégorie. Lorsque les stimuli sont perçus de manière catégorielle, des propriétés acoustiques équivalentes entre deux sons sont traitées différemment, dépendamment si les sons appartiennent à la même catégorie ou à des catégories différentes. Pour une même différence acoustique, les membres d'une même catégorie sont moins bien discriminés que les sons appartenant à deux catégories différentes.

L'idée est que, grâce à l'expérience linguistique, les auditeurs apprennent les frontières des catégories spécifiques sur différents continuums acoustiques. En augmentant la précision de la discrimination entre les catégories et en diminuant la discrimination à l'intérieur des catégories, les auditeurs améliorent leur habileté à percevoir deux membres similaires, mais non complètement identiques, comme étant les mêmes et à percevoir deux membres similaires appartenant à des catégories différentes comme étant différents (Liberman, Harris, Hoffman, & Griffith, 1957). Un second principe de la PC est que la sensibilité optimale devrait se retrouver aux frontières des catégories (ex. Repp, Healy, & Crowder, 1979). Il est vraisemblable que les locuteurs de langues tonales perçoivent les tons lexicaux de manière catégorielle. Dans une étude, Wang (1976) démontra que la sensibilité maximale des participants mandarins correspondait aux frontières des catégories sur un continuum allant du ton 2 (haut ascendant) au ton 1 (haut niveau) du mandarin. Les locuteurs d'une langue non tonale comme l'anglais (Stagray, & Downs, 1993) et le français (Hallé, Chang, & Best, 2004), ne perçoivent pas les tons lexicaux de manière catégorielle, même si des analogues non lexicaux peuvent être

classés en catégories tout comme les entrées lexicales par des locuteurs du mandarin (Xu, Gandour, & Francis, 2005). Se basant sur ces prémisses, Stagray et Downs (1993) argumentèrent que les stimuli qu'ils avaient utilisés ne dépassaient pas les limites d'une catégorie de ton lexical pour expliquer la plus faible sensibilité des locuteurs du mandarin sur les petites variations de hauteurs qui s'apparentaient à celles retrouvées dans les tons lexicaux. Ainsi, il est probable que les participants cantonnais de l'étude de Francis et Ciocca aient souffert d'une perte de finesse dans la discrimination des syllabes synthétiques utilisées parce qu'elles étaient similaires aux tons cantonnais : les syllabes synthétiques ont pu être traitées comme des entrées lexicales et être perçues comme appartenant à une même catégorie puisqu'elles ne différaient que de 4 Hz. Il est important de noter qu'il ne devrait pas y avoir de différences entre des groupes qui parlent différentes langues si les stimuli acoustiques ne présentent pas de lien avec la sonorité du langage.

Pour tester l'hypothèse que les stimuli qui s'apparentaient avec les sons du langage puissent interférer avec le traitement des sons non langagiers, Bent, Bradlow et Wright (2006) ont exploré l'influence de l'expérience intensive des tons lexicaux sur une série de tâches faisant intervenir la perception auditive. L'étude comprenait une tâche dans laquelle les participants, mandarins et anglophones, devaient identifier des syllabes naturelles provenant du mandarin comme appartenant à des catégories linguistiques et une tâche de discrimination fine entre des sons non langagiers dans laquelle les participants devaient discriminer des variations fines de hauteurs non lexicales. Dans une

troisième tâche, les participants devaient identifier des sons non linguistiques qui reproduisaient le contour des tons mandarins avec des valeurs d'intervalles plus ou moins grandes. Les participants mandarins étaient plus performants que les participants anglophones pour identifier les tons mandarins et il n'y avait pas de différence entre les groupes dans la tâche où les sons non langagiers n'entretenaient pas de rapport avec les tons mandarins. Cependant, les participants mandarins ont obtenu des résultats inférieurs à ceux des participants anglophones dans certaines conditions de la tâche d'identification des hauteurs. Plus précisément, les analyses n'indiquent aucune différence entre les groupes sur les contours ascendants et un plus grand taux d'erreurs de la part des participants mandarins sur le total des contours descendants et particulièrement, sur les intervalles descendants de 15 Hz. La différence retrouvée entre les groupes pourrait s'expliquer par le fait que les intervalles sont plus grands dans les tons descendants du mandarin que dans les tons ascendants (Xu, 1994). Les personnes parlant le mandarin pourraient établir des critères de classification différents pour les tons ascendants et descendants. Ils pourraient se montrer réticents à classifier les petites variations de tons descendants comme descendants tout en demeurant enclins à catégoriser les petites variations de hauteurs ascendantes comme ascendantes. Un effet du contour avait en effet été détecté chez les participants mandarins. En résumé, contrairement aux locuteurs de langues non tonales, les locuteurs de langues tonales pourraient utiliser un traitement linguistique qui serait nuisible au traitement acoustique des sons non langagiers.

Les résultats de cette étude sont en accord avec le modèle d'assimilation perceptive proposé par Best (1994, 2001). Ce modèle prédit que la perception des phonèmes suppose une assimilation des sons d'une langue étrangère dans les catégories de la langue maternelle seulement s'il est possible de le faire et qu'autrement, la perception repose entièrement sur les propriétés auditives ou phonétiques du stimulus. Contrairement à Bent et al., Best en arrive à la conclusion que l'assimilation des sons dans les catégories du langage présuppose la spécificité et l'organisation modulaire du système de traitement du langage. L'assimilation des hauteurs acoustiques qui partagent des caractéristiques avec les tons lexicaux serait donc un argument en faveur de la spécificité du traitement, dépendante du langage, plus que la démonstration d'un système général de traitement des hauteurs, ce qui pourrait expliquer la contradiction retrouvée entre les résultats des études qui démontrent un effet de l'expertise des tons lexicaux sur le traitement des hauteurs non linguistiques et celles qui suggèrent des traitements séparés pour les hauteurs langagières et non langagières.

Le but de la présente étude est, dans un premier temps, de reproduire les résultats obtenus par Bent, Bradlow et Wright (2006) en comparant les performances de participants parlant une langue tonale et non tonale sur l'identification de variations de hauteurs acoustiques de 1 (1/64), 2 (1/32), 4 (1/16), 7 (1/8) et 15 (1/4) Hz (demi-ton). Les changements pourront être ascendants ou descendants pour vérifier si le contour a une influence sur le traitement des hauteurs chez les participants parlant une langue tonale comparativement à ceux qui ne parlent pas une langue tonale. Dans un deuxième temps,

ces mêmes groupes de participants seront évalués sur des tâches de discrimination musicale qui feront intervenir des changements de hauteurs au niveau de la tonalité, de l'intervalle et du contour à l'intérieur d'extraits musicaux. Cette partie de l'expérience est critique parce que les changements de hauteurs musicales s'apparentent davantage aux tons lexicaux que les hauteurs contenues dans la tâche acoustique : tout d'abord, parce que le mouvement ascendant ou descendant est lié au contexte de la phrase mélodique et deuxièmement, parce que les différences de hauteurs sont de l'ordre de 0, 1 ou 2 demi-tons, ce qui est plus près des variations de hauteurs contenues dans les tons lexicaux (1 à 8 demi-tons). Ainsi, se basant sur les données de la littérature, cette étude poursuit un double objectif en vérifiant l'effet de l'expertise des hauteurs langagières sur le traitement des hauteurs musicales, celui de départager les hauteurs acoustiques et musicales et celui de départager les hauteurs linguistiques et musicales.

Si les participants du groupe parlant une langue tonale obtiennent des résultats qui démontrent une habileté généralement supérieure à celle des participants contrôles sur les tâches de discrimination de hauteurs acoustiques et musicales, il faudra postuler un système de traitement général des hauteurs linguistiques, musicales et acoustiques puisque l'expertise à traiter les sons du langage se sera généralisée à des sons appartenant à d'autres domaines. Cependant, suivant le modèle d'assimilation perceptive de Best et la théorie de la perception catégorielle, si seulement les différences de hauteurs acoustiques et musicales qui ressemblent le plus aux tons lexicaux (c'est-à-dire les variations acoustiques les plus larges et les tâches de discrimination musicale portant sur les

différences de contour et d'intervalles) semblent nuire au traitement des hauteurs par les participants parlant une langue tonale comparativement aux participants ne parlant pas une langue tonale, il faudra plutôt supposer que les hauteurs sont traitées selon leur fonction. Dans pareil cas, l'assimilation de certaines hauteurs dans les catégories du langage pourrait être la cause d'un ralentissement et d'un plus grand taux d'erreurs de la part des participants parlant une langue tonale. Pour s'assurer que les différences entre les groupes soient attribuables à l'habileté à percevoir des changements de hauteurs, une tâche de détection de changements temporels, en tout point comparable à celle des hauteurs non musicales, sera administrée. Deux tâches reliées au rythme seront aussi utilisées. Aucune différence significative n'est attendue entre les deux groupes sur les tâches temporelles.

Méthode

Participants

Vingt-cinq personnes ayant une langue tonale pour langue maternelle ont participé à cette étude. La langue maternelle des participants était principalement le mandarin (n=18) suivie par le vietnamien (n=5) et par le cantonais (n=2). Leurs résultats furent comparés à ceux de 25 participants témoins dont la langue maternelle était le français (n=23), le bulgare (n=1) ou le roumain (n=1). Les participants asiatiques avaient quitté leur pays d'origine après l'âge de 18 ans (M= 31 ans; ÉT=7.86), avaient relativement tous émigrés depuis peu (M=2,5 années; ÉT=1.94) et ne parlaient une langue non tonale (l'anglais ou le français) que depuis quelques années (M=6 ans; ÉT=5.15); ce qui garantissait un apprentissage suffisant des tons lexicaux. Il y avait 3 immigrants dans le groupe de participants parlant une langue non tonale (moyenne de 7,7 années d'immigration; âge du départ M=39) et 10 étudiants inscrits dans un programme d'échanges interuniversitaire France-Québec. Cette caractéristique du groupe non tonal permet d'équilibrer quelque peu la non équivalence des groupes sur le plan de l'immigration.

Tous les participants avaient un niveau d'éducation universitaire : en moyenne, les participants qui parlaient une langue tonale avaient 16 années de scolarité et les participants qui ne parlaient pas une langue tonale avaient 17 ans de scolarité. Les groupes étaient appariés en terme d'âge (moyennes respectives de 33 ans; ÉT=10.81 et de 31 ans; ÉT=7.03), de sexe (11 H, 14 F dans le groupe langues tonales; 10H, 15 F dans le groupe langues non tonales) et en latéralité (tous droitiers sauf 2 gauchers dans le groupe asiatique et 3 gauchers dans le groupe francophone). En ce qui a trait à l'expérience

l'expérience musicale, aucun des participants n'avait reçu d'éducation musicale formelle, à l'exception de trois participants dans le groupe langues non tonales (qui avaient bénéficié de cours de guitare ou de piano pendant 1 ou 2 ans durant leur enfance) et de deux participants asiatiques (dont un qui avait suivi quelque cours de piano à l'âge de 13 ans et un autre qui avait suivi des cours de synthétiseur entre 12 et 15 ans). Aucun des participants ne s'est avéré avoir présenté des troubles neurologiques ou psychiatriques dans le passé.

Matériel

Tâches de discrimination des hauteurs musicales

Pour évaluer l'habileté à percevoir des changements de hauteurs de sons musicaux, la Batterie d'Évaluation de l'Amusie de Montréal (MBEA), validée par Peretz, Champod et Hyde (2003), a été administrée. La MBEA comprend six tests. Les trois premiers tests mesurent l'habileté à discriminer des changements de hauteurs dans une mélodie (changement de tonalité, de contour et de taille d'intervalle). Le quatrième test est une mesure de discrimination du rythme (changement dans le groupement temporel). Les tests mélodiques et rythmiques utilisent une tâche de discrimination même-différente et la même série de 30 mélodies. Les mélodies sont inconnues des participants, mais gardent le schème conventionnel de la musique occidentale. La cinquième tâche évalue la perception de la métrique. Dans cette tâche, la moitié des mélodies respectent une mesure en trois temps (valse) et l'autre moitié, une mesure en 2 temps (marche). Le

participant doit décider si l'extrait musical représente une marche ou une valse. La dernière tâche est une tâche de mémoire incidente dans laquelle la moitié des mélodies n'apparaît pas lors des 5 tâches antérieures. Le participant doit décider s'il a déjà entendu la mélodie ou non. Pour une description détaillée des tests, voir Peretz, Champod, & Hyde, 2003.

Tâche de détection des hauteurs acoustiques

Pour évaluer l'habileté à percevoir des changements fins de hauteurs de sons non musicaux, 360 séquences, chacune formée de 5 sons successifs, ont été présentées aux participants pour chacune des conditions de hauteur et de temps. La moitié de ces séquences comportait un changement et l'autre moitié ne comportait aucun changement. Dans les 180 essais qui ne comportaient aucun changement, le quatrième son était identique aux autres. Dans les 180 essais qui comportaient un changement en hauteur, le quatrième son était soit plus aigu, soit plus grave que C6 par un intervalle de 15, 7, 4, 2 ou 1 Hz. Ces distances correspondaient à 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 et 1/64 de demi-ton, respectivement. Dans les 180 séquences dans lesquelles le temps était altéré, le quatrième son était décalé de 1 à 5 délais en avant ou après de la position initiale. Les 5 changements temporels s'éloignaient par des périodes s'é espaçant de 6, 8, 10, 12 et 14% de l'intervalle standard (350 ms entre le début des sons), ce qui équivalait à des avances ou des retards de 21, 28, 35, 42 et 49 ms. Tous les sons duraient 100 ms, étaient joués à hauteur constante de C6 (1047 Hz) et étaient synthétisés sur un timbre de piano (à l'aide d'un Roland SC 50; Roland Corporation, Los Angeles, Californie).

Déroulement de la recherche

Les participants ont été recrutés à l'aide d'affiches posées dans différentes universités et dans le quartier chinois de la ville de Montréal. Après avoir répondu à des questions téléphoniques, les personnes qui correspondaient aux critères de sélection (c-à-d. pas de troubles neurologiques ou psychiatriques, pas d'éducation musicale, avoir quitté son pays d'origine après l'âge de 18 ans et avoir, ou non, une langue tonale pour langue maternelle) ont été invitées au laboratoire de recherche. Une première séance de deux heures consistait en un entretien sur la nature des expériences, à veiller au consentement signé de la part des participants (voir appendice C), à la cueillette d'informations concernant leur passé linguistique et musical et, finalement, à la passation de la Batterie de Montréal d'Évaluation de l'Amusie (MBEA).

La MBEA était administrée de manière individuelle. Les participants entendaient deux mélodies à la fois, précédées d'un bip avertisseur, et devaient répondre « même » ou « différent » sous la forme papier-crayon. Avant chacun des six tests, deux essais servaient d'exemples et étaient suivis de la bonne réponse. Aucune rétroaction n'était allouée pour les autres essais que comprenait le test. Une explication supplémentaire précédait la partie métrique de la MBEA, qui contenait 4 exemples et pour laquelle l'expérimentatrice devait taper des mains pour expliquer la tâche. Les résultats furent discutés en détail avec le participant à la fin de la passation de la batterie.

Une deuxième séance de tests se déroula quelques jours plus tard, dans une pièce tranquille du laboratoire de recherche. Les participants étaient évalués individuellement, en deux périodes de 20 minutes sur les tâches de détection de changements acoustiques de hauteurs et de temps. L'ordre de passation était contrebalancé entre les participants et les deux tests étaient séparés par une pause de 15 minutes. Dans les deux tâches, il leur était demandé de presser un bouton « oui » lorsqu'ils percevaient un changement ou un bouton « non » lorsqu'ils n'entendaient aucun changement. Les essais étaient présentés dans un ordre aléatoire et la moitié d'entre eux ne contenaient aucun changement (c à d., la séquence standard). Les participants étaient informés de la position et de la nature des changements possibles. Avant chaque tâche, ils recevaient 20 essais de pratique accompagnés de la bonne réponse après chaque essai. Chaque période (hauteur ou temps) comprenait 360 séquences (180 séquences standard et 18 de chacune des 10 séquences altérées). Les stimuli furent présentés bilatéralement à l'aide d'écouteurs Sennheiser HD450, avec une intensité de 80db SPL (A).

Le plan de recherche était donc composé d'une situation expérimentale factorielle mixte pour la condition des hauteurs : 2 (groupes) X 2 (directions) X 5 (distances) et d'une situation expérimentale mixte pour la condition de temps : 2 (groupes) X (2 (directions) X 5 (distances)), avec des mesures répétées sur les facteurs de directions et de distances pour les deux groupes indépendants (langues tonales versus langues non tonales).

Traitement statistique

Le score moyen aux trois premiers tests de la MBEA (changements de tonalité, de contour et d'intervalle) constitue la mesure de la perception des hauteurs musicales. Les trois derniers tests (rythme, métrique et mémoire) servent de condition contrôle à la comparaison des moyennes des participants parlant une langue tonale ou non tonale. Les moyennes de ces deux groupes ont été comparées à l'aide d'une analyse de variance (ANOVA) mixte pour deux groupes indépendants et à mesures répétées sur les conditions mélodiques et temporelles.

La variable dépendante pour les tâches de détection acoustique dans les conditions de hauteurs et de temps fut calculée selon le nombre de fois où le participants aura détecté un changement alors qu'effectivement la séquence est altérée (Coups) moins le nombre de fois où le participant aura détecté un changement lorsqu'il n'y en a pas (Fausse Alarme). Le pourcentage de bonnes réponses ainsi recalculé (*Coups sans FA %*) est comptabilisé pour chaque participant selon le type, la direction et la taille du changement. Les différences de moyennes du groupe langues tonales et du groupe langues non tonales sur les 5 différentes tailles de changements et dans les deux directions ont été soumises à une analyse de variance (anova) mixte pour la tâche de détection de la hauteur et à une deuxième anova mixte pour la tâche de détection des changements temporels. Les analyses de variance ont dû être séparées pour la condition temps et la condition hauteur parce que l'équivalence des niveaux dans les deux conditions n'a pas été ajustée. Les effets principaux et simples ont été alors analysés selon le cas.

Résultats et commentaires

Les résultats obtenus par les participants dans les tâches de discrimination musicale sont évalués, en premier lieu, selon chacune des tâches de la MBEA. Les tâches portant sur la hauteur (tonalité, contour, intervalle) et le temps (rythme et métrique) sont alors regroupées afin de comparer les groupes. Ensuite, grâce à l'analyse du pourcentage de bonnes réponses et des temps de réactions moyens pour chacun des groupes, la différence de traitement dans la détection des hauteurs non musicales est comparée aux résultats obtenus à la tâche de détection des différences temporelles.

1-Analyses préliminaires

Précédant les analyses, les variables de tonalité, de contour, d'intervalle, de rythme, de métrique et de mémoire musicale, ainsi que les résultats obtenus aux différences de hauteurs et de temps ascendants et descendants furent examinés à l'aide de divers programme SPSS pour connaître la rectitude de l'entrée de données, les données manquantes et la correspondance entre leur distributions respectives et les postulats des analyses multivariées.

Aucune erreur et aucune donnée manquante ne fut décelée dans l'entrée de données. Cependant, comme les résultats furent amassés sur 26 participants parlant une langue tonale et sur 25 participants qui ne parlaient pas une langue tonale, les résultats d'un participant du groupe langues tonales choisi au hasard furent éliminés pour faciliter les analyses statistiques. La vérification des scores z de ces 50 participants sur les différentes

variables à l'étude ne révéla aucun cas extrême univarié et l'évaluation des distances de Mahalanobis démontra l'absence de scores extrêmes multivariés ($p < .001$). Dans l'ensemble, les valeurs de voussure et d'aplatissement des données étaient adéquates, la plupart d'entre elles se situaient entre -1 et 1, et les distributions présentaient des courbes normales. La distribution du pourcentage global de bonnes réponses obtenues à la MBEA est représentée par les figures 1.1 et 1.2.

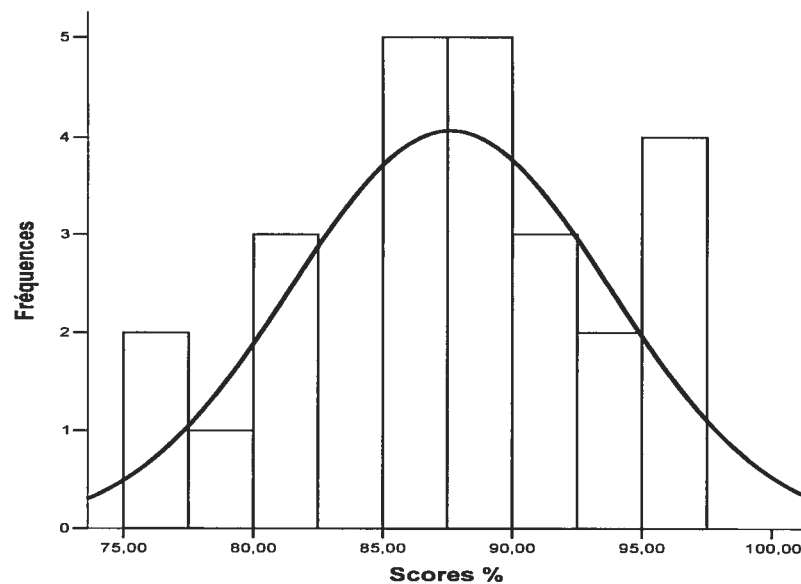


Figure 1.1 Distribution du score global (%) à la MBEA par les participants qui ne parlent pas une langue tonale (n=25).

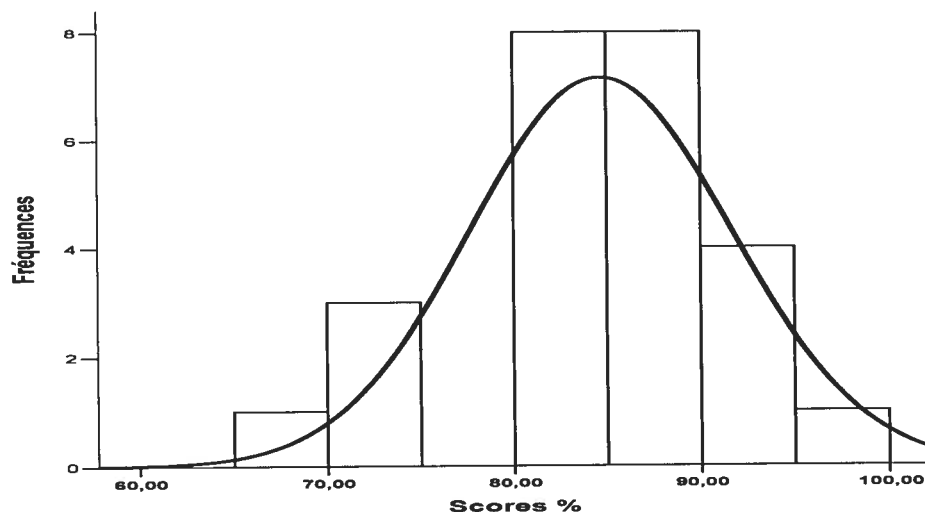


Figure 1.2 Distribution du score global (%) à la MBEA par les participants parlant une langue tonale (n=25).

2- Tâches de discrimination des hauteurs et de temps musicaux

Le premier objectif de recherche était de vérifier si les deux groupes, les locuteurs de langues tonales et les locuteurs de langues non tonales, se distinguaient sur les différentes mesures de discrimination musicale. En moyenne, les participants du groupe langues tonales (n=25) obtinrent un score de 84,7% (ÉT=7) sur la mesure globale de la MBEA, tandis que les participants du groupe langues non tonales (n=25) obtinrent un score de 87,6% (ÉT=6,1). La MBEA étant un outil diagnostique, il est intéressant de constater qu'un participant du groupe langues tonales ainsi qu'un participant du groupe langues non tonales démontrent des résultats inférieurs à 2 écarts-types sur la mesure globale de la MBEA, qui correspondent respectivement à 75,3% et 70,7%, ce qui signifie que

chaque groupe contient un participant qui pourrait être qualifié d'amusique. En ce qui a trait aux 6 différentes tâches de la MBEA, une anova mixte, utilisant l'analyse de Greenhouse-Geisser qui contrôle les effets de sphéricité, ne révèle aucune interaction entre les groupes et les mesures répétées sur les tâches, $F(3.17, 152.40)=1.33, p=0.266$. Cependant, les anovas montrent que les deux groupes se distinguent dans la tâche de la tonalité ($F(1, 48)=5.19, p < 0.05$), avec la plus petite moyenne pour le groupe de participants parlant une langue tonale ($M=81,5\%$, $ÉT=8,4\%$ vs $87,5\%$, $ÉT=10,1\%$). Les moyennes et les écarts-types des deux groupes pour toutes les tâches qui composent la MBEA sont présentés dans le tableau I et représentés par la figure 2.1.

Tableau I

Moyennes et écarts-types pour les groupes langues tonales (n=25) et langues non tonales (n=25) à chacune des tâches de la MBEA

groupes tâches	Langues tonales		Langues non tonales	
	M	ÉT	M	ÉT
Tonalité	81,47	(8,39)	87,47	(10,15)
Contour	82,40	(9,60)	86,67	(8,50)
Intervalle	83,73	(8,35)	86,80	(8,79)
Rythme	89,20	(7,77)	88,00	(8,71)
Métrique	82,80	(17,10)	87,47	(10,11)
Mémoire	88,40	(9,53)	89,20	(9,19)
Total	84,67	(6,98)	87,60	(6,13)

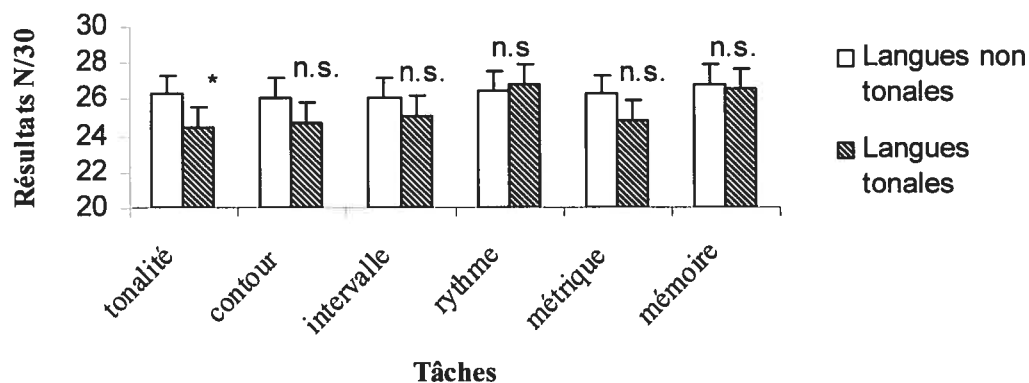


Figure 2.1. Nombre de bonnes réponses obtenues (N/30) sur les 6 tâches de la MBEA par les groupes de participants parlant une langue tonale (n=25) et non tonale (n=25).

Puisque le groupe des participants parlant une langue tonale présente des moyennes inférieures dans les trois tâches mesurant les différences de hauteurs de la MBEA, soit la tonalité, le contour et l'intervalle, et dans une des tâches de la dimension temporelle, le rythme, les moyennes des tâches de hauteurs et de temps ont été regroupées (voir tableau II) et une anova mixte pour groupes indépendants et à mesures répétées sur les dimensions mélodiques et temporelles a été effectuée. Les participants du groupe langues tonales ont obtenu en moyenne 82,5% (ÉT=7,2%) sur les test de hauteurs de la MBEA, tandis que les participants du groupe langues non tonales ont obtenu une moyenne de 87% (ÉT=8,3%). Sur les tâches temporelles (rythme et mesure), la moyenne des participants du groupe langues tonales est de 86 % (ÉT=11,5%) et celle du groupe langues non tonales est de 87,7% (ÉT=7,6%). L'anova ne montre aucune interaction

significative entre les groupes et les tâches regroupées selon les dimensions mélodiques et temporelles de la MBEA, $F(1, 48)=1.06$, $p=0.309$. Les effets principaux de tâche, $F(1, 48)=1.37$, $p=0.248$, et de groupe, $F(1,48)=2.94$, $p=0.93$, ne sont pas non plus statistiquement significatifs.

Tableau II

Moyennes et écarts-types pour les groupes langues tonales (n=25) et non tonales (n=25) sur les dimensions mélodiques et temporelles de la MBEA

Groupes tâches	Langues tonales		Langues non tonales	
	M	ÉT	M	ÉT
mélodie	82,53	(7,22)	86,98	(8,31)
temps	86,00	(11,48)	87,73	(7,64)

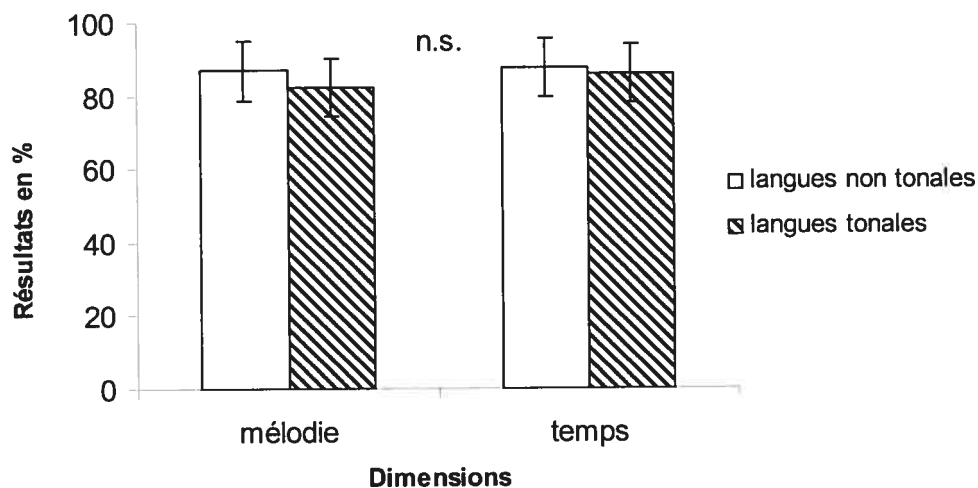


Figure 2.2. Pourcentage de bonnes réponses obtenues par les groupes parlant une langue tonale (n=25) et non tonale (n=25) aux dimensions mélodiques et temporelles de la MBEA.

3-Tâches de détection acoustique

3.1 Tâche de détection de changements temporels

Le tableau III présente les moyennes et les écarts-types des bonnes réponses obtenues (Coups sans FA%) par les deux groupes lorsque la position du 4^e son d'une série de 5 variait de 6, 8, 10, 12 ou de 14% de la distance standard. Les moyennes ont donc été calculées séparément pour des avances et des retards de 21, 28, 35, 42 et 48 millisecondes.

Tableau III

Statistiques descriptives des Coups sans FA% sur les 5 changements temporels plus en avance ou en retard sur la position initiale de la tâche de détection de temps non musicaux pour les groupes parlant une langue tonale (n=25) et non tonale (n=25)

Périodes	Langues tonales				Langues non tonales			
	retards		avances		retards		avances	
	M	ÉT	M	ÉT	M	ÉT	M	ÉT
6 (21 ms)	24,2	(15,5)	39,8	(20,0)	20,5	(12,4)	41,7	(19,7)
8 (28ms)	38,9	(23,8)	58,8	(19,6)	38,9	(20,6)	61,1	(18,4)
10 (35ms)	51,2	(22,4)	69,1	(17,5)	57,1	(25,2)	72,3	(19,6)
12 (42ms)	62,7	(21,3)	71,7	(16,2)	64,5	(22,6)	80,0	(13,9)
14 (49ms)	71,9	(19,3)	76,0	(16,4)	74,3	(18,5)	83,5	(11,9)

Une analyse de variance mixte (2 groupes indépendants X mesures répétées sur la différence de temps (5) X directions (2)) a été effectuée. L'analyse (Greenhouse-Geisser) ne révèle aucune interaction significative entre les trois facteurs, $F(2.13, 102)=0.30$, $p=0.76$. Puisque que l'analyse des effets principaux ne démontre aucune interaction entre le groupe et la direction ($F=0.00$) et aucun autre effet impliquant la direction, les moyennes obtenues pour les changements de temps en avance ou en retard sur la position initiale ont été combinées pour chacun des changements temporels (voir tableau IV)

Tableau IV

Statistiques descriptives des Coups sans FA% combinés sur les 5 changements temporels de la tâche de détection de temps non musicaux pour les groupes parlant une langue tonale (n=25) et non tonale (n=25)

Périodes	Langues tonales		Langues non tonales	
	M	ÉT	M	ÉT
6 (21 ms)	32,0	(12,1)	31,1	(11,8)
8 (28ms)	48,9	(15,6)	50,0	(15,7)
10 (35ms)	60,2	(17,1)	64,7	(16,6)
12 (42ms)	67,2	(15,8)	72,2	(15,0)
14 (49ms)	74,0	(16,7)	78,9	(12,0)

Une anova mixte à deux facteurs (2 groupes X 5 changements temporels) fut menée sur le nouveau pourcentage de Coups sans Fausse Alarme (FA) combinés. Aucune interaction significative ne fut décelée par l'analyse entre les groupes et les résultats aux différents changements, $F(2.51, 120.64) = 0.942$, $p=0.41$ et l'effet principal du groupe ne

s'est pas avéré significatif, $F(1, 48) = 0.764, p=0.39$, (figure 3.1.1.). Tel qu'attendu, seul l'effet principal des différents changements temporels s'est montré statistiquement significatif, $F(2.20, 105.42)=0.908, p < 0.001$.

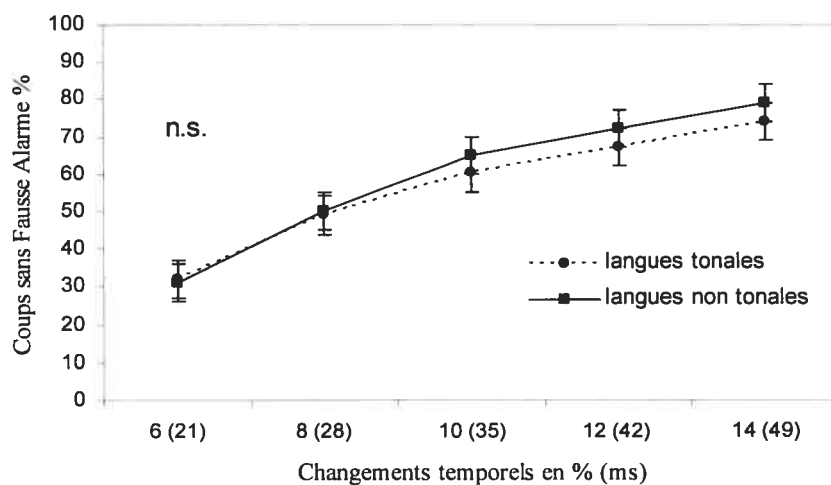


Figure 3.1.1 Moyennes combinées de bonnes réponses obtenues (Coups sans FA%) par le groupe de participants parlant une langue tonale (n=25) et celui ne parlant pas une langue tonale (n=25) aux cinq différents changements de la tâche de détection temporelle.

Analyse de détection du signal

De la même façon, les analyses de variance mixtes de l'index de sensibilité (d') et du biais décisionnel (β) de la théorie de détection du signal n'ont révélé aucune interaction significative entre les groupes, la direction et les changements temporels. L'analyse a fait des effets principaux de la distance ($F(3.18, 152.87)=22,29, p < 0.05$) et de la direction ($F(1,48)=27.59, p < 0.05$) du changement sur la sensibilité au signal (d'), mais puisqu'aucun effet ni aucune interaction n'impliquant le groupe n'était significatif,

aucune analyse subséquente ne fut effectuée. Outre l'effet principal des différences de changements, $F(2.69, 128.93)=13.68$, $p < 0.001$, l'analyse des biais décisionnels (β) n'a montré ni interaction ni effet au-delà du hasard en ce a trait aux différences entre les groupes, $F(1, 48)=0.744$, $p=0.393$, et à la direction des changements temporels, $F(1, 48)=1.48$, $p=0.230$. Le tableau V résume les résultats quant à la sensibilité et aux critères de décision pour les deux groupes de participants.

Tableau V

Valeurs des d' et des β associées aux 5 changements de position plus en avant ou plus après de la position initiale de la tâche de détection du temps non musical pour le groupe langues tonales ($n=25$) et le groupe langues non tonales ($n=25$)

Langues	Tonales		Non tonales		Tonales		Non tonales	
	retards	avances	retards	avances	retards	Avances	retards	avances
Périodes	d'	d'	d'	d'	β	B	β	β
6%	1,24	0,60	1,26	0,45	3,14	2,69	2,90	1,96
8%	2,03	1,14	1,91	1,14	2,86	3,37	2,54	2,71
10%	2,52	1,69	2,48	1,76	2,25	3,00	1,77	2,16
12%	2,61	2,19	2,95	2,11	2,24	2,01	1,04	1,93
14%	2,92	2,56	3,24	2,64	1,48	1,50	0,78	1,59

Temps de réactions

Les temps de réponse moyens ont aussi été analysés pour la détection des 5 changements temporels et cela, dans les deux directions que prenait le changement. Une première analyse de variance pour groupes indépendants et à mesures répétées sur les changements temporels ne décèle aucune interaction significative entre les temps de réaction des deux groupes sur les changements temporels et leur direction ($F(2.50, 112.3)=1.31$, $p=0.276$).

Les analyses ne montrent aucun effet principal de la direction, $F(1,45)=0.68$, $p=0.414$, et aucun effet principal du groupe, $F(1,45)=2.675$, $p=0.109$. Il est toutefois à noter que les participants parlant une langue tonale ont des temps de réaction généralement plus élevés que les participants du groupe parlant une langue non tonale, comme l'indiquent la figure 3.1.2 et le tableau VI.

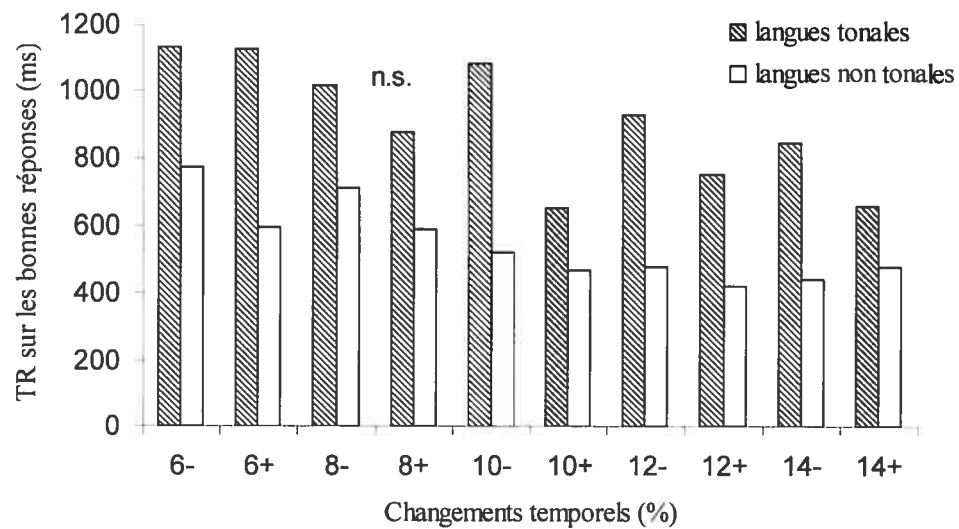


Figure 3.1.2 Temps de réactions moyens pour les 5 différents changements temporels, dans les deux directions, chez les participants parlant une langue tonale ($n=25$) et les participants contrôles ($n=25$).

Tableau VI

Temps de réaction moyen et écarts-types (ms) pour la détection des avances et des retards de la tâche de détection de temps non musicaux par les groupes de participants parlant une langue tonale (n=25) et non tonale (n=25)

Périodes	Langues tonales				Langues non tonales			
	retards		avances		Retards		avances	
	M	ÉT	M	ÉT	M	ÉT	M	ÉT
6%	1132	(740)	1126	(774)	774	(812)	593	(308)
8%	1015	(705)	876	(498)	709	(682)	591	(332)
10%	1085	(645)	653	(361)	524	(268)	469	(218)
12%	931	(633)	749	(474)	479	(291)	425	(184)
14%	847	(675)	655	(448)	443	(257)	478	(308)

3.2 Tâche de détection des hauteurs

Le tableau VII présente les moyennes et les écarts-types des bonnes réponses obtenues (Coups sans FA%) par les deux groupes lorsque les hauteurs variaient de 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 et de 1/64 de demi-ton pour la plus petite différence. Les moyennes ont été calculées séparément pour les hauteurs ascendantes et descendantes pour vérifier l'effet du contour chez les participants des groupes langues tonales et non tonales.

Tableau VII

Statistiques descriptives des Coups sans FA% sur les 5 changements de hauteurs ascendantes et descendantes de la tâche de détection des hauteurs non musicales pour les groupes langues tonales (n=25) et non tonales (n=25)

Hauteurs	Langues tonales				Langues non tonales			
	descendantes		ascendantes		Descendantes		ascendantes	
	M	ÉT	M	ÉT	M	ÉT	M	ÉT
1/64DT	24,2	(8,0)	21,7	(9,0)	19,0	(9,7)	23,8	(8,8)
1/32DT	22,1	(10,3)	28,5	(11,9)	22,8	(8,2)	25,8	(10,9)
1/16DT	30,2	(15,1)	39,6	(15,0)	34,8	(13,4)	43,5	(14,7)
1/8DT	46,8	(20,6)	53,5	(20,6)	59,2	(18,6)	60,0	(19,6)
1/4DT	59,6	(21,5)	63,7	(21,5)	71,8	(14,5)	67,9	(16,5)

Les participants obtiennent en général des moyennes inférieures sur les hauteurs descendantes que sur les hauteurs ascendantes, à l'exception des changements de hauteurs de 1/64 de demi-ton dans le groupe parlant une langue tonale et de 1/4 de demi-ton dans le groupe ne parlant pas une langue tonale. Une anova mixte à trois facteurs (2 groupes indépendants et mesures répétées sur hauteurs (5) X directions (2)), utilisant l'analyse de Greenhouse-Geisser, montre qu'il y a une interaction significative entre les trois facteurs, $F(3, 142) = 4.72, p < 0.01$. Puisque les analyses démontrent une interaction significative entre la direction et la hauteur du changement, $F(2.96, 141.91) = 32.96, p < 0.001$ et un effet de la direction, $F(1, 48) = 14.29, p < 0.001$, une seconde anova mixte (2 groupes indépendants X mesures répétées sur hauteurs (5)) fut donc exécutée pour chacun des deux niveaux de la direction. L'interaction entre le groupe (2) et la hauteur (5) s'est révélée significative pour les hauteurs descendantes, $F(2, 91) = 4.31, p < 0.05$,

mais pas pour les hauteurs ascendantes, où $F(1.87, 89.6)=0.82$, $p=0.44$. Les analyses ne montrent aucun effet principal du groupe sur les hauteurs ascendantes ($F(1,48)= 0.96$, $p=0.33$) (Figure 3.2.1) et aucun effet d'interaction entre les groupes et la direction du changement, $F(1, 48)=1.14$, $p=0.292$. L'effet principal du changement de hauteurs est significatif pour les hauteurs descendantes, $F(1.89, 90.88)=115.2$, $p< 0.001$, et ascendantes, $F(1.87, 90.56)=100.03$, $p< 0.001$. Pour évaluer les effets simples sur les hauteurs descendantes, tout en limitant les biais causés par la non-sphéricité, des test-t furent menés séparément pour chacun des 5 niveaux des hauteurs descendantes (Keppel, 1991; Howell, 2002) (Figure 3.2.2).

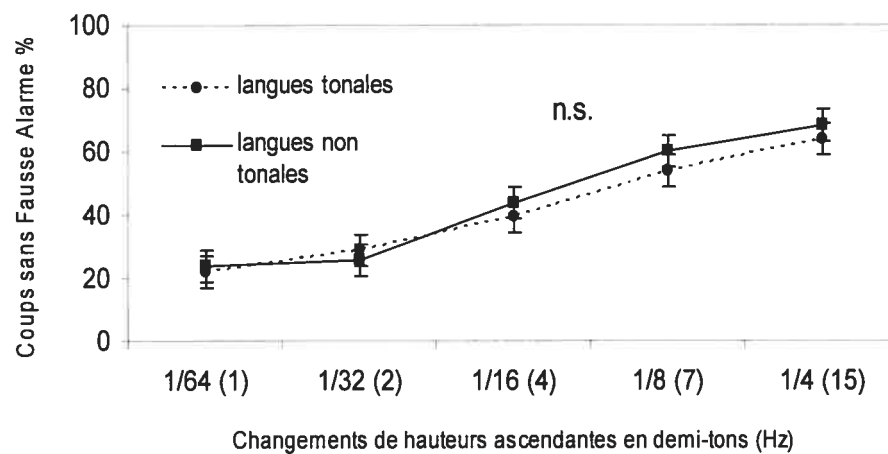


Figure 3.2.1 Moyennes des bonnes réponses obtenues (Coups sans FA%) à la tâche de détection des hauteurs non musicales ascendantes par les participants parlant une langue tonale ($n=25$) et les participants ne parlant pas une langue tonale ($n=25$).

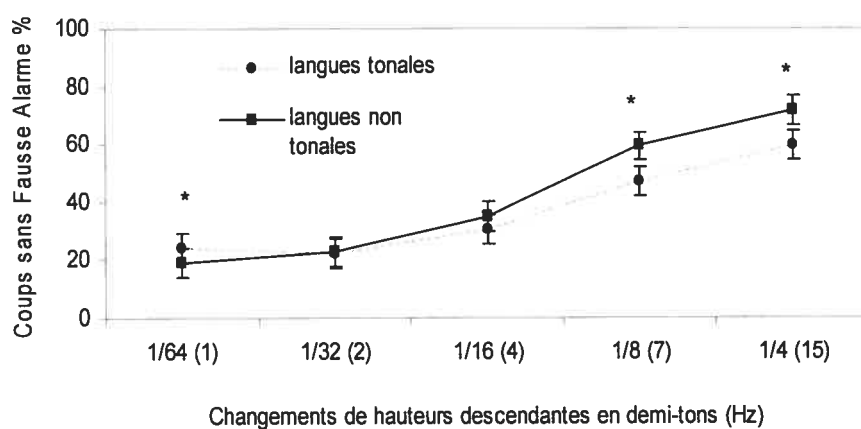


Figure 3.2.2 Moyennes de bonnes réponses obtenues (Coups sans FA%) à la tâche de détection des hauteurs non musicales descendantes par les participants parlant une langue tonale (n=25) et les participants de parlant pas une langue tonale (n=25).

Une différence significative fut décelée entre les moyennes des deux groupes sur les variations de hauteurs de 1/4 ($t_{48} = 2.36, p < 0.05$) et de 1/8 ($t_{48} = 2.23, p < 0.05$) de demi-ton, le groupe langues tonales présentant les moyennes les plus faibles (voir tableau VII). Une autre différence statistiquement significative apparaît entre les groupes sur la plus petite variation de hauteur : le groupe des participants parlant une langue tonale obtient une moyenne légèrement plus élevée (M=24,2%, ÉT=8%) dans la détection des variations de 1/64 de demi-ton que le groupe ne parlant pas une langue tonale (M=19%, ÉT=9,7%).

Analyse de détection du signal

Pour vérifier si la différence entre les deux groupes sur les hauteurs de sons descendants provenait d'une différence au niveau de la sensibilité perceptive (d') ou d'un biais décisionnel (β), une analyse de détection du signal (Macmillan, & Creelman, 1991) a été menée. L'analyse de détection du signal a l'avantage de tenir compte, en plus des réponses positives (Coups sans Fausse Alarme), des réponses négatives lorsqu'il y a ou non un changement. Les valeurs d' et β , inscrites dans le tableau VIII, montrent une tendance générale des participants parlant une langue tonale à faire davantage de biais décisionnel (plus grand β), c'est-à-dire à être plus enclins à choisir un type de réponse plutôt qu'un autre (oui ou non), et à faire preuve d'une sensibilité plus faible que les participants contrôles. Conformément aux analyses antérieures, l'anova mixte à deux groupes indépendants et à mesures répétées sur les variables de direction (2) et de différences d'intervalles (5) montre une interaction significative entre les trois facteurs sur la variance exprimée des d' calculés (sensibilité), $F(3.57, 171.23) = 4.58, p < 0.005$. Le groupe de participants parlant une langue tonale montre une sensibilité plus faible ($d' = 2,04$) que celle du groupe de participants francophones ($d' = 2,76$) sur la différence de hauteur descendante de 1/4 de demi-ton où $F(1,48) = 7.07, p < 0.05$. Aucune autre interaction ou effet incluant le groupe ne s'est avéré statistiquement significatif. Nous nous serions attendus à trouver une différence sur les hauteurs descendantes de 1/8 et 1/64 de demi-ton si les résultats avaient été parfaitement conformes aux Coups sans FA% calculés. De plus, il n'y avait pas de différence significative entre les groupes sur les

biais décisionnels tel que démontré par les analyses de variances mixtes et individuelles portées sur les valeurs béta. Outre l'effet principal de la distance, $F(2.02, 96.78)=23.84$, $p < 0.001$, l'interaction entre le groupe (2), la distance (5) et la direction (2) ne s'est pas avéré significative, $F(1.59, 76.46)=2.14$, $p=0.13$, pas plus que les effets principaux de la direction, $F(1,48)=1.5$, $p=0.23$ et du groupe, $F(1,48)=1.14$, $p=0.29$. En d'autres mots, les résultats de cette analyse indiquent que la différence observée entre les deux groupes de participants sur la différence de hauteurs de 1/4 de demi-ton découle plutôt des processus perceptuels que des critères de décision adoptés par les deux groupes. Les valeurs d' et béta inscrites dans le tableau VIII montrent toutefois une tendance générale des participants parlant une langue tonale à faire davantage de biais décisionnel que les participants contrôle. Les graphiques inclus dans l'annexe 1 illustrent cette tendance.

Tableau VIII

Valeurs des d' et des β associées aux 5 changements de hauteurs descendantes et ascendantes de la tâche de détection des hauteurs non musicales pour les groupes parlant une langue tonale ($n=25$) ou non tonale ($n=25$)

Hauteurs	Langues tonales		Langues non tonales		Langues tonales		Langues non tonales	
	des.	asc.	des.	asc.	des.	asc.	des.	asc.
	d'	d'	d'	d'	β	β	β	β
1/64DT	0,24	0,14	0,03	0,23	1,71	1,49	1,06	1,17
1/32DT	0,15	0,44	0,22	0,33	1,63	1,71	1,17	1,19
1/16DT	0,45	0,93	0,64	1,05	1,78	1,79	1,33	1,29
1/8DT	1,23	1,56	1,75	1,83	1,60	1,42	0,81	0,72
1/4DT	2,04	2,36	2,76	2,44	1,01	0,41	0,21	0,42

Temps de réaction

Dans le but de vérifier si les temps de réponse différaient entre les groupes, une troisième anova mixte fut effectuée sur les temps moyens de bonnes réponses pour chacun des niveaux de différences (1/64, 1/32, 1/16, 1/8, 1/4 de demi-ton ascendant ou descendant). L'analyse, avec la correction de Greenhouse-Geisser, ne montre aucune interaction entre les groupes et les mesures répétées sur les différences de hauteur et la direction du changement, $F(2.86, 131.69)=1.28, p=0.284$, et aucun effet principal de la direction, $F(1,46)=0.33, p=0.568$. Cependant, l'analyse révèle un effet principal du groupe, $F(1, 46)=5.13, p < 0.05$, ce qui signifie que les groupes diffèrent sur le cumul des temps de réponses obtenus aux 5 différences de la tâche de détection des hauteurs. La figure 3.2.3. illustre les résultats obtenus.

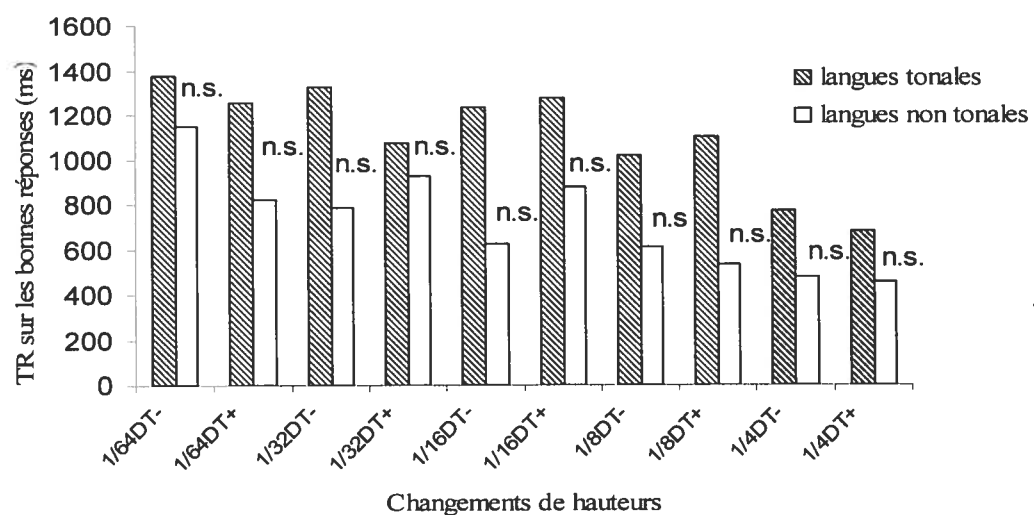


Figure 3.2.3 Temps de réaction moyens à la tâche de détection de hauteurs pour les 5 changements, dans les 2 directions, chez les participants parlant une langue tonale (n=25) et les participants ne parlant pas une langue tonale (n=25).

En lien avec la performance sur le nombre de bonnes réponses obtenues, le groupe des participants qui parlent une langue tonale est celui dont les temps de réactions sont les plus élevés, allant parfois jusqu'à une réaction deux fois plus lente que celle du groupe qui ne parle pas une langue tonale. Pour une description détaillée des moyennes et des écarts-types des temps de réponse de chacun des groupes sur les 5 dimensions de la hauteur, voir le tableau IX.

Tableau IX

Temps de réaction moyens et écarts-types (ms) pour les groupes de participants parlant une langue tonale (n=25) et non tonale (n=25) sur les 5 changements de hauteurs descendantes et ascendantes de la tâche de détection des hauteurs non musicales

Hauteurs	Langues tonales				Langues non tonales			
	descendantes		ascendantes		descendantes		ascendantes	
	M	ÉT	M	ÉT	M	ÉT	M	ÉT
1/64DT	1377	(965)	1255	(980)	1154	(1511)	819	(514)
1/32DT	1327	(1257)	1074	(591)	789	(550)	930	(878)
1/16DT	1238	(830)	1276	(825)	622	(479)	875	(1190)
1/8DT	1016	(775)	1099	(1062)	614	(497)	536	(381)
1/4DT	771	(570)	680	(590)	478	(332)	453	(379)

Discussion

Notre premier objectif de recherche était de vérifier si l'expertise des tons lexicaux avait une influence sur la perception des changements fins de hauteurs non langagières. Dans notre étude, les locuteurs de langues tonales ont démontré une sensibilité inférieure à celle des participants ne parlant pas une langue tonale seulement sur les changements de hauteurs acoustiques descendantes de $\frac{1}{4}$ de demi-ton. Aucune différence significative n'est apparue entre les deux groupes sur les hauteurs acoustiques ascendantes. Ces résultats répondent à notre deuxième objectif, qui consistait à vérifier l'effet de contour dans la détection des hauteurs ascendantes et descendantes. La différence entre les groupes sur les hauteurs descendantes de $\frac{1}{4}$ de demi-ton peut être expliquée par une influence du traitement langagier sur la perception des hauteurs acoustiques qui partageraient des caractéristiques avec les sons du langage. Cette idée sera appuyée dans les paragraphes qui suivent par des théories provenant de la littérature psycholinguistique.

Notre troisième objectif, et celui qui fait l'originalité de cette étude, était de vérifier si les experts en tons lexicaux obtenaient de meilleurs résultats que les participants contrôles sur les tâches de discrimination de hauteurs musicales. Puisque le groupe de participants parlant une langue tonale n'ont pas obtenu de meilleurs résultats, mais qu'au contraire ils ont démontré une performance inférieure sur la tonalité, une des tâches mélodiques de la MBEA, les résultats sont interprétés en termes de différences culturelles et viennent appuyer la thèse fonctionnelle des hauteurs musicales. Nos résultats vont à l'encontre d'un modèle de traitement général des hauteurs, car les participants parlant une langue

tonale n'ont démontré des performances *supérieures* sur aucune des tâches musicales, ni sur la détection de hauteurs acoustiques. Ils ne peuvent pas non plus être expliqués par une différence entre les groupes autre que le langage parce que les performances étaient similaires sur toutes les tâches temporelles qu'utilisait notre étude.

Il semble raisonnable de penser que la différence retrouvée entre les locuteurs d'une langue tonale et non tonale sur la perception des changements de hauteurs de $\frac{1}{4}$ de demi-ton puisse s'expliquer par la similarité de ces stimuli avec les changements fins de hauteurs utilisées dans les langues tonales. Nos résultats vont dans le sens d'un modèle de traitement des tons lexicaux qui serait spécifique au langage. Si les hauteurs perçues dans les tons lexicaux étaient traitées sur bases de leurs propriétés acoustiques, les experts en tons lexicaux auraient démontré une plus grande sensibilité que les locuteurs de langues non tonales sur les hauteurs non langagières. Comme c'est plutôt l'inverse qui s'est produit, c'est-à-dire que les experts en tons lexicaux ont démontré des résultats statistiquement *inférieurs* dans une des conditions de la tâche de détection des hauteurs, il faut supposer que l'apprentissage d'une langue tonale influence le traitement des hauteurs acoustiques, mais que cette influence provient de la spécificité du traitement des hauteurs langagières. Le modèle d'assimilation perceptive proposé par Best (1994) offre une explication adéquate aux résultats obtenus par nos participants. Ce modèle prédit que les sons d'une langue étrangère peuvent être assimilés dans les catégories préétablies de la langue maternelle lorsqu'il est possible de le faire et que s'ils diffèrent trop des sons linguistiques connus, ils sont inassimilables et donc uniquement traités sur base de leurs

propriétés acoustiques. Les hauteurs de $\frac{1}{4}$ de demi-ton utilisées dans notre expérience sont celles qui ressemblent le plus aux variations de hauteurs retrouvées dans les langues tonales. Il est possible que les participants pour qui la langue maternelle était une langue tonale aient assimilé ces hauteurs comme si elles étaient des hauteurs linguistiques. Ils auraient traités différemment les autres hauteurs, qui étaient trop petites pour que le système de traitement du langage les considèrent comme appartenant à des catégories linguistiques. Ce modèle n'explique toutefois pas pourquoi les locuteurs de langues tonales sont moins sensibles que les participants contrôles sur cette condition de la tâche de détection des hauteurs descendantes.

Se basant sur les prémisses de la perception catégorielle, Stager et Downs (1993) argumentèrent que les stimuli qu'ils avaient utilisés ne dépassaient pas les limites d'une catégorie de ton lexical pour expliquer la plus faible sensibilité des locuteurs du mandarin sur les petites variations de hauteurs dans les fréquences d'environ 1000 Hz. Dans notre tâche de détection, les changements fins de hauteurs variaient autour de 1047 Hz (C6). Il est probable que si ces variations de hauteurs ont été assimilées comme des entrées lexicales, elles n'aient pas dépassé les frontières d'une catégorie. Les francophones, ne traitant pas ces hauteurs comme des catégories lexicales, n'auraient pas eu à souffrir de la diminution de la sensibilité à l'intérieur des frontières de la catégorie. Cette explication est cohérente avec les données neuropsychologiques qui suggèrent que les tons lexicaux sont traités comme des entrées lexicales, mais le modèle d'assimilation perceptive de Best et les principes psycholinguistiques viennent enrichir la

compréhension du fonctionnement du système de traitement des contrastes langagiers. Les propriétés acoustiques des sons qui s'apparentent aux sons du langage peuvent aussi être assimilées et traitées comme des entrées lexicales, ce qui expliquerait non seulement la performance inférieure des personnes parlant une langue tonale sur les variations de hauteurs de sons qui se rapprochent le plus des variations de hauteurs dans les tons lexicaux, mais aussi leur temps de réaction plus élevé dans la détection des hauteurs acoustiques.

Par ailleurs, l'effet de la direction sur la différence entre les participants parlant une langue tonale ou non tonale pourrait s'expliquer par l'influence de l'apprentissage des tons lexicaux. Bent, Bradlow et Wright (2006) associent la différence de perception des locuteurs du mandarin pour les variations de hauteurs ascendantes et descendantes au fait que les différences de fréquences sont plus petites pour les hauteurs ascendantes du mandarin que pour les hauteurs descendantes (Xu, 1994). Selon ces auteurs, les locuteurs du mandarin pourraient établir différents critères pour déterminer des hauteurs ascendantes et descendantes. Cependant, il a été établi que les tons lexicaux réagissent plutôt comme des segments (comme des consonnes ou des voyelles) et qu'ils sont, par conséquent, indivisibles (Chen, 1999); il semble peu probable que différents critères soient utilisés pour traiter les deux types de mouvements. De plus, les résultats de notre expérience ne montrent pas de différence significative entre les résultats obtenus sur les hauteurs ascendantes et descendantes ni pour les participants contrôles ni pour les participants parlant une langue tonale. Dans notre étude, il s'agit simplement d'une

différence marquée entre les participants parlant une langue tonale ou non tonale sur les différences de hauteurs descendantes.

La différence entre les groupes sur les hauteurs descendantes, et non pas sur les hauteurs ascendantes, dénote une autre incompatibilité avec la théorie du système général de traitement de hauteurs. Étant donné que les différences de hauteurs sont plus faibles sur les tons ascendants que sur les tons descendants du mandarin, une sensibilité accrue aux hauteurs non langagières, provenant de l'écoute des tons lexicaux, aurait dû apparaître dans les hauteurs ascendantes avant de se manifester dans les hauteurs descendantes si un seul et même système était responsable du traitement des hauteurs langagières et non langagières. Les résultats de notre étude montrent plutôt que les locuteurs de langues tonales ont des résultats inférieurs au groupe de participants qui ne parlent pas une langue tonale et cette différence se retrouve seulement sur les hauteurs descendantes. Il est possible que l'expérience d'une langue ait une influence mesurable sur la perception des hauteurs qui ne sont pas linguistiques tout simplement parce que deux traitements distincts et différents pourraient entrer en jeu dans la perception des sons linguistiques et acoustiques, sauf lorsque ces derniers sont traités comme des entrées lexicales. Quelques études ont en effet démontré une différence dans la perception du contour des tons lexicaux entre les locuteurs de langues tonales et non tonales.

Par exemple, Gandour (1983), a découvert que les locuteurs de langues tonales portaient davantage d'importance au contour, lorsqu'il leur était demandé de rapporter leur

impression sur des différences perçues entre deux différents tons, que les anglophones, qui eux, apportaient davantage de spécifications relatives à la hauteur pour définir leur impression. Le traitement du contour chez les locuteurs de langues tonales s'effectuerait de façon binaire (montant vs descendant) et ce serait donc la fréquence relative entre les hauteurs initiales et finales du ton, plutôt que la hauteur absolue, qui serait pertinente à la compréhension du mouvement. Chez les locuteurs de langues non tonales, le traitement du contour découlerait essentiellement de la perception des hauteurs absolues. D'autres études menées par Huang (2004) montrent que les anglophones s'appuient généralement sur le début et la fin des tons lexicaux et des variations de hauteurs non langagières pour effectuer des tâches de discrimination, tandis que les participants chinois portent davantage attention au contour. L'effet de l'ordre de présentation du stimulus décrit par Francis et Ciocca (2003) serait possiblement en mesure d'expliquer l'effet retrouvé dans notre étude sur les hauteurs descendantes. Ces auteurs ont rapporté que les personnes parlant le cantonais qui participaient à leur étude montraient un effet de l'ordre de présentation des fréquences le long de continuums fabriqués sur le contour des tons cantonais. Les participants cantonais montraient une plus grande sensibilité sur les tons dont la fréquence allait de bas à haut et une sensibilité plus faible lorsque les tons présentaient l'ordre inverse de fréquences, de haut à bas. Cet effet disparaissait dans une tâche subséquente qui utilisait des non-mots et n'était pas répertorié chez les participants anglophones. Ces résultats furent interprétés comme un support supplémentaire à la spécificité du traitement des sons langagiers. L'hypothèse retenue par ces auteurs est basée sur le phénomène de déclinaison de la *fo*, le déclin graduel de la fréquence

fondamentale au cours d'une phrase ou d'une expression (Ohala, 1978; Pierrehumbert, 1979; Umeda, 1982; Vaissière, 1995; Vance, 1976; Wong, 1999). Ce phénomène serait universel et dépendant de la production du langage. Par exemple, Pierrehumbert (1979) a démontré que des participants anglophones perçoivent des syllabes provenant en début de phrase comme ayant la même hauteur que celles placées à la fin de la phrase même si ces dernières étaient prononcées sur une hauteur plus basse. Ce résultat fut interprété comme une évidence que les auditeurs étaient capables de compenser pour un déclin attendu de la hauteur au cours d'une phrase. Les locuteurs du mandarin montrent également l'effet de la diminution de la *fo* au cours d'une phrase (Vance, 1976) et ils compensent au niveau perceptif pour ce déclin attendu (Wong, 1999). Ainsi, pour identifier correctement un ton lexical, les locuteurs d'une langue tonale doivent tenir compte de la position de ce ton dans la phrase. Les syllabes prononcées à la fin de la phrase doivent être « augmentées » en hauteur, sinon elles risquent d'être perçues avec un ton plus bas que le ton réellement associé à leur signification. De cette façon, il se peut que les participants parlant une langue tonale aient « augmenté », au niveau de la perception, la hauteur sur les sons descendants, exposant un biais perceptif naturel qui a pour but de compenser pour la diminution de la *fo*, limitant ainsi la détection des changements fins de hauteurs sur les variations qui s'apparentaient aux tons lexicaux. Cette hypothèse est d'autant plus plausible que le changement dans la tâche de détection des hauteurs advenait sur le 4^e des 5 sons entendus.

Un problème toutefois demeure avec cette explication : les participants francophones auraient pu présenter un effet de la diminution de la *fo* aussi bien que les participants du groupe parlant une langue tonale, ce qui aurait pour conséquence d'invalider cette hypothèse. Cependant, si, contrairement aux participants qui parlent une langue tonale, les variations de hauteurs de $\frac{1}{4}$ de demi-ton sont uniquement traitées sur bases de leurs propriétés acoustiques chez les participants qui ne parlent pas une langue tonale et si le traitement des hauteurs langagières s'effectue dans un système de traitement spécifique au langage, les participants du groupe francophone n'auraient pas eu à compenser pour le déclin des hauteurs puisque ces dernières ne sont pas traitées comme des hauteurs associées au langage. En outre, l'importance accordée au contour par les locuteurs de langues tonales et l'absence de cette importance pour la compréhension du langage dans les langues non tonales (Shannon, 1995) pourraient présupposer une augmentation de l'effet de la diminution de la *fo* chez les personnes parlant une langue tonale. Des études supplémentaires sont toutefois nécessaires pour évaluer cette hypothèse. Il faudrait comparer la teneur de l'effet de diminution entre des experts en tons lexicaux et des participants ne parlant pas une langue tonale. Il faudrait aussi s'assurer qu'il n'y a pas d'effet de diminution dans la perception des hauteurs acoustiques qui ne présentent pas de similarité avec les tons lexicaux, de manière à s'assurer que l'effet de diminution de la hauteur est réellement spécifique au traitement du langage.

En ce qui a trait aux tâches musicales, nos résultats vont clairement dans le sens de la spécificité du traitement des hauteurs musicales. Reprenant nos hypothèses, si les

hauteurs musicales étaient traitées dans un mécanisme de traitement général de la hauteur, les experts en variations fines de hauteurs linguistiques auraient dû présenter une performance supérieure à celle des participants francophones sur la discrimination des hauteurs musicales. Aucune interaction significative n'est apparue entre nos groupes et les six tâches de la MBEA et, lorsque les tâches mesurant la discrimination mélodique ou temporelle ont été regroupées, aucune différence n'est apparue entre les participants parlant une langue tonale ou non tonale sur les dimensions mélodiques et temporelles. Les analyses de variance effectuées sur chacune des six tâches ont démontré que les participants parlant une langue tonale obtenaient des résultats plus faibles que les participants contrôles sur la tâche de la tonalité, mais pas sur les tâches consistant à mesurer la discrimination de l'intervalle et du contour mélodique.

Les variations de hauteurs dans la musique se rapprochent davantage des variations retrouvées dans les tons lexicaux que celles de la tâche de détection des hauteurs acoustiques, et ce, pour deux raisons. La première est que la taille des intervalles (0, 1 ou 2 demi-tons) est similaire aux variations de hauteurs utilisées dans les tons lexicaux (1 à 8 demi-tons). Deuxièmement, le contour musical est formé de mouvements ascendants et descendants successifs, et non pas de mouvements ascendants ou descendants isolés, comme c'était le cas dans la tâche de détection des hauteurs. Les deux groupes de participants ont agi de façon similaire sur les tâches mesurant le contour (tâche 2) et l'intervalle (tâche 3). Nous pouvons donc affirmer que les hauteurs musicales ne sont pas traitées comme les autres sons, c'est-à-dire que malgré une plus grande similarité avec

les tons lexicaux que les hauteurs de sons généraux utilisées dans notre étude, les variations de contour et d'intervalle ne semblent pas être assimilées dans un système perceptif de traitement des hauteurs langagières.

La performance plus faible des locuteurs de langues tonales sur la tâche de la tonalité pourrait s'expliquer par une différence au niveau de l'apprentissage musical. La perception de la tonalité est relative au schème musical acquis durant l'enfance et provient de la culture musicale environnante. La plupart des systèmes musicaux considèrent que les notes séparées par une octave sont équivalentes, mais des systèmes musicaux différents divisent l'octave par des ensembles de tons différents, séparés par des distances de hauteurs différentes. Le système musical chinois est par exemple caractérisé par l'utilisation de cinq hauteurs de sons, il est connu sous le nom de tonalité pentatonique ou de « tonalité chinoise » (Sadie, 2001). Le système tonal occidental est divisé en douze hauteurs différentes. Cet aspect de la structure des hauteurs musicales doit être appris. Les recherches montrent que les bébés occidentaux n'ont pas encore appris la structure musicale du système tonal alors que les adultes, même non musiciens, montrent une certaine connaissance de la tonalité particulière à leur culture. Par exemple, Trainor et Trehub (1992) ont fait entendre des mélodies non familières, qui débutaient à différentes hauteurs, à des bébés et à des adultes. Les adultes non musiciens repèrent plus facilement un changement de note qui dérogeait de la tonalité (occidentale) qu'un changement de note qui demeurait à l'intérieur de la tonalité de la mélodie. D'autre part, les bébés démontrèrent une performance équivalente sur les deux types de changements.

Les bébés semblent être ouverts à apprendre n'importe lequel des systèmes musicaux. Ils montrent des résultats équivalents dans la discrimination de fausses notes dans les tonalités occidentale et indonésienne, qui est caractérisée par des intervalles musicaux plus larges ou plus petits que ceux du système tonal occidental. Les adultes occidentaux montrent une performance nettement supérieure pour la discrimination de fausses notes dans le système tonal occidental que dans le système tonal indonésien (Lynch, Eilers, Oller, & Urbano, 1990). Les personnes parlant une langue tonale ayant participé à notre étude provenaient majoritairement de la Chine et avaient émigré depuis peu. Il semble raisonnable de supposer que leur schème tonal différait de celui des participants occidentaux et, de fait, ils pouvaient trouver plus difficile de discriminer des changements de notes sur notre tâche de tonalité puisqu'elle était composée des notes du système tonal occidental.

Un second argument en faveur de la spécificité du traitement des hauteurs musicales est qu'un participant du groupe parlant une langue tonale a obtenu un résultat inférieur à deux écarts-types de son propre groupe sur la mesure globale de la MBEA. Ce participant pourrait donc être considéré amusique. Si un même système traitait les hauteurs retrouvées dans les langues à tons et les hauteurs musicales, ce participant devrait présenter des troubles de perception du langage, ce qui n'est pas le cas d'après les réponses qu'il a données verbalement à la fin de l'expérience. Il semble de plus totalement inconscient de ses difficultés musicales : il ne rapporte aucun problème associé à la danse et au chant, bien qu'il ait répondu qu'il dansait et chantait « rarement »

dans un questionnaire évaluant les habiletés et l'expérience musicale. Il a aussi répondu par la négative à la question « Pensez-vous manquer de sens musical? ». Il serait toutefois préférable d'évaluer la performance de ce participant sur des mesures de perception de tons lexicaux et de la comparer à celle de participants parlant une langue tonale ayant obtenu des résultats élevés à la MBEA. Quoi qu'il en soit, il est intéressant de constater que le ratio d'amusiques retrouvés dans notre échantillon de personnes parlant une langue tonale (4%) correspond à la prévalence de l'amusie dans la population occidentale (4,2%, estimé par Kalmus, & Fry, 1980).

De plus, pour être vraiment en mesure de vérifier si les locuteurs de langues tonales réagissent de la même façon aux hauteurs musicales que les participants ne parlant pas une langue tonale, il serait utile de comparer leur performance sur des tâches musicales qui n'utiliseraient pas le système tonal occidental ou chinois comme point d'assise. Si alors les participants parlant une langue tonale obtenaient des résultats inférieurs sur les tâches mesurant la perception de la hauteur, il faudrait supposer que l'apprentissage d'une langue peut influencer le traitement des hauteurs musicales. Cependant, puisque les deux groupes de participants obtiennent des résultats similaires sur les tâches de discrimination d'intervalles et de contours de la MBEA, il semble peu probable que d'autres tâches mélodiques utilisant d'autres tonalité engendreraient des différences entre les groupes. Il vaudrait toutefois mieux tenter l'expérience puisqu'il faut considérer que les participants occidentaux avaient une longueur d'avance dans les tâches musicales utilisées.

Cette étude est donc un appui pour la spécificité de traitement des hauteurs langagières en ce sens que les locuteurs de langues tonales ont démontré un effet de l'apprentissage des tons lexicaux seulement sur les hauteurs non langagières qui partageaient des similarités avec les hauteurs linguistiques. De plus, le traitement des hauteurs musicales semble aussi être spécifique à la musique, car même si les changements de hauteurs musicales sont davantage similaires aux variations de hauteurs retrouvées dans les tons lexicaux que celles de la tâche de détection acoustique, l'effet de l'apprentissage du langage n'est pas retrouvé dans les résultats obtenus aux tâches mélodiques de la MBEA. Cette étude est la première étude comportementale à vérifier l'effet de l'expertise des tons lexicaux sur la perception des hauteurs musicales. Des études subséquentes pourraient examiner plus en profondeur le traitement des hauteurs musicales par les experts en tons lexicaux grâce à l'utilisation de tâches musicales atonales et inconnues de tous les participants. D'autre part, pour s'assurer que la différence retrouvée entre les participants parlant une langue tonale et non tonale sur les hauteurs descendantes de $\frac{1}{4}$ de demi-ton soit réellement due à la similarité de ces sons avec les hauteurs retrouvées dans les langues à tons, il faudrait reprendre l'exercice avec des hauteurs acoustiques de $\frac{1}{2}$, 1 et 2 demi-tons. Nous n'avons pas utilisé ces hauteurs dans notre étude parce que nous aurions obtenu un plafonnement de la part des participants francophones (Hyde, & Peretz, 2004), mais il se pourrait que les participants chinois démontrent des résultats plus faibles que ceux de participants ne parlant pas une langue tonale sur des hauteurs ressemblant davantage à celles des tons lexicaux. En résumé, notre étude suppose que

l'expertise des tons lexicaux exerce une influence sur la perception des hauteurs acoustiques, mais que cet effet est dépendant du langage et de la spécificité de son système de traitement. Par ailleurs, cet effet ne se retrouve pas lorsqu'il est question de percevoir des hauteurs musicales, ce qui est un argument convaincant de la spécificité de traitement des hauteurs musicales.

Références

- Alexander, J. A., Wong, P. C., & Bradlow, A. R. (2005). Lexical Tone Perception in Musicians and Non-musicians. *Traité Interspeech*, Portugal, 1-4.
- Bent, T., Bradlow, A.R.; Wright, B.A. (2006). The Influence of Linguistic Experience on the Cognitive Processing of Pitch in Speech and Nonspeech Sounds. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(1), 97-103.
- Best, C. T. (1994). The emergence of Native-Language Phonological Influences in Infants: A Perceptual Assimilation Model. Dans J. C. Goodman & H. C. Nusbaum (Eds.), *The Development of Speech Perception: The transition from Speech Sounds to spoken Words* (pp.167-225). MIT Press, Cambridge, MA.
- Best, C.T., McRoberts, G.W., Goodell, E. (2001). Discrimination of non-native consonants contrasts varying in perceptual assimilation to the listener's native phonological system. *Journal of the Acoustical Society of America*, 109 (2), 775-794.
- Burns, E., & Sampat, K. (1980). A note on possible culture-bound effects in frequency discrimination. *Journal of the Acoustical Society of America*, 68 (6), 1886-1888.
- Chen, J-Y. (1999). The representation and processing of tone in Mandarin Chinese: Evidence from slips of the tongue. *Applied Psycholinguistics*, 20, 289-301.
- Fitzsimons, M., Sheahan, N., & Staunton, H. (2001). Gender and the integration of acoustic dimensions of prosody: Implications for clinical studie. *Brain and Language*, 78(1), 94-108.
- Francis, A.L., & Ciocca, V. (2003). Stimulus presentation order and the perception of lexical tones in Cantonese. *Journal of the Acoustical Society of America*, 114 (3), 1611-1621.
- Francis, A.L., Ciocca, V., & Chit NG, B.K. (2003). On the (non) categorical perception of lexical tones. *Perception & Psychophysics*, 65(7), 1029-1044.
- Gandour, J. (1983). Tone perception in Far Eastern languages. *Journal of Phonetics*, 11, 149-175.
- Gandour, J., Wong, D., & Hutchins, G. (1998). Pitch processing in the human brain is influenced by language experience. *NeuroReport*, 9, 2115-2119.
- Gandour, J., Wong, D., Weinzapfel, B., Van Lancker, D., & Hutchins, G. D. (2000). A Crosslinguistic PET Study of Tone Perception. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12 (1), 207-222.

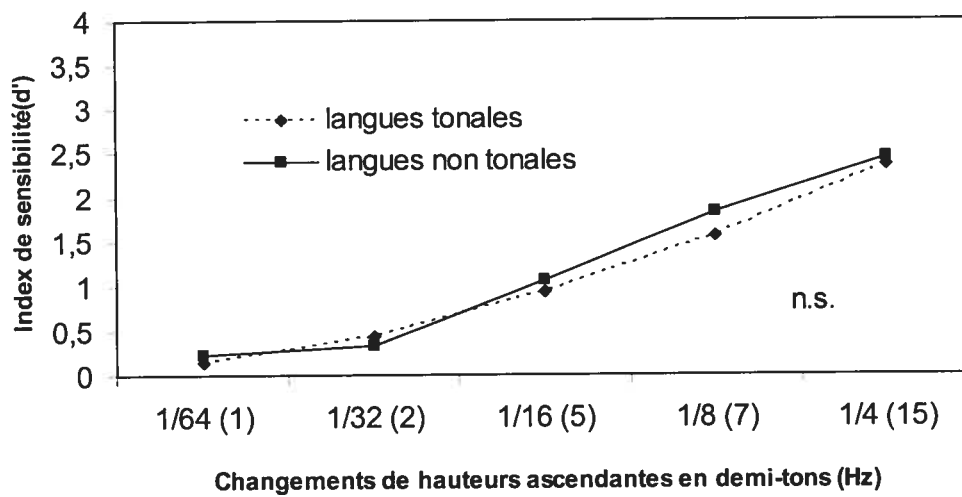
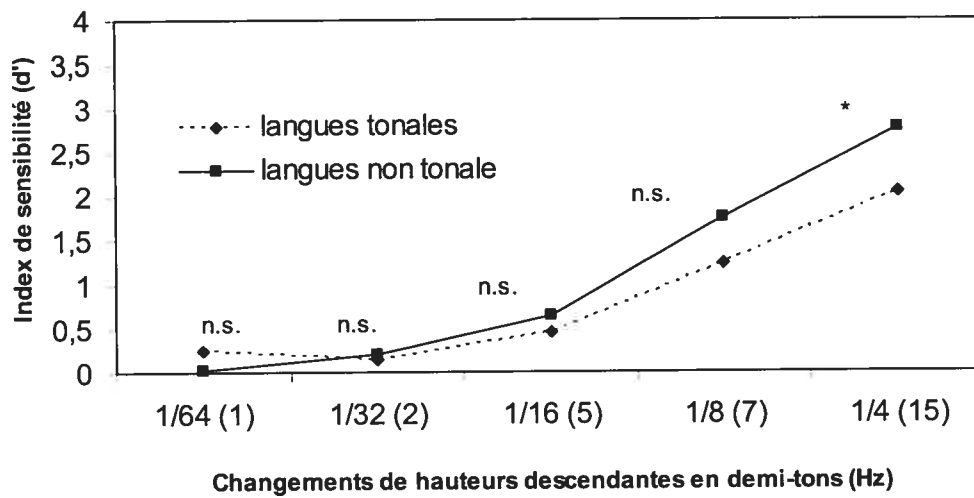
- Hallé, P.A., Chang, Y-C., & Best, C.T. (2004). Identification and discrimination of Mandarin Chinese tones by Mandarin Chinese vs. French listeners. *Journal of Phonetics*, 32, 395-421.
- Howell, D.C. (2002). *Méthodes statistiques en sciences humaines*. De Boeck Université : Paris.
- Hsieh, L., Gandour, D., Wong, D., & Hutchins, G. D. (2001). Functional heterogeneity of inferior frontal gyrus is shaped by linguistic experience. *Brain and Language*, 76, 227-252.
- Huang, T. (2004). Language-specificity in auditory perception of chinese tones. Thèse de doctorat inédite, The Ohio State University.
- Hyde, K.L., & Peretz, I. (2004). Brains that are out of tune but in time. *Psychological Science*, 15(5), 356-360.
- Kalmus, H., & Fry, D.B. (1980). On tune deafness (dysmelodia): frequency, development, genetics and musical background. *Annals of Human Genetics*, 43, 369-382.
- Keppel, G. (1991). *Design and analysis: a researcher's handbook*. E. Cliffs (Ed.). Prentice-Hall: N.J.
- Kivy, P. (1990). *Music alone. Philosophical Reflections on the Purely Musical Experience*. Cornell University Press. Ithaca, NY.
- Klein, D., Zatorre, R. J., Milner, B., & Zhao, V. (2001). A cross-linguistic PET study of tone perception in Mandarin Chinese and English speakers. *Neuroimage*, 13, 646-653.
- Lee, Y., Vakoch, D.A., & Wurm, L.H. (1996). Tone Perception in Cantonese and Mandarin: A Cross-Linguistic Comparison. *Journal of Psycholinguistic Research*, 25 (5), 527-542.
- Liberman, A.M., Harris, K.S., Hoffman, H.S., & Griffith, B.C. (1957). The discrimination of speech sounds within and across phoneme boundaries. *Journal of Experimental Psychology*, 54, 358-368.
- Liberman, A.M., & Matingly, I.G. (1989). A specialization for speech perception. *Science*, 243, 489-494.
- Lynch, M.P., Eilers, R.E., Oller, D.K., & Urbano, R.C. (1990). Innateness, experience, and music perception. *Psychological Science*, 1, 272-276.

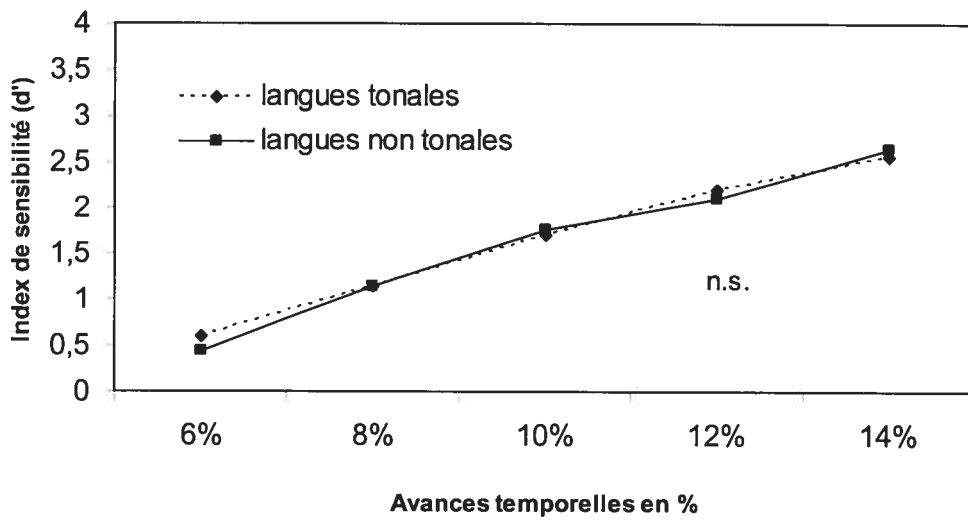
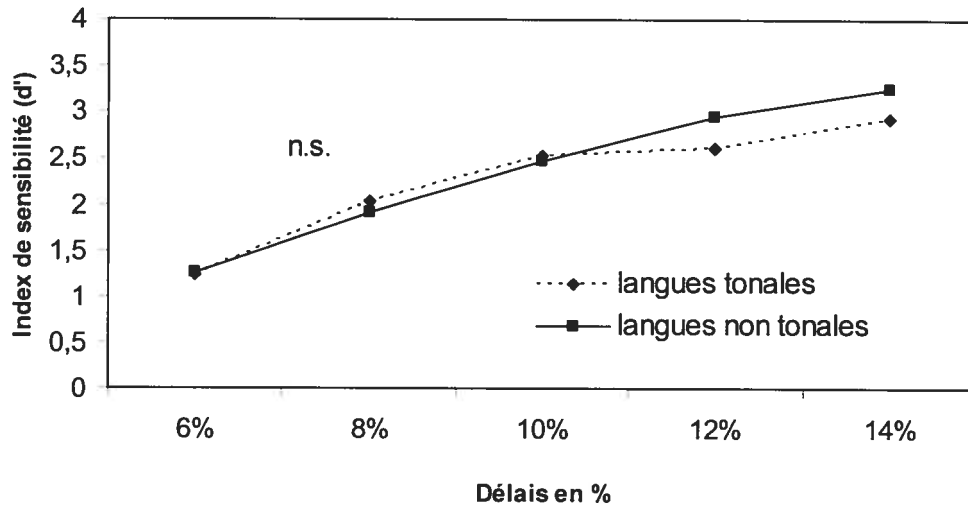
- Macmillan, N.A., & Creelman, C.D. (1991). *Signal Detection Theory: A User's guide*. England Cambridge University Press: Cambridge.
- Ohala, J. J. (1978). Production of tone. Dans V. Fromkin (Ed.), *Tone: A linguistic Survey* (pp.5-39). New-York: Academic.
- Packard, J.L. (1986). Tone Production Deficits in Nonfluent Aphasic Chinese Speech. *Brain and Language*, 29, 212-223.
- Peretz, I., Champod, S. & Hyde, K. (2003). Varieties of Musical Disorders : The Montreal Battery of Evaluation of Amusia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999, 58-75.
- Peretz, I., & Zatorre, R. J. (2005). Brain Organization For Music Processing. *Annual Review of Psychology*, 56, 89-114.
- Pierrehumbert, J.A. (1979). The perception of fundamental frequency declination. *Journal of the Acoustical Society of America*, 66, 363-369.
- Repp, B.H., Healy, A.F., & Crowder, R.G. (1979). Categories and context in the perception of isolated steady-state vowels. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5(1), 129-145.
- Sadie, S. (Ed) (2001). *The new Grove Dictionary of music and musicians*. (2^e ed.) Vols. 16, 19, 24. New-York: Macmillan.
- Shannon, R.V. et al. (1995). Speech recognition with primarily temporal cues. *Science*, 270, 303-304.
- Stagray, J.R., & Downs, D. (1993). Differential sensitivity for frequency among speakers of a tone and a non-tone language. *Journal of Chinese Linguistic*, 21, 144-163.
- Trainor, L.J., & Trehub, S.E. (1992). A comparison of infants' and adults' sensitivity to Western musical structure. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 394-402.
- Thompson, L. (1987). *A Vietnamese Reference Grammar*. Hawaii: University of Hawaii.
- Umeda, N. (1982). Fo declination is situation dependent. *Journal of Phonetics*, 10, 279-290.
- Vaissière, J. (1995). Phonetic explanation for cross-linguistic prosodic similarities, *Phonetica*, 52, 123-130.

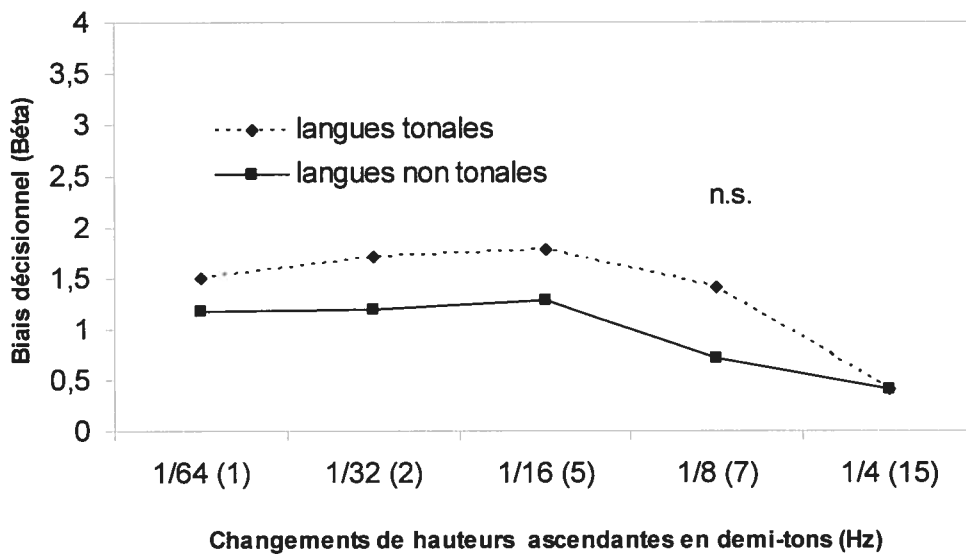
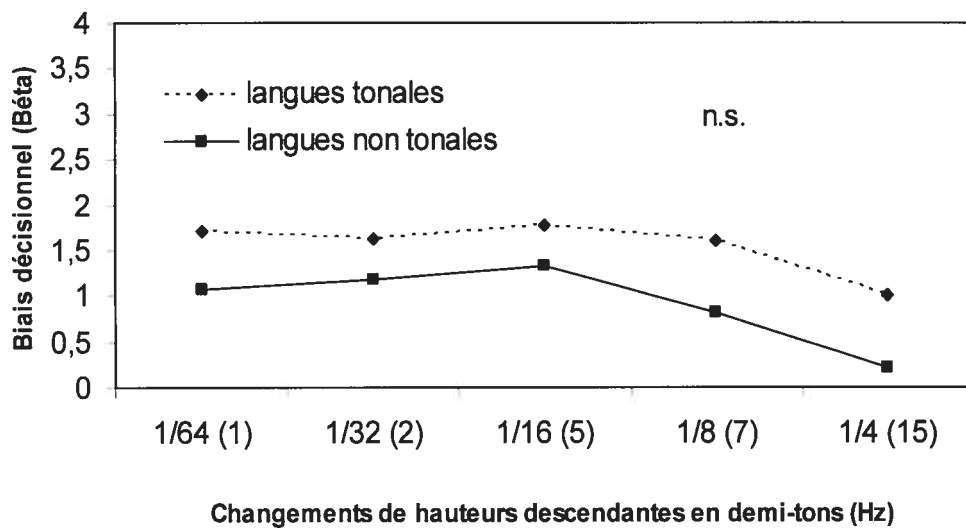
- Vance, T. J. (1976). An experimental investigation of tone and intonation in Cantonese, *Phonetica*, 33, 368-392.
- Van Lancker, D, & Fromkin, V. (1973). Hemispheric specialization for pitch and tone: Evidence from Thai. *Journal of Phonetics*, 1, 101-109.
- Vos, P.G., & Troost, J.M. (1989). Ascending and descending melodic intervals : statistical findings and their perceptual relevance. *Music Perception*, 6, 383-396.
- Wang, W. S-Y. (1976). Language change. Dans S.R. Harnad, H.D. Steklis et J. Lancaster (Eds.), *Origins and evolution of language and speech* (Annals of New York Academy of Sciences, vol. 280, pp. 61-72). New-York: New York Academy of Sciences.
- Wang, Y., Jongman, A., & Sereno, J. (2001) Dichotic perception of Mandarin tones by Chinese and Americans listeners. *Brain and Language*, 78, 332-348.
- Wong, P.C.M. (1999). The effect of downdrift in the production and perception of Cantonese level tone. Dans *Proceedings of the XIVth International Congress of Phonetic Sciences*, San Francisco, Vol. 3, pp. 2395-2398.
- Wong, P.C. (2002). Hemispheric specialization of linguistic pitch patterns. *Brain Research Bulletin*, 59 (2), 83-95.
- Wong, P.C., Parsons, L.M., Martinez, M., & Diehl, R.L. (2004). The role of the insular cortex in pitch pattern perception: the effect of linguistic contexts. *The Journal of Neuroscience*, 24 (41), 9153-1960.
- Xu, Y. (1994). Production and perception of coarticulated tones. *Journal of the Acoustical Society of America*, 95 (4), 2240-2253.
- Xu, Y., Gandour, J. T., & Francis, A. L. (2005, 16 décembre). Effects of language experience and stimulus complexity on the categorical perception of pitch direction. Récupéré le 20 avril 2006 de http://www.ling.umd.edu/dplab/pres/Xu_cp_jasa.pdf
- Zatorre, R.J., Belin, P. & Penhune, V.B. (2002). Structure and function of auditory cortex: music and speech. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 37-46.

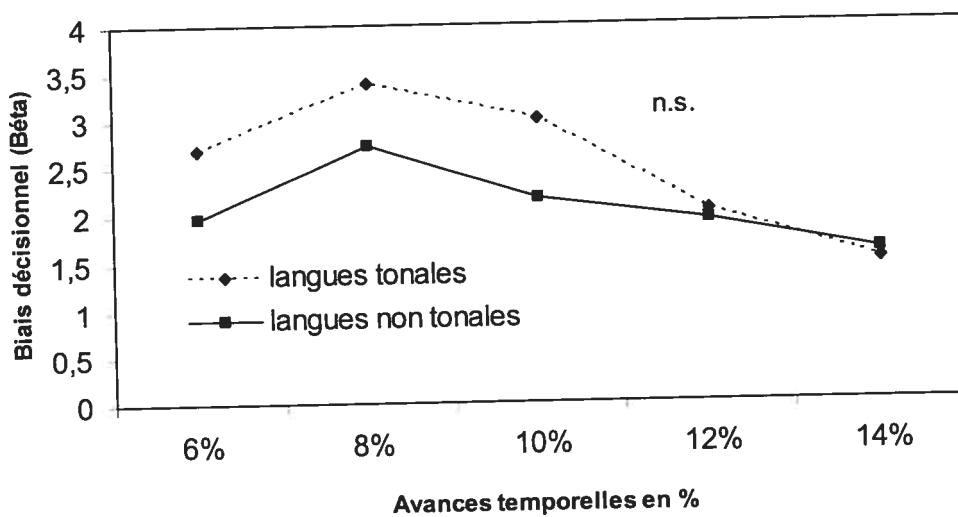
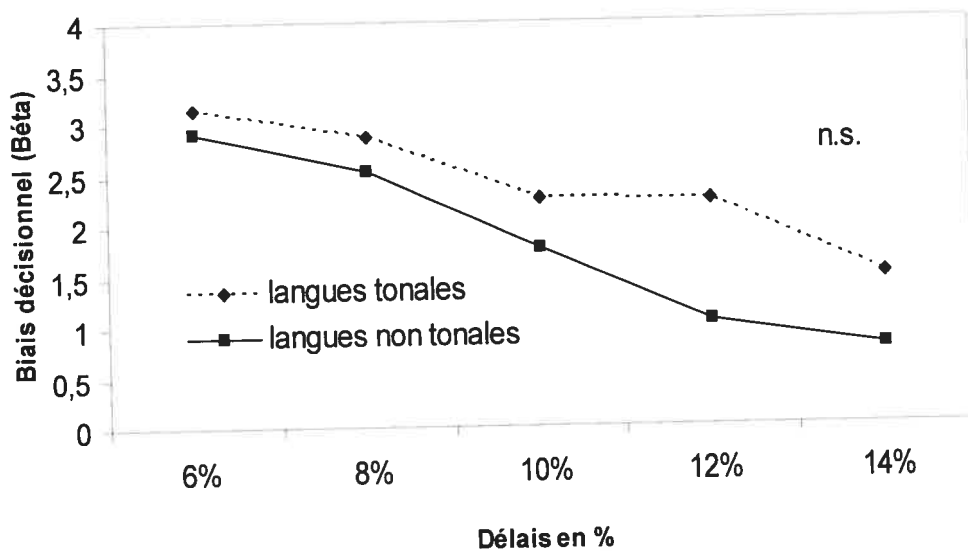
Appendice A

Index de sensibilité et valeurs bêta sur les tâches acoustiques









Appendice B

Certificat d'éthique

**COMITÉ D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE DE LA
FACULTÉ DES ARTS ET DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

CERTIFICAT D'ÉTHIQUE

Le Comité d'éthique de la recherche de la Faculté des arts et des sciences de l'Université de Montréal, selon les procédures en vigueur, a examiné le projet de recherche intitulé :

« Relation entre le sens musical et la mélodie du langage »

et soumis par :

**Stéphanie Cummings
Étudiant(e) au «M.Sc. en psychologie»
Département de psychologie
Faculté des arts et des sciences**

Le Comité a conclu que la recherche proposée respecte les règles d'éthique énoncées dans la « Politique sur la recherche avec des êtres humains » de l'Université de Montréal.


Gilbert Renaud
Professeur agrégé
Président du Comité d'évaluation

09-08-06
Date d'émission

Appendice C

Formulaire de consentement éclairé

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Titre de la recherche : Influence de l'expertise des tons lexicaux sur la perception des hauteurs acoustiques et musicales

Chercheur : *Stéphanie Cummings*
Candidate M.Sc., département de psychologie, Université de Montréal

Directeur de recherche : **Isabelle Peretz**
Professeur titulaire, département de psychologie, Université de Montréal

A) RENSEIGNEMENTS AUX PARTICIPANTS

1. Objectifs de la recherche.

Ce projet de recherche vise à mieux comprendre la perception des hauteurs de sons par le cerveau humain. Nous voulons vérifier si le fait de parler une langue tonale (telle le mandarin, le cantonais, le Vietnamien, etc.) influence la perception des hauteurs de sons dans un contexte non langagier.

2. Participation à la recherche

Votre participation à cette recherche consiste

- à répondre à une batterie de test visant à mesurer vos habiletés musicales. Cette batterie comporte 6 tests de trente et une questions et prendra environ 1h15 de votre temps. Vous aurez droit à des pauses entre les différents tests et vos résultats vous seront donnés à la fin. Votre tâche consistera à déterminer si les mélodies, qui vous seront présentées par paires, sont identiques ou différentes. Cette batterie se fera ici même, au laboratoire, en compagnie de l'expérimentatrice.
- à discriminer des différences de temps ou de hauteurs de sons très fins. Pour ce faire, une série de 5 sons vous sera présentée et vous devrez déterminer si le quatrième son est différent ou identique aux autres. Chacun des deux tests, celui de la hauteur et celui du temps, contient 360 séries de 5 sons et prendra entre 20 et 25 minutes de votre temps. Ces deux tests seront séparés par une pause d'une quinzaine de minutes et seront administrés dans une session ultérieure à la batterie décrite ci-haut.

3. Confidentialité

Les renseignements que vous nous donnerez demeureront confidentiels. Chaque participant à la recherche se verra attribuer un numéro et seul le chercheur principal et/ou la personne mandatée à cet effet auront la liste des participants et du numéro qui leur aura été accordé. De plus, les renseignements seront conservés dans un classeur sous clé situé dans un bureau fermé. Aucune information permettant de vous identifier d'une façon ou d'une autre ne sera publiée. Ces renseignements personnels seront détruits au plus tard le 1^{er} septembre 2010. Seules les données ne permettant pas de vous identifier pourront être conservées après cette date.

4. Avantages et inconvénients

En participant à cette recherche, vous pourrez contribuer à l'avancement des connaissances, particulièrement sur la compréhension du fonctionnement du cerveau.

Par contre, il est possible que le fait d'entendre plusieurs sons identiques pendant une assez longue période de temps puisse vous endormir. Si cela se produit, n'hésitez pas à en parler avec l'agent de recherche. Vous pourrez prendre des pauses ou arrêter l'expérimentation.

5. Droit de retrait

Votre participation est entièrement volontaire. Vous êtes libre de vous retirer en tout temps par avis verbal, sans préjudice et sans devoir justifier votre décision. Si vous décidez de vous retirer de la recherche, vous pouvez communiquer avec le chercheur, à l'adresse courriel indiqué à la dernière page de ce document. Si vous vous retirez de la recherche, les renseignements personnels vous concernant et qui auront été recueillis au moment de votre retrait seront détruits.

6. Indemnité

À la fin de la batterie, une indemnité de 15\$ vous sera remise. Un autre 15\$ vous sera remis après les deux tests sur les séries de sons. Cet argent sert à dédommager votre déplacement et votre temps.

B) CONSENTEMENT

Je déclare avoir pris connaissance des informations ci-dessus, avoir obtenu les réponses à mes questions sur ma participation à la recherche et comprendre le but, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients de cette recherche.

Après réflexion et un délai raisonnable, je consens librement à prendre part à cette recherche. Je sais que je peux me retirer en tout temps sans préjudice et sans devoir justifier ma décision.

Signature : _____ Date : _____

Nom : _____ Prénom : _____

Je déclare avoir expliqué le but, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients de l'étude et avoir répondu au meilleur de ma connaissance aux questions posées.

Signature du chercheur _____ Date : _____
(ou de son représentant)

Nom : _____ Prénom : _____

Pour toute question relative à la recherche, ou pour vous retirer de la recherche, vous pouvez communiquer avec Stéphanie Cummings, (étudiante à la maîtrise), à l'adresse courriel suivante : s.cummings@umontreal.ca

Toute plainte relative à votre participation à cette recherche peut être adressée à l'ombudsman de l'Université de Montréal, au numéro de téléphone (514) 343-2100 ou à l'adresse courriel ombudsman@umontreal.ca .