Dissociations entre musique et langage après atteinte cérébrale: un nouveau cas d'amusie sans aphasie

ISABELLE PERETZ et SYLVIE BELLEVILLE
Université de Montréal et Centre de recherche du Centre hospitalier Côte-des-Neiges
SOPHIE FONTAINE
Centre de recherche du Centre hospitalier Côte-des-Neiges

Résumé Suite à des hémorragies cérébrales et trois interventions subies au niveau des artères cérébrales moyennes antérieures gauche et droite à l'âge de 28 ans, I.R. souffre de troubles musicaux persistants et sévères en regard d'une maîtrise du langage demeurée en majeure partie intacte ou largement récupérée. Dix ans après son accident cérébral, I.R. ne peut désormais plus reconnaître des mélodies qui lui étaient familières, ni discriminer des mélodies et encore moins chanter, alors qu'elle comprend instantanément la parole, lit les textes normalement, s'exprime couramment avec un léger trouble de l'articulation. Cette dissociation frappante entre la perte musicale et la conservation de la parole s'observe même pour les paroles et l'air provenant d'une même chanson. Alors que I.R. identifie et mémorise sans difficulté les paroles de chansons, elle se montre incapable, ou très déficiente, dans la reconnaissance des airs qui habituellement les accompagnent. Cette dissociation particulière contribue à renforcer davantage l'idée voulant que langage et musique relèvent de substrats neurobiologiques distincts.

Écoute-moi, s'il te plaît, j'ai besoin de parler
Accorde-moi seulement quelques instants
Accepte ce que je vis, ce que je sens
Sans réticence, sans jugement.
Écoute-moi, s'il te plaît, j'ai besoin de parler
N'interprète pas et n'essaie pas d'analyser
Ne te crois pas obligé de régler mes difficultés
Manquerais-tu de confiance en mes capacités ?
Écoute-moi, s'il te plaît, j'ai besoin de parler
Ne m'interromps pas et n'essaie pas d'analyser
N'essaie pas de forcer mon domaine caché
Je sais jusqu'où je veux et je peux aller.
Écoute-moi, s'il te plaît, j'ai besoin de parler
Respecte les silences qui me font cheminer
Garde-toi bien de les briser
C'est par eux, bien souvent, que je suis éclairée.
Alors maintenant que tu m'as écoutée
Je t'en prie, tu peux parler
Avec tendresse et disponibilité
A mon tour, je t'écouterai.
I.R., 1996.

Ce poème rédigé récemment par I.R. illustre sa maîtrise de la structure et de la fonction du langage verbal alors que, comme nous le verrons dans cet article, I.R. a perdu la maîtrise de la musique et, dans une large mesure, la compréhension du phénomène musical. Ce type de dissociation entre langage (intact) et musique (perturbée) est connu depuis plus d'un siècle. En 1922, Quensel et Pfeiffer (cité dans Dorgeuille, 1966) rapportent en effet l'observation d'un jeune accordéoniste atteint d'une balle à la tête qui n'est plus capable de reconnaître les mélodies qui lui étaient familières ni les jouer de mémoire. Il n'a cependant aucun trouble du langage; il comprend, parle et écrit couramment. Une vingtaine de cas similaires, présentant donc une amusie isolée relativement au langage, ont été depuis rapportés dans la littérature (Dorgeuille, 1966; Marin, 1982; Basso, 1993).

Parallèlement, des cas spectaculaires de dissociation inverse, manifestant un fonctionnement musical intact en présence d'un langage atteint (aphasie) ont été décrits. Par exemple, Signoret et ses collaborateurs (1987) rapportent le cas d'un compositeur organiste français qui, suite à un accident cérébro-vasculaire affectant les territoires temporo-pariétaux de l'artère cérébrale moyenne gauche, ne pouvait plus comprendre ni s'exprimer verbalement de façon intelligible. Par contre, il continue sa carrière musicale comme par le passé. Quatre mois après l'accident, encore profondément aphasique, il est invité à se produire à la télévision française et exécute une série d'improvisations sur des thèmes de César Franck, dont on célèbre le centenaire de sa mort. Ces improvisations sont jugées unanimement comme exemplaires et brillantes. Une telle dissolution sévère du langage en présence d'une préservation remarquable des habiletés musicales a été observée à plusieurs reprises (Luria, Tsvetkova, & Futer, 1965; Assal, 1973; Basso & Capitani, 1985).

Revue canadienne de psychologie expérimentale, 1997, 51:4, 354-367

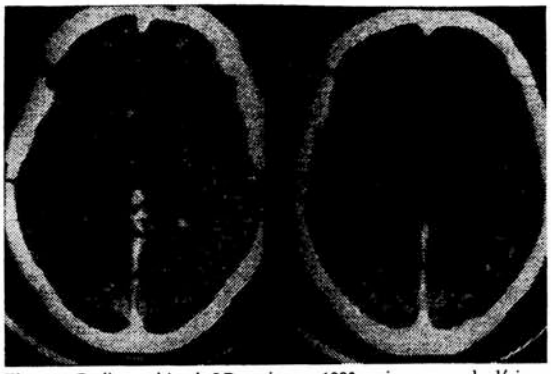

Figure 1. Radiographies de I.R., prises en 1993, qui montrent les lésions temporales bilatérales et frontale droite.

L'existence de cette double dissociation neuropsychologique entre langage et musique suggère fortement que ces deux facultés jouissent d'une autonomie fonctionnelle importante, voire complète, et reposent sur des substrats neuronaux distincts. Cette suggestion lourde d'implications théoriques et pratiques s'appuie cependant sur des observations fragiles.

La principale faiblesse tient au fait que les études sont essentiellement anecdotiques. Peu de cas ont été étudiés expérimentalement. Aussi, la sévérité des troubles n'est pas mesurée. Plus critique encore est le fait que musique et langage sont rarement comparés dans des situations d'évaluation analogues[1]. Ainsi, une dissociation observée peut tenir à une disparité de tâche et non à une réalité computationnelle. Enfin, la grande majorité des cas décrits sont musiciens, souvent de grand talent. Or, les musiciens correspondent à une élite particulière dans nos sociétés. Qui plus est, leur cerveau pourrait être organisé différemment de la majorité (Schlaug, Jäncke, Huang, & Steinmetz, 1995; Elbert, Panter, Rockstroh, & Taub, 1995).

Dans ce contexte, l'étude expérimentale détaillée de patients dépourvus de talent particulier que ce soit dans le domaine musical ou linguistique, et donc renvoyant à la majorité des individus, constitue des éléments précieux d'information sur l'organisation neuro-fonctionnelle de la musique par rapport au langage. De plus, voire surtout, il est essentiel à ce stade-ci de nos connaissances de recourir à des paradigmes qui permettent de comparer le traitement musical et verbal dans des conditions d'évaluation identiques. L'étude de I.R. s'inscrit dans cette perspective.

[1] Une exception notoire peut être trouvée dans l'étude de Signoret et al. (1987). Leur patient, étant aveugle de naissance, lisait le braille. Or, il se fait que les caractères braille sont identiques pour le langage et la musique, seule leur interprétation diffère dans chaque domaine. Le patient pouvait lire à vue ces caractères lorsqu'ils renvoyaient à la musique et était incapable d'en dégager la signification linguistique.

Étude de cas

HISTOIRE NEUROPSYCHOLOGIQUE

En 1984, à l'âge de 28 ans, I.R. est hospitalisée pour hémorragie cérébrale. L'artériographie cérébrale révèle des anévrismes bilatéraux situés à la trifurcation de l'artère cérébrale moyenne antérieure. I.R. subit une première crâniotomie pour ligature de l'anévrisme situé à gauche; un large hématome est alors évacué du lobe temporal gauche et le chirurgien procède à une excision de la partie antérieure (5 cm) du lobe temporal gauche. Après l'opération, une hémiplégie droite importante se développe et le langage, qualifié de fluent, s'accompagne de troubles de l'écriture, de la répétition et de la compréhension. Après avoir largement récupéré son langage et sa motricité, en 1985, I.R. est à nouveau opérée pour évacuer un abcès s'étant formé dans le lobe temporal gauche. Six mois plus tard, en 1986, I.R. subit une troisième crâniotomie, cette fois-ci à droite, pour ligature de l'anévrisme situé en miroir sur la cérébrale moyenne antérieure droite. Dans le mois qui suit, I.R. demeure muette. L'examen cérébral par tomodensitométrie révèle une hypodensité vaste dans l'opercule frontal droit, compatible avec un accident ischémique. Par la suite, elle récupère la parole avec néanmoins un léger trouble de prononciation (dysarthrie). L'orthophoniste qui la suit depuis la première intervention juge que son articulation s'est détériorée mais que sa compréhension de la parole est désormais normale (avec une performance de 56 sur 62 au "Token test" de De Renzi & Faglioni, 1978).

En 1993, I.R. est revue en neurologie pour plainte d'attaques brèves de mutité. L'examen neurologique révèle de la dysarthrie résiduelle, des champs visuels intacts, et une hémiparésie spastique gauche. L'électroencéphalographie révèle une activité paroxysmale dans le lobe temporal gauche; le traitement anti-convulsant cesse les attaques. I.R. nous est alors référée par R. Labrecque, sa neurologue, pour troubles musicaux persistants.

Les résultats de l'examen cérébral par tomodensitométrie effectué en novembre 1993 (voir figure 1), soit sept ans après la dernière intervention chirurgicale, indiquent la présence de lésions relativement asymétriques dans les deux hémisphères. Dans l'hémisphère gauche, la majeure partie du gyrus temporal supérieur est endommagée; seulement une petite portion du gyrus supérieur postérieur est épargnée. L'hypodensité s'étend antérieurement dans l'opercule frontal, inférieurement dans le gyrus temporal moyen et inférieur, et postérieurement dans le lobe pariétal inférieur. Dans l'hémisphère droit, environ le tiers antérieur du gyrus temporal supérieur est atteint. La lésion s'étend dans les lobes frontaux et l'insula. Bien que l'examen suggère une atteinte des aires auditives primaires à gauche, les potentiels évoqués auditifs sont normaux jusque dans les aires auditives primaires. La performance de I.R. au test dichotique de Wexler et

TABLEAU 1
Résultats de I.R. aux tests standardisés du langage

	I.R.	maximum possible (ou score limite)
Token test	56	62
Compréhension auditive		
discrimination de mots	5	5
ordres	7	8
phrases complexes	24	26
Dénomination d'images		
noms, verbes	31	(30)
animaux	24	(15)
Lecture orale		
mots	29	30
phrases	3	3
Compréhension du code écrit		
appariement mot-image	5	5
phrases, paragraphes	8	8
Répétition		
mots	28	(24)
phrases très probables	6	8
phrases peu probables	2	8
Paraphasie		
néologisme	0	0
verbale	0	0
littérale	0	0
Langage automatique		
séquences automatisées	8	8
Écriture		
mécanique	3	3
dénomination écrite d'images	9	12
épellation	6	10
phrases dictées	1	3
Chant		
mélodie	0	2
rythme	0	2

Halwes (1983) ne révèle pas d'extinction et donc suggère que les voies auditives sont intactes jusqu'au cortex auditif primaire inclus. De fait, l'audiométrie est normale.

I.R. est droitière et, après 10 années d'étude, a travaillé comme gérante de restaurant. Elle a grandi dans un milieu musical: sa grand-mère était pianiste et son unique frère est musicien professionnel (il dirige actuellement un orchestre de variété). I.R. a appris à lire et jouer du piano dans son enfance avec sa grand-mère et chantait régulièrement en famille et à l'église. Elle était néanmoins peu assidue dans ces activités musicales.

Nous l'avons évaluée régulièrement au laboratoire (en moyenne, une fois par semaine) depuis septembre 1993. I.R. est très collaborante, tout à fait autonome malgré son hémiparésie gauche (elle conduit sa voiture) mais ne travaille plus. Aux épreuves psychométriques traditionnelles, I.R. manifeste un fonctionnement intellectuel normal pour son niveau d'éducation, avec un Q.I. global de 94, un Q.I. verbal de 98, et un Q.I. non verbal de 95. Le fonctionnement mnésique tel que mesuré par l'échelle de Mémoire de Wechsler est compatible avec le fonctionnement intellectuel puisque I.R. obtient un quotient mnésique de 99. En dépit d'un score général normal aux échelles d'Intelligence et de Mémoire de Wechsler, des sous-tests isolés, sensibles à une atteinte de la mémoire à court terme sont sévèrement diminués. Ainsi, I.R. obtient au sous-test de mémoire de chiffres de l'échelle Mémoire, un empan de 3 (et de 3 à rebours). La présence d'un trouble de la mémoire à court terme a été confirmée par un examen plus approfondi de ses performances (Belleville & Peretz, en préparation).

Le traitement visuo-perceptif est normal tel qu'évalué par le jugement d'orientation de ligne (21/30) et de discrimination visuelle de Benton (28/30), ainsi que le test de figures enchevêtrées de Hooper (28/30). I.R. ne montre aucune indication d'apraxie constructive (la copie de la Figure de Rey est normale) ou d'apraxie gestuelle. Enfin, les fonctions exécutives apparaissent intactes bien que I.R. soit ralentie dans l'exécution du Trail A (avec 1'10") et du Trail B (avec 1'46"). I.R. exécute la Tour de Londres avec un nombre de déplacements normal. Enfin, elle réussit sept catégories au "Wisconsin card sorting test", correspondant à une performance normale.

Tous les résultats aux épreuves visant à évaluer le langage et la musique sont présentés ci-après par section. Lorsque des données normatives n'étaient pas disponibles, les résultats de I.R. ont été comparés à ceux de quatre femmes témoins sans histoire neurologique antérieure, droitières, ayant peu ou pas d'éducation musicale formelle et appariées à I.R. en âge (moyenne: 41.2) et en années d'étude (moyenne: 12.7).

Études comportementales

Section 1. Langage

Au niveau conversationnel, I.R. manifeste un langage fluent. Elle parle aisément et ne fait aucune erreur phonémique, sémantique ou syntaxique en langage spontané.

TABLEAU 2
Résultats de I.R. aux tests d'évaluation complémentaires du langage

Traitment lexical	R.C. maximum
Décision lexicale auditive	77/80
Appariement mot/image	95/95
Répétition de mots	66/66
Lecture Mots	63/66 (Contrôles: 63-66)
Traitement phonologique	
discrimination de mots	36/36
discrimination de syllabes sans signification	38/40
répétition de non-mots	26/30 (Contrôles: 28-30)
lecture de non-mots	29/30 (Contrôles: 28-30)
Jugement de rimes	23 /24
Jugement d'homophonie	10/10
Appariement non-mot oral/écrit	30/30

Elle a cependant un trouble articulatoire modéré et une légère apraxie bucco-faciale. I.R. a subi une évaluation standardisée du langage (voir tableau 1) à l'aide du Token Test (De Renzi & Faglioni, 1978), de plusieurs sous-tests adaptés au français du Boston Diagnostic Aphasic Examination (Goodglass & Kaplan, 1972) et du Montréal-Toulouse 86ß (Béland & Lecours, 1990). Les résultats sont normaux à la majorité des sous-tests. Elle ne montre qu'une dysgraphie mineure et certaines difficultés d'écriture et de répétition de phrases longues.

Étant donné que l'essentiel des comparaisons entre musique et langage qui s'appliquent à I.R. porte sur la reconnaissance et la mémoire dans la modalité auditive, ces derniers composants de traitement ont reçu une attention plus particulière.

1.1 TRAITEMENT LEXICAL ET PHONOLOGIQUE

Nous avons soumis I.R. à une batterie de tests linguistiques complémentaires (la plupart sont tirés de Béland, Bois, & Seron, soumis) afin de mieux documenter la perception de la parole. Les résultats sont résumés dans le tableau 2. I.R. ne montre aucune difficulté à reconnaître des mots présentés auditivement dans une tâche de décision lexicale. Dans cette tâche, elle doit juger pour chacun des items présentés s'il s'agit ou non d'un mot de la langue. Quatre-vingt items sont présentés dont 40 sont des non-mots. Ces non-mots sont construits en changeant une ou deux lettres d'un mot de la langue. Par exemple, le non-mot PASILLON est obtenu en modifiant une lettre du mot PAPILLON. La moitié des items est monosyllabique. Parmi les mots, 20 sont de basse fréquence et 20 sont de haute fréquence. I.R. peut aussi retrouver parmi 4 ou 6 images (dont un distracteur phonologique) celle correspondant à un mot présenté oralement (95/95). La répétition et la lecture de mots de complexité phonologique variable (p. ex., QUOTIENT pour un mot complexe) sont normales. Le traitement lexical apparaît donc adéquat.

La perception phonologique est également normale. I.R. ne montre pas de troubles de discrimination phonologique pour des mots (p. ex., MOUSSE - MOUCHE) ou des syllabes sans signification (p. ex., UV - UF) dans une tâche auditive de type "même-différent". Des non-mots de complexité phonologique et de longueur variables (p. ex., OPI; AFORTI) ont été utilisés en répétition et en lecture. I.R. répète sans erreur 26 des 30 non-mots présentés; un résultat qui la situe tout juste en dessous des résultats des contrôles (28-30). Sa lecture des non-mots est normale toutefois. Enfin, elle peut dériver la phonologie à partir du code écrit, comme en témoignent ses résultats aux jugements de rime (p. ex. ROYAUME - FANTÔME) et d'homophonie (p. ex., PAIN - PIN). Dans ces tâches, un mot cible est présenté visuellement et I.R. doit retrouver parmi quatre mots écrits (dont un distracteur visuel et un distracteur sémantique) celui qui rime ou se prononce comme le mot cible (Belleville, Peretz, & Arguin, 1992). Enfin, I.R. peut retrouver sans difficulté la correspondance écrite d'un non-mot présenté auditivement parmi deux items présentés visuellement.

1.2 MÉMOIRE VERBALE

Les indications cliniques (Q.M., voir supra) de même que les commentaires de I.R. suggèrent que le fonctionnement de la mémoire verbale est normale, à l'exception de la mémoire à court terme qui est déficiente. Étant donné la présence apparente d'une dissociation entre mémoire à long terme (apparemment intacte) et mémoire à court terme (perturbée), une série de tâches de mémoire supplémentaires ont été présentées à I.R. Ces tâches avaient comme double objectif d'une part d'illustrer l'intégrité de la mémoire verbale à long terme de I.R. (voir aussi section 4.2) et d'autre part d'évaluer dans quelle mesure cette mémoire est susceptible à l'interférence. En effet, I.R. présente des lésions dans les régions préfrontales. Or, il est bien établi que les patients avec atteintes frontales sont plus sensibles à l'interférence (Moscovitch, 1981; Stuss et al., 1982; Van der Linden, Bruyer, Rolland, & Schils, 1993; Shimamura et al, 1995), en raison d'une difficulté accrue à contrôler les associations mnésiques non pertinentes (Shimamura, Jurica, Mangels, Gershberg, & Knight, 1995). De ce fait, nous rapportons ici les résultats de I.R. obtenus dans deux situations de rétention de mots à long terme qui permettent la mise en évidence d'une sensibilité anormale à l'interférence.

Matériel et procédure

Relâchement de l'interférence proactive. Dans cette situation

TABLEAU 3
Nombre moyen de réponses correctes obtenu par I.R. et ses témoins dans la situation de relâchement de l'interférence et dans le rappel ABA'. L'étendue des résultats des témoins apparaît entre parenthèses.

Condition de rappel	I.R.	témoins
Relâchement de l'interférence proactive		
Liste 1	7.5	7.1 (5.5-9.5)
Liste 2	6.5	5.4 (4-6.5)
Liste 3	4	5.1 (2.5-6.5)
Liste 4	5.5	4.5 (2.5-6.5)
Liste 5 (catégorie différente)	7.5	8.1 (6.5-10)
Rappel ABA'		
Rappel A	5.5	7.3 (5.5-9.5)
Rappel B	3.5	5.9 (4.5-7.5)
Rappel A'	3	6.3 (4.5-9)

désormais classique (Craik & Birtwistle, 1971; Wickens, 1970), le sujet apprend successivement quatre listes de mots issus de la même catégorie sémantique et ensuite une cinquième liste dont les mots proviennent d'une autre catégorie. I.R. et ses témoins ont été évaluées dans ces conditions à deux reprises, à l'aide de deux versions contenant chacune cinq listes de 10 mots (construites par S. Lupien). Dans la première version, quatre listes de mots appartenant à la catégorie "meuble" étaient suivies d'une cinquième liste de mot appartenant à la catégorie "animal." La deuxième version était composée de quatre listes de mots appartenant à la catégorie "profession" suivies d'une liste de mot appartenant à la catégorie "parties du corps." Les deux versions étaient apprises en des séances différentes. Dans les deux cas, chaque liste était présentée oralement, au rythme d'un mot par deux sec. La présentation de chaque liste était suivie d'un comptage à rebours pendant 20 sec. Le sujet devait ensuite rappeler tous les mots présentés, dans l'ordre qui lui venait à l'esprit.

L'apprentissage de listes successives ABA': Pour mesurer l'interférence rétroactive, nous avons utilisé une procédure classique (McGeoch & McDonald, 1931; Slamecka, 1960). Deux versions de deux listes (Liste A et Liste B), dont chacune est formée de 15 mots non reliés, monosyllabiques et concrets, ont été utilisées (Mottron, Belleville, Stip, & Morasse, soumis). La procédure consiste à présenter les mots de la liste A au rythme d'un mot par 2 sec., suivis d'un comptage à rebours durant 20 sec. Ensuite, le sujet procède à un rappel libre des mots de la liste (Rappel A). La liste B est ensuite présentée et rappelée de la même façon (Rappel B). Immédiatement après la fin du rappel de la Liste B, le sujet doit rappeler à nouveau la Liste A (Rappel A'). Le sujet n'est pas avisé au préalable de ce second rappel. La même procédure était utilisée pour la deuxième version avec au moins une semaine d'intervalle entre l'évaluation des deux versions.

Résultats et commentaires
Comme on peut le voir dans le tableau 3, les résultats de I.R. (moyennés sur les deux versions) obtenus dans la tâche du relâchement de l'interférence proactive se situent dans les limites de la normale. Son taux de rappel est comparable à celui des contrôles pour chaque liste. I.R. ne se montre donc pas plus sensible que ses témoins aux effets de l'interférence proactive et montre un relâchement normal de cette interférence lors du changement de catégorie sémantique.

Au rappel de listes ABA', la performance de I.R. est plus marginale. Le niveau de rappel est légèrement inférieur à celui des contrôles normaux. De plus, I.R. manifeste un effet d'interférence proactive (de 36.4%) légèrement supérieur à celui obtenu auprès des sujets témoins (de 9 à 32%; selon la formule (nombre de mots rappelés en A - nombre de mots rappelés en B) / nombre de mots rappelés en A). Par ailleurs, elle apparaît plus sensible à l'interférence rétroactive puisque son niveau de rappel chute de 45.5 % (contrôles: 5 - 25 %) lors du second rappel de la liste A, selon la formule (nombre de mots rappelés en A - nombre de mots rappelés en A') /nombre de mots rappelés en A). Ces résultats suggèrent la présence d'une sensibilité accrue à l'interférence en mémoire auditivo-verbale chez I.R., qui est compatible avec l'étendue de ses lésions cérébrales. Cette perturbation serait cependant très légère puisqu'elle ne s'observe pas dans toutes les situations d'évaluation (voir aussi section 4.2).

Section 2. Musique

Lorsque I.R. nous est référée en 1993, elle se plaint de ne plus entendre la musique comme auparavant sans pouvoir expliciter davantage le changement qui s'est produit depuis son opération. I.R. pense être néanmoins encore capable de chanter, lire et jouer de la musique. Invitée à le faire au laboratoire, I.R. réalise de façon dramatique qu'elle ne peut plus ni lire, ni jouer du piano de sa main valide (droite), ni produire la moindre note tenue. Comme on le verra ci-après, I.R. ne peut plus non plus reconnaître un air qui lui était familier, ni discriminer des séquences musicales. Ses pertes relatives à la sphère musicale sont massives et sévères, affectant l'expression aussi bien que la perception. Étant donné que sur le plan expressif (chant et piano), I.R. n'est plus capable de produire le moindre son, l'évaluation des habiletés musicales décrite ci-après porte exclusivement sur le volet perceptif.

2.1 RECONNAISSANCE ET DISCRIMINATION D'AIRS FAMILIERS

La reconnaissance d'un air familier est une activité évidente pour la majorité des individus, quel que soit leur

niveau d'éducation musicale. En apparence simple et immédiate, la reconnaissance d'un air suppose l'intervention de plusieurs composants de traitement. Minimalement, la reconnaissance d'un air met en jeu trois systèmes de traitement, plus ou moins indépendants suivant le modèle auquel on adhère (voir Peretz, 1993, pour l'explicitation de ces modèles) qui réfèrent à: un système de traitement de l'information mélodique définie sur la dimension des hauteurs, un système de traitement de l'information temporelle définie sur la dimension des durées, et enfin un système de représentations des airs stockés en mémoire. Le fonctionnement de chaque système a été évalué chez I.R. à l'aide de tâches multiples. Nous ne reprendrons ici que les résultats aux tâches les plus largement utilisées dans nos travaux antérieurs (Peretz, 1990, 1993, 1996; Peretz & Kolinsky, 1993; Peretz et al., 1994) pour fin de comparaison.

Matériel et procédure

Les airs familiers étaient issus de 52 chansons populaires et de 26 morceaux instrumentaux dont la familiarité est élevée au Québec (Peretz, Babaï, Lussier, Hébert, & Gagnon, 1995). Ces extraits sont monodiques et produits par un synthétiseur contrôlé par ordinateur. Quarante extraits musicaux non familiers ont été tirés du même type de répertoire de chansons populaires (Berthier, 1979) et étaient appariés en longueur avec les extraits familiers. Plusieurs types de réponse ont été exigées: 1) donner le titre (identifier); 2) choix forcé parmi 4 titres écrits; 3) discrimination de type "même-différent"; et 4) décision "familier ou non familier". Le type particulier de réponse requis dans une tâche donnée est clarifié dans l'exposé des résultats. Il n'y avait pas de limite de temps. Pour ces épreuves ainsi que toutes celles qui suivent (à l'exception des épreuves reprises en 4.1), les stimuli ont été enregistrés sur bandes digitales et présentés à travers deux haut-parleurs de haute qualité placés face à l'auditeur, à un niveau d'intensité confortable.

Résultats et commentaires

I.R. n'a jamais été capable d'identifier un air connu par son titre. Or, 51 des 52 extraits de chansons présentés et 20 des 26 extraits instrumentaux lui sont clairement familiers puisque sur base du titre, elle peut évoquer des épisodes ou informations associés en mémoire qui sont exacts. Par exemple, I.R. est incapable de reconnaître l'air de "Bonne fête". Quand on lui dit de quoi il s'agit (ou qu'elle lit le titre), elle nous rappelle combien cette chanson faisait partie de sa routine professionnelle. En effet, en tant que gérante de restaurant et possédant une jolie voix de surcroît, I.R. était appelée à chanter en coeur ce refrain traditionnel aux clients qui venaient célébrer leur anniversaire dans son restaurant. Lorsqu'I.R. échoue à dénommer l'air présenté (ce qui en fait est systématique) et qu'on lui présente les titres en choix forcé, I.R. s'améliore. Elle reconnaît correctement 50% des extraits (soit 34 sur 78, le hasard étant de 25%). Ce résultat est néanmoins nettement inférieur à la normale. Les sujets témoins obtiennent en moyenne 88.8% de réponses correctes (étendue: 84.7 - 93.6). En décision de familiarité, I.R. est capable d'accéder dans une certaine mesure aux représentations stockées en mémoire puisqu'elle obtient 70% de réponses correctes (soit 56 sur 80). Néanmoins, dans cette tâche, tous les témoins obtiennent un score parfait. De plus, I.R. obtient un taux élevé de fausses alarmes (correspondant à une réponse "connu" alors que l'extrait est a priori non familier, avec un taux de .28 fausses alarmes et un taux de reconnaissance correctes de .68). I.R. présente donc un trouble de la reconnaissance des mélodies familières. Enfin, elle est incapable de discriminer deux airs familiers présentés successivement (avec 16/30 qui correspond au hasard), se plaignant qu'elle "perd le premier extrait lorsqu'elle écoute le second." Cette plainte suggère la présence d'un trouble de la mémoire à court terme pour la musique, qui sera confirmé dans les tests qui suivent.

2.2 DISCRIMINATION ET RECONNAISSANCE D'AIRS NON FAMILIERS

Les troubles de reconnaissance d'airs familiers notés chez I.R. peuvent émaner soit d'une perturbation des systèmes perceptifs (mélodique et temporel) qui compromettrait l'accès aux représentations en mémoire, soit d'une dégradation de ce réseau mnésique. Afin d'en préciser l'origine, une série de 7 sous-tests visant à évaluer les principaux composants de traitement impliqués dans la discrimination et la reconnaissance musicale a été utilisée. Ces tests recourent à des airs non familiers composés dans la tradition tonale occidentale (voir Peretz, 1990, et Liégeois-Chauvel, Peretz, Babaï, Laguitton, & Chauvel, sous presse, pour plus d'informations).

Matériel et procédure

Tous les tests utilisent les mêmes 30 séquences musicales (chacune comprenant 4 mesures, durant environ 4 sec. et contenant de 8 à 19 notes). Dans les conditions mélodiques, la manipulation consiste à modifier la hauteur d'une note de façon à ce que: a) elle devienne non diatonique (condition "hors tonalité"); b) elle modifie le contour sans affecter la tonalité (condition "contour") et enfin, à ce qu'elle modifie la taille des intervalles tout en respectant le contour et la tonalité (condition "intervalle"). Chacune de ces trois conditions comprend 30 essais expérimentaux, dont 15 sont de type "même" en répétant la même séquence, et 15 sont de type "différents". Dans ce dernier cas, la séquence de comparaison comprend une note modifiée suivant les critères de la condition concernée. Deux exemples précèdent les 30 essais expérimentaux. Les sujets ne sont pas informés du type de manipulation opérée.

TABLEAU 4
Pourcentages de réponses correctes obtenus par I.R. aux tests de la batterie musicale révisée (Liégeois-Chauvel et al., sous presse) et de perception tonale, ainsi que les pourcentages moyens obtenus par les témoins, avec leur étendue entre parenthèses.

Test	I.R.	Témoins
hors tonalité	50.0	90.0 (73.3 - 100)
contour	50.0	87.5 (80.0 - 96.7)
intervalle	50.0	86.7 (76.7 - 93.3)
organisation temporelle		
métrique	66.7	83.3 (73.3 - 90.0)
rythme	50.0	96.7 (93.3 - 100)
reconnaissance	50.0	86.7 (76.7 - 96.7)
Perception tonale		
détection d'erreur	56.7	72.7 (63.3 - 86.7)
achèvement	63.3	91.0 (83.3 - 96.7)

hasard: 50 %

L'ordre de présentation est de difficulté croissante, avec la condition hors tonalité suivie de la condition contour et enfin de la condition intervalle. Dans les conditions temporelles, deux types de tests sont utilisés: un test de décision "valse-marche" et une discrimination de type "même-différent". Dans le premier test, le sujet n'entend qu'un seul stimulus à la fois, néanmoins le stimulus dans ce cas-ci comprend deux phrases et non une seule comme dans tous les autres tests afin de permettre au sujet de se construire une interprétation métrique stable de la séquence. La moitié des séquences est binaire, la moitié est ternaire. Dans le test temporel de type "même-différent" (condition "rythme"), la séquence de comparaison "différente" a été modifiée en intervertissant deux durées de notes de façon à ce que les groupements temporels soient différents et que la métrique demeure inchangée. Enfin, le dernier test (la condition reconnaissance) consiste à présenter 15 des mélodies utilisées dans les tests précédents mélangées à 15 nouvelles séquences construites suivant les mêmes principes. La tâche des sujets est de décider s'ils ont entendu ou non la séquence au cours des tests précédents. Il s'agit d'un test de mémoire incidente vu que le sujet n'est pas informé à l'avance qu'il aura à reconnaître les séquences en fin de séance.

Résultats et commentaires

Les résultats de I.R. et de ses témoins sont présentés dans le tableau 4. Comme on peut le voir, I.R. répond au hasard à tous les tests, sauf au test de métrique pour lequel sa performance se situe au-dessus du hasard ($z = -2.01$, $p < .05$, par un test binomial unilatéral). En fait, dans toutes les conditions sauf la métrique, elle répond systématiquement "même". Il est important de souligner que tous ces tests où I.R. échoue reposent sur la mémoire à court-terme. À chaque essai, les sujets doivent maintenir en mémoire la première séquence afin de déterminer si la séquence de comparaison qui suit diffère. Or, I.R. semble souffrir d'un trouble important de la mémoire à court terme non seulement pour des stimuli verbaux (comme révélé par son empan de chiffres, voir supra) mais également pour des stimuli musicaux (Patel, Peretz, Tramo, & Labrecque, 1998; Belleville & Peretz, en préparation). Enfin, le trouble de mémoire noté à l'épreuve de mémoire incidente des mélodies (tableau 4) suggère que la mémoire à long terme est également perturbée pour la musique, contrairement à ce qui est généralement observé pour le langage. Nous reviendrons sur ce point dans la section 4.2.

2.3. PERCEPTION MUSICALE

Afin d'explorer les capacités perceptives de I.R. tout en conservant les mêmes stimuli que ceux qui ont été utilisés préalablement en jugement "même-différent" (section 2.2), nous avons adapté deux épreuves. La première consiste à détecter une erreur interne à la mélodie, la seconde consiste à juger l'adéquation de la finale. Les deux épreuves visent à évaluer la sensibilité tonale, au même titre que la condition "hors tonalité" utilisée précédemment avec un jugement "même-différent."

Matériel et procédure

La tâche de détection d'erreur reprend les 30 stimuli de comparaison utilisés dans la condition "hors tonalité". Ainsi la moitié était tonalement correcte et la moitié contenait une note non diatonique. Le sujet devait décider s'il y avait une erreur on non. Le type d'erreur insérée n'était pas précisé. La tâche de jugement d'achèvement reprenait les mêmes stimuli; dans la moitié des cas, la finale — la tonique — avait été remplacée par un son diatonique qui ne fait pas partie de la triade majeure. Le sujet devait juger si la mélodie était achevée ou inachevée.

Résultats et commentaires

Les résultats sont présentés dans le bas du tableau 4. Comme on peut le voir, les résultats de I.R. demeurent très faibles et indiquent la présence de problèmes perceptifs. Ces troubles perceptifs ont été confirmés par la suite dans de nombreuses tâches. À noter, cependant, que lorsqu'un jugement d'ordre émotionnel (de type "gai-triste") est requis, I.R. se montre capable d'utiliser le mode (majeur et mineur, respectivement). Cette dissociation surprenante entre jugement émotionnel et non émotionnel fera l'objet d'une autre étude (Peretz & Gagnon, soumis; Peretz, Gagnon, & Bouchard, en révision). Dans la présente étude ne sont repris que les jugements d'ordre non émotionnel.

En résumé, I.R. présente des troubles perceptifs et mnésiques pour la musique. Ces troubles sont sévères et

généraux en affectant les éléments mélodiques et temporels de la musique, avec peut-être une perte plus modérée de certains aspects temporels. L'origine perceptive des difficultés de I.R. peut expliquer le trouble de reconnaissance. En d'autres termes, le système de représentations musicales stockées en mémoire pourrait être intact. Leur accès serait compromis par une analyse défectueuse. Le problème est qu'on ne peut pas évaluer l'intégrité de ces représentations par le chant[2] puisqu'elle souffre de "mutisme" pour le chant (connu sous le terme d'"avocalie").

Section 3. Autres sons familiers

Outre les sons de la parole et la musique, notre environnement sonore est habité de multiples événements sonores significatifs et familiers. Parmi ceux-ci, il est habituel dans la littérature neuropsychologique de considérer les cris d'animaux, les sonneries, les instruments de musique, les véhicules, etc., dans une section appelée "sons de l'environnement". Il en sera de même ici. Néanmoins, comme dans notre étude antérieure (Peretz et al., 1994), nous avons évalué deux catégories sonores — les instruments de musique et les voix humaines — de façon distincte étant donné leurs affinités évidentes avec la musique. Le but de ces évaluations est de fournir une description plus complète du fonctionnement auditif de I.R.

Matériel et procédure

Trois catégories sonores ont été évaluées comme suit:

a) Sons de l'environnement: Le test comprend 12 cris d'animaux (p. ex. aboiement), 7 bruits de déplacement (p. ex. hélicoptère), 7 bruits humains (p. ex. éternuer), et 19 bruits d'intérieur (incluant 8 sonneries). La tâche du sujet est de nommer la source du bruit; en cas d'échec, l'expérimentateur présente 4 images d'objet parmi lesquelles figure la cible. Le sujet est alors invité à choisir l'objet correspondant à l'émission sonore. Le test est identique à celui utilisé dans Peretz et al. (1994).

b) Instruments de musique: La reconnaissance et la discrimination du timbre d'instruments de musique ont été testées dans différents sous-tests, avec 1) 20 pièces solo issues de disques commerciaux; la tâche du sujet est a) nommer l'instrument (p. ex. violon) et b) retrouver le nom de l'instrument parmi 4 choix écrits; 2) 96 essais présentant une mélodie jouée deux fois sur le même instrument ou sur un instrument différent; quand les instruments diffèrent ils demeurent dans la même famille (p. ex. clarinette-hautbois); la tâche est de juger si la mélodie est jouée sur le même instrument ou sur un instrument différent. Le premier test est identique à celui utilisé dans Peretz et al. (1994).

c) Voix humaines: La reconnaissance et la discrimination de voix humaines ont été évaluées dans différents sous-tests. Le premier sous-test comprenait 33 extraits radiophoniques d'allocutions de personnes de la vie publique du Québec; les extraits étaient dépourvus d'indices sémantiques sur la personne. La tâche des sujets était de retrouver le nom correspondant à la voix parmi les 33 noms écrits sur une feuille. La discrimination de voix non-familières était évaluée avec les tests de Assal, Zander, Kremin, & Butter, (1976). Ceux-ci comprenaient trois conditions, toutes requérant une décision "même-différent" sur une succession de deux phrases. Dans un essai, deux phrases identiques ou différentes sont prononcées; les sujets doivent ignorer le contenu linguistique et prêter attention à la voix. Les voix provenaient soit 1) de personnes de sexe différent (30 essais); 2) de 5 femmes adultes (30 essais); 3) de 5 femmes adultes avec accents étrangers différents (japonais, allemand, anglais, espagnol et italien; 30 essais). Les mêmes tests ont été utilisés avec G.L. dans Peretz et al. (1994).

Résultats et commentaires

Les résultats obtenus à ces différents tests évaluant la reconnaissance de sources sonores familières sont repris dans le tableau 5. À l'exception notable des sons de l'environnement qui ne posent aucun problème à I.R., les instruments de musique ainsi que les voix humaines sont mal reconnus et mal discriminés par comparaison aux sujets témoins. Pour ces deux dernières catégories sonores, il semble même que I.R. ait de la difficulté à former une représentation perceptive stable puisqu'elle obtient des scores très faibles aux épreuves de discrimination de type "même-différent". À moins que ces troubles de la discrimination émanent également d'un problème de mémoire à court terme et non d'un problème d'analyse perceptive, I.R. présente donc un trouble de la discrimination des timbres de voix et des timbres musicaux. Ce tableau est très semblable à celui que nous avions observé précédemment chez C.N. (Peretz et al., 1994), un autre cas d'amusie sans aphasie après atteinte bilatérale du cortex auditif. Il s'ensuit que l'amusie de I.R. n'est pas "pure" dans le sens où ses troubles ne sont pas limités aux événements musicaux mais englobent d'autres catégories non verbales, telles que les voix humaines (voir Peretz et al., 1994, pour une discussion plus approfondie de ce type d'association).

Section 4. Comparaisons entre domaines

Comme nous l'avons vu dans les sections précédentes, I.R. présente des troubles de la reconnaissance musicale, en raison probablement de mécanismes perceptifs défectueux, alors que la reconnaissance de la parole semble bien préservée. Cette dissociation entre musique et langage

[2] Nous avons essayé d'avoir accès à ces représentations en demandant à I.R. de taper le rythme d'un air connu ou d'associer à une représentation visuelle analogique, suivant la suggestion de S. Trehub, mais sans succès.

TABLEAU 5
Pourcentages de réponses correctes obtenus aux tests de reconnaissance et de discrimination de sons familiers de l'environnement, des instruments de musique et des voix humaines par I.R. et ses témoins (dont l'étendue est précisée entre parenthèses).

Test	I.R.	témoins
Identification		
Sons de l'environnement		
dénomination	88.9	82.0 (75.0 - 88.9)
appariement image	93.3	93.3
Instruments de musique		
dénomination	42.1	85.0 (80.0 - 100)
appariement nom	73.7	100 —
Voix célèbres		
appariement nom	53.3	91.3 (78.1 - 97.0)
Discrimination		
instruments de musique	64.6	100 —
voix non-familières		
de sexe différent	93.3	100 —
de sexe féminin	40	89 (71 - 100)
de sexe féminin avec accents	63.3	91.6 (82 - 100)

repose néanmoins sur des épreuves distinctes, le plus souvent difficiles à comparer en termes de composants de traitement mobilisés. Le but des deux comparaisons expérimentales présentées ci-après était de rendre ces résultats directement comparables. Pour ce faire, nous avons exploité les chansons. Dans les chansons, paroles et musique présentent un alliage naturel. Ainsi d'un point de vue structural, paroles et musique sont très semblables (à tout le moins, elles possèdent une organisation métrique identique). Paroles et musique sont d'une familiarité comparable, puisqu'elles sont le plus souvent entendues et chantées ensemble. Enfin, leur moment d'acquisition coïncident. Autant de paramètres qui, dans le domaine du langage comme de la vision, sont reconnus pour exercer une influence déterminante sur le processus de reconnaissance. Ainsi, paroles et musique issues de chansons familières constituent, à notre avis, un matériel de prédilection pour évaluer si l'analyse linguistique et musicale implique des mécanismes partagés ou distincts.

4.1. LE PARADIGME D'AMORÇAGE

En langage, il est bien établi que l'amorçage ("priming") d'un mot par un autre mot relié (comme PAIN - BEURRE) va faciliter la décision lexicale sur le mot-cible (BEURRE) par rapport à une amorce non reliée (comme dans ARBRE - BEURRE). L'explication la plus répandue du phénomène est que le mot-cible bénéficie d'une activation secondaire à l'activation de l'amorce qui lui est proche (en termes de propriétés sémantiques dans l'exemple). Suivant le même raisonnement, les paroles et la musique d'une même chanson sont nécessairement associées et devraient produire un effet d'amorçage. Si paroles et musique sont accédées indépendamment, alors I.R. devrait présenter un effet d'amorçage normal quant les paroles sont présentées et non quand les airs sont présentés. Par contre, si l'accès aux paroles et à la musique d'une même chanson est intégral, dans le sens où air et paroles sont intégrés en un code unique et représentées en mémoire dans ce code intégré, comme le suggère la littérature (Serafine et al., 1984, 1986; Samson & Zatorre, 1991), alors I.R. pourrait manifester un effet d'amorçage réduit par rapport aux sujets témoins et ce, pour les paroles comme pour les airs.

Matériel et procédure

Quarante-huit extraits de chansons familières (issus de Peretz et al., 1995) ont servi à construire 24 essais expérimentaux. Cinquante autres extraits ont servi à construire 26 essais distracteurs. Chaque essai comprenait deux extraits — une amorce et une cible — en succession immédiate (0 ms de délai). Afin de permettre au sujet de distinguer le début de la cible, celle-ci était présentée binauralement et l'amorce, monauralement. Toutes les cibles correspondaient au début d'une chanson (p. ex. FRÈRE JACQUES); toutes les amorces correspondaient à une suite de chanson (p. ex. DORMEZ-VOUS). Toutes les amorces étaient familières. Les cibles étaient familières dans les essais expérimentaux et inconnues dans les essais distracteurs. Parmi les essais expérimentaux, 12 cibles étaient précédées d'une amorce correspondant à la même chanson (paires reliées, comme dans DORMEZ-VOUS suivi de FRÈRE JACQUES) et 12 cibles étaient précédées d'une amorce qui provenait d'une autre chanson familière (paire non reliée, comme DORMEZ-VOUS suivi de BONNE FÊTE). Deux listes étaient disponibles; la seule différence entre les deux listes étaient que les paires reliées dans la liste A devenaient non reliées dans la liste B, et vice versa.

Deux versions différentes de ce matériel ont été utilisées ici, chacune comprenant 50 essais. La version "amorce musicale — cible musicale" ne comprenait que des extraits chantés sur la, la, la. (durée moyenne des cibles: 2496 ms). La version "amorce paroles — cibles paroles" ne reprenait que les paroles des chansons, prononcées de façon naturelle par la chanteuse (durée moyenne des cibles: 1626 ms). Les stimuli ont été digitalisés à un taux d'échantillonnage de 44 kHz par le programme Soundtools de Digidesign sur un ordinateur Macintosh II FX. Les stimuli étaient directement transmis au sujet par l'entremise d'un amplificateur digital et des écouteurs Maico. Tous les sujets ont été testés dans les deux conditions avec d'abord la version parole-parole, ensuite la version musique-musique. L'ordre de présentation des essais était différent dans chaque version;

TABLEAU 6
Pourcentages de détections correctes et de fausses alarmes, ainsi que temps de réponse moyens sur les détections correctes obtenus par I.R. et ses témoins dans l'amorçage d'extraits de chansons. Entre parenthèses apparaissent l'étendue des résultats des témoins.

Sujets		cible et amorce		
		paroles. 1	musique. 1	paroles. 2
Exactitude				
I.R.	détection correcte	100	50	93.8
	Fausses alarmes	4.4	33.3	4.2
Témoins	détection correcte	97.9	91.7	97.4 (91.7 - 100)
	Fausses alarmes	12.0	18	13.5 (4.2 - 22.9)
Temps de réponse				
I.R.	reliées	1668	—	1394
	non reliées	1713	—	1488
	effet d'amorçage	*45*		*94*
Témoins	reliées	864	1703	847
	non reliées	1000	2013	992
	effet d'amorçage	*(de -116 à 429)*		*(de 36 à 198)*

les stimuli correspondaient aux mêmes extraits de chanson. La tâche du sujet était d'ignorer l'amorce et de juger si la cible provenait d'une chanson familière. Ils répondaient en pressant un bouton le plus rapidement possible dans l'affirmative. Dans la négative, les sujets devaient s'abstenir de répondre. Le bouton réponse était relié à l'horloge de l'ordinateur qui mesurait le temps de réponse à partir du début de la cible.

Résultats et commentaires

Comme on peut le voir dans le tableau 6, I.R. obtient un score parfait pour les paroles (avec 24/24) et une performance au niveau du hasard pour la musique (12/24). En précision, la performance de I.R. sur les paroles est normale alors qu'elle est nettement en deçà de la normale pour la musique (le témoin le plus faible obtient 20/24). Cette dissociation marquée va dans le sens de l'indépendance d'accès aux représentations des paroles et des airs des mêmes chansons. L'accès aux paroles semble opérer de façon normale pour I.R., puisqu'elle manifeste un effet d'amorçage de taille normale (et non réduite) sur les temps de réponse. Cette dernière observation est à prendre avec réserve, cependant. L'effet d'amorçage n'atteint pas la signification statistique et un des 4 sujets témoins ne manifeste pas d'effet d'amorçage (voir valeur négative dans le tableau 6). Ce manque de sensibilité provient probablement du nombre réduit de stimuli par condition.

Afin d'accroître la puissance statistique, I.R. et ses contrôles ont été testées une nouvelle fois avec la version "parole-parole", environ deux mois plus tard. Cette fois-ci les deux listes (A et B) ont été présentées, permettant l'analyse de 48 décisions positives sur des cibles ayant été présentées chacune dans les deux pairages possibles (relié et non relié). Les résultats sont présentés dans le même tableau 6. Cette fois-ci, les résultats sont plus homogènes. Tous les sujets, y compris I.R., répondent plus rapidement sur les paires reliées que sur les paires non reliées. Chaque sujet manifeste donc un effet d'amorçage. La taille de cet effet varie d'un sujet à l'autre de telle sorte que la différence obtenue chez I.R. tombe dans les variations normales. Cet effet n'atteint cependant pas la signification statistique lorsque les temps de réponse mesurés sur les réponses correctes sont analysés pour chaque individu considéré séparément, en prenant les items comme terme d'erreur. La même analyse effectuée sur les résultats moyennés sur les 4 sujets témoins donne lieu à un effet significatif ($t_{23} = 3.609$, $p < .001$). Ce dernier résultat confirme la sensibilité de la tâche pour démontrer un effet d'amorçage au sein des paroles de chansons. Cette sensibilité n'est cependant pas suffisante pour établir statistiquement l'effet au niveau individuel. Il faut noter aussi que les temps de réponse de I.R. demeurent systématiquement plus lents que ceux des contrôles. C'est une caractéristique générale des patients cérébro-lésés. Il est donc difficile d'en préciser l'origine (motrice, corticale ou sensorielle).

4.2 MÉMORISATION D'AIRS, PAROLES ET SONS FAMILIERS

Comme nous l'avons vu à la section 1.2 et 2.2, I.R. semble mémoriser normalement le langage, dans la mesure où les conditions d'interférence demeurent limitées, mais non la musique. Néanmoins, les stimuli verbaux étaient familiers, puisqu'il s'agissait de mots de la langue française, alors que

TABLEAU 7
Proportion de reconnaissances correctes (pour les items étudiés) et de fausses alarmes (pour les items non étudiés) obtenus par I.R. et ses témoins dans les trois tests de mémoire (de reconnaissance)

matériel	I.R.		témoins	
	étudiés	non étudiés	étudiés	non étudiés
musique	.60	0.45	0.75	0.13
paroles	0.95	0.05	.79	0.08
sons de l'environnement	1.00	.10	.95	.08

les extraits musicaux ne l'étaient pas. Il n'est pas exclu que I.R. puisse mieux retenir des extraits musicaux familiers que non familiers en mémoire même si ceux-ci ne lui évoquent plus un sentiment aigu de familiarité. Comme nous l'avons vu précédemment (section 2.1), I.R. semble pouvoir accéder aux représentations musicales stockées en mémoire dans une certaine mesure. Ce contact pourrait en retour conférer un avantage dans la rétention de stimuli musicaux familiers. Ainsi, la mémoire de I.R. et ses contrôles a été testée avec trois matériels familiers différents: des paroles de chanson, des airs de chansons (et correspondant aux paroles présentées) et des sons de l'environnement.

Matériel et procédure

Trois formes du même test de reconnaissance en mémoire ont été mis au point. Ce qui différencie les trois formes sont les stimuli. Dans la forme verbale, les stimuli sont des paroles de chansons prononcées de façon naturelle; dans la forme musicale, ces extraits sont chantés sur la, la, la par la même locutrice; dans la forme "environnementale," les sons étaient issus de disques digitaux et étaient tous familiers. Dans la phase d'étude, 20 stimuli-cibles étaient présentés auditivement. La tâche du sujet est de les mémoriser. Après une courte pause, ces 20 cibles étaient présentées aléatoirement parmi 20 distracteurs de même catégorie et de familiarité semblable. La tâche du sujet est de dire si oui ou non chaque item faisait partie des cibles étudiées. Ces tests ont été précédemment utilisés avec C.N. (voir Peretz, 1996, pour plus de détails).

Résultats et commentaires

À nouveau, I.R. obtient des résultats comparables au meilleur sujet contrôle sur les tests non musicaux, avec 38 réponses correctes sur 40 pour les paroles et les sons de l'environnement (les contrôles obtiennent en moyenne 34.3 et 37.0, respectivement). Pour la version musicale, I.R. obtient 23 sur 40 alors que le résultat contrôle le plus faible est de 28 sur 40. Comme on peut le voir dans le tableau 7, la difficulté de I.R. semble être liée à un problème de discrimination de source de familiarité: elle tend à juger toutes les mélodies comme ayant été étudiées au préalable. Aucun des contrôles n'obtient un tel taux de fausses alarmes (étendue: de .00 à .25). Ce problème pourrait s'expliquer par une difficulté à rejeter des candidats non pertinents lors de la récupération. Ce type d'atteinte caractériserait les troubles mnésiques des patients avec lésions frontales et est donc compatible avec la présence de telles lésions chez I.R.. Néanmoins, cette difficulté n'est pas un problème de mémoire général puisqu'il ne se retrouve pas pour les autres types de matériel. Il semble être spécifique à la musique.

En résumé, une dissociation "classique" a été obtenue chez I.R. entre le traitement des paroles et de la musique de chansons. Par dissociation "classique," et d'après Shallice (1988), on entend une performance se situant à l'intérieur des variations normales pour une condition X qui contraste avec une performance nettement en dehors de ces variations normales dans une condition Y. Une telle dissociation est rarement observée en neuropsychologie où, le plus souvent, la dissociation entre les conditions X et Y est une question de degré avec une performance inférieure à la normale dans les deux conditions (Shallice, 1988).

Discussion générale

Suite à des hémorragies cérébrales et trois interventions au cerveau subies à l'âge de 28 ans, I.R. souffre de troubles musicaux persistants et sévères en regard d'une maîtrise du langage demeurée en majeure partie intacte ou largement récupérée. I.R. ne peut désormais plus reconnaître des mélodies qui lui étaient familières, ni discriminer des mélodies, ni lire la musique, ni jouer du piano et encore moins chanter alors qu'elle comprend instantanément la parole, lit les textes normalement, s'exprime couramment (avec néanmoins un léger trouble de l'articulation). Cette dissociation frappante entre la perte musicale et la conservation de la parole s'observe même pour les paroles et l'air provenant d'une même chanson. Alors que I.R. identifie et mémorise sans difficulté les paroles de chansons, elle se montre incapable, ou très déficiente, dans la reconnaissance des airs qui habituellement les accompagnent. Cette dissociation particulière contribue à renforcer davantage

l'idée voulant que langage et musique relèvent de substrats neurobiologiques distincts.

Comme l'indique le titre de cet article, I.R. représente le troisième cas d'amusie sans aphasie, et plus précisément d'agnosie musicale, que nous avons eu l'occasion d'étudier en profondeur. Les deux cas précédents — C.N. et G.L. — ont été publiés dans Peretz et al. (1994). Un quatrième cas, étudié par une équipe indépendante suivant une approche similaire à la nôtre, a été récemment découvert (Griffith et al., 1997). Tous les quatre cas présentent un trouble de la reconnaissance musicale (agnosie musicale) qui est isolé: la reconnaissance de la parole et des sons environnementaux est intacte. Enfin, la dissociation inverse a été également observée dernièrement chez une femme sans éducation musicale formelle. Cette dernière, souffrant d'une atteinte bilatérale sous-corticale ne pouvait plus reconnaître ni les sons de la parole, ni les sons de l'environnement. Elle identifie cependant normalement les mélodies familières (Godefroy et al., 1995). L'ensemble de ces observations, qui illustre une double dissociation, appuie l'idée que la reconnaissance musicale repose sur un système neural qui lui est dédié (Peretz, 1993).

Il demeure que, dans la présente étude, une dissociation simple (par opposition à dissociation double) a été observée entre langage (préservé) et musique (perturbée). Il importe de considérer brièvement les objections qu'un tel constat soulève. Une première objection consiste à attribuer l'agnosie musicale à la présence d'une difficulté congénitale ou développementale ("tune deafness") plutôt qu'aux conséquences des accidents cérébro-vasculaires survenus chez I.R. à l'âge adulte. L'éventualité d'une amusie congénitale est très peu probable dans le cas présent. I.R. a grandi dans un milieu musical averti dans lequel une telle déficience aurait été rapidement décelée. De plus, I.R. était souvent appelée à jouer et à chanter en famille ainsi qu'à l'intérieur de ses activités professionnelles. Comme elle nous l'a souvent raconté, I.R. était systématiquement appelée pour célébrer les anniversaires dans son restaurant en raison de sa jolie voix. Aujourd'hui, elle ne peut plus chanter ni reconnaître "Bonne fête." Par contre, il est fort probable que I.R. n'ait jamais bien déchiffré la musique, ni bien joué du piano. De ce fait, nous ne pouvons pas conclure avec certitude que les incapacités expressives notées chez I.R. relèvent de son accident cérébral. En revanche, I.R. semble bel et bien avoir perdu ses capacités à chanter, reconnaître et mémoriser la musique. Mentionnons au passage que ces dernières activités sont largement répandues parmi les individus, comme en témoignent les résultats des sujets contrôles dans la présente étude.

Une deuxième objection consiste à envisager les activités musicales évaluées comme généralement plus difficiles que les activités langagières et donc plus vulnérables à la présence d'une lésion cérébrale. Ces activités musicales pourraient dans ce cas mobiliser les mêmes mécanismes que les activités linguistiques; les activités musicales seraient tout simplement plus sensibles à exprimer une perturbation de ces mécanismes communs. De nombreux facteurs peuvent potentiellement créer une telle disparité, tous n'étant pas sous notre contrôle. Pour minimiser leur contribution éventuelle, nous avons combiné plusieurs approches. D'abord, nous avons utilisé des tâches multiples pour s'assurer qu'un résultat ne soit pas lié à une situation d'évaluation particulière. Ensuite, nous avons utilisé les mêmes conditions d'évaluation pour langage et musique, en utilisant des stimuli les plus homogènes possibles à travers les deux domaines. Cette homogénéité est rendue possible par l'exploitation des paroles et musique extraites des mêmes chansons dont la familiarité a été préétablie pour la population québécoise (Peretz et al., 1995). Dans ces conditions, I.R. maintient une dissociation franche (aussi dite "classique"; Shallice, 1988) entre le traitement des paroles (préservé) et le traitement musical (sévèrement perturbé) correspondant aux mêmes extraits de chansons. L'ensemble des précautions méthodologiques prises nous permet d'attribuer cette dissociation à une perturbation d'origine neurologique d'un système de traitement musical distinct de celui qui est impliqué dans le traitement de la parole.

Cette observation de séparabilité pour les deux composants essentiels des chansons éclaire aussi tout un pan de la recherche exécutée auprès de sujets normaux. En effet, dans l'ensemble, la littérature actuelle suggère que paroles et musique de chansons sont intégrées en mémoire, tout comme elles le sont dans le monde extérieur (Serafine et al., 1984, 1986; Morrongiello & Roes, 1990; Samson & Zatorre, 1991). L'éclairage particulier que fournissent les données de I.R. (ainsi que celles de C.N. et G.L. dans Peretz et al., 1994) est que cette intégration de paroles et musique dans les chansons est probablement limitée à la mémoire. En effet, comme nous l'avons montré à la section 2.2, I.R. semble souffrir surtout d'un problème d'ordre perceptif pour la musique mais non pour la parole (section 1.1). Ainsi, elle n'aurait plus accès aux représentations des chansons familières lorsque le code d'entrée est musical mais y aurait accès quand celui-ci est verbal. En d'autres termes, paroles et musique ne seraient pas combinées d'emblée dans un code unique lors du traitement perceptif mais feraient l'objet d'analyses préalables distinctes.

Cette conclusion amenée par l'étude de patients cérébro-lésés a trouvé récemment appui dans une série d'études exploitant des mesures comportementales et électrophysiologiques chez le sujet normal. Nous avons montré que les sujets normaux peuvent détecter conjointement et parallèlement une incongruité linguistique et une incongruité musicale dans des extraits d'opéra (Bonnel, Faïta, Peretz, et Besson, en préparation). De plus, la

détection de chaque type d'incongruité donne lieu à des potentiels évoqués de polarité opposée — positive pour la musique et négative pour le langage — même quand les deux types d'incongruité se combinent sur le même mot (Besson et al., soumis). Ces résultats démontrent que l'analyse perceptive des chansons opère en parallèle sur paroles et musique en mettant en jeu des processus indépendants. Ces résultats n'excluent pas la possibilité néanmoins que paroles et musique soient intégrées en un code unique en mémoire. Les données de I.R. sont également compatibles avec ce point de vue.

Jusqu'ici nous avons comparé langage et musique au niveau de la reconnaissance. Qu'en est-il d'autres fonctions ou sous-systèmes impliqués dans le langage et la musique? Au cours de la présentation des résultats de I.R., nous avons mentionné l'étude plus approfondie de deux sous-systèmes qui, en principe, pourraient être partagés entre musique et langage. Il s'agit de la mémoire à court-terme (mémoire de travail) d'une part, et de l'interprétation des contours intonatoires et mélodiques, d'autre part. Ces deux types de mécanismes sont atteints chez I.R. à la fois pour du matériel linguistique et du matériel mélodique (Belleville & Peretz, en préparation; Patel, Peretz, Tramo, & Labrecque, 1998). On entrevoit ainsi que langage et musique pourraient entretenir une autonomie relative, dans le sens où cette autonomie ne concernerait que certains niveaux de traitement et/ou de structure. La tâche future qui nous incombe est de parvenir à identifier et distinguer les composants partagés des composants dédiés afin de mieux saisir le parallélisme et la complémentarité entre musique et langage dont seuls les humains semblent être pourvus.

Nous tenons à remercier tout particulièrement I.R. pour sa collaboration étroite et infatigable. Certaines des épreuves décrites ici ont été reprises dans l'émission télévisée anglaise intitulée "Music and the mind". Nous remercions aussi Lise Gagnon et Patricia Jelinec pour leur aide dans l'évaluation des sujets témoins, et Robert Zatorre pour ses précieux commentaires sur une version antérieure du texte. Ce travail a bénéficié de subventions en provenance du Conseil de la recherche en sciences naturelles et en génie du Canada aux deux premières auteures et du Conseil de recherche médicale du Canada à la première auteure.

Références

Assal, G. (1973). Aphasie de Wernicke chez un pianiste. *Revue Neurologique*, *29*, 251-255.

Assal, G., Zander. E., Kremin, H., & Buttet, J. (1976). Discrimination des voix lors des lésions du cortex cérébral. *Schweiz. Archives of Neurolology, Neurochirurgy & Psychiatry*,*119*, 307-315.

Basso, A. (1993). Amusia. In H. Spinnler & F. Boller (Eds.), *Handbook of Neuropsychology*, *8*, 391-410.

Basso, A., & Capitani, E. (1985). Spared musical abilities in a conductor with global aphasia and ideomotor apraxia. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, *48*, 407-412.

Béland, R., Bois, M., & Seron, X. (soumis). *Phonological spelling in a DAT patient: The role of the segementation subsystem in the PGC.*

Béland, R., & Lecours, A.R. (1990). The MT-86-ß aphasia battery: A subset of normative data in relation to age and level of school education. *Aphasiology*, *4*, 439-462.

Belleville, S., & Peretz, I. (en préparation). *Working memory as an activated portion of long-term memory: Evidence from a brain-damaged patient.*

Belleville, S., Peretz, I. & Arguin, M. (1992). Contribution of articulatory rehearsal to short-term memory: Evidence from a case of selective disruption. *Brain & Language*, *43*, 713-746.

Berthier, J.E. (1979). *1000 chants.* Les Presses d'Ile-de-France.

Besson,M., Faïta, F., Peretz, I., Bonnel, A.M., & Requin, J. (soumis). *Singing in the brain: Lyrics are separable from music.*

Bonnel, A.M., Faïta, F., Peretz, I., & Besson, M. (en préparation). *Music and text are processed in parallel in opera.*

Craik, F.I.M., & Birtwistle, J. (1971). Proactive inhibition in free recall. *Journal of Experimental Psychology*, *91*, 120-123.

De Renzi, E., & Faglioni, P. (1978). Normative data and screening power of a shortened version of the Token Test. *Cortex*, *14*, 41-49.

Dorgeuille, C. (1966). *Introduction à l'étude des amusies* [thèse de doctorat non publiée]. Paris.

Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B., & Taub, E. (1995). Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players. *Science*, *270*, 305-307.

Godefroy, O., Leys, D., Furby, A., De Reuck, J., Daems, C., Rondepierre, P., Debachy, B., Deleume, J.-F., & Desaulty, A. (1995). Psychoacoustical deficits related to bilateral subcortical hemorrhages: A case with apperceptive auditory agnosia. *Cortex*, *31*, 149-159.

Goodglass, H, & Kaplan, E. (1972). *The assessment of aphasia and related disorders.* Philadelphia: Lea & Febiger.

Griffith, T., Rees, A., Witton, C., Cross, P., Shakir, R., & Green, G. (1997). Spatial and temporal auditory processing deficits following right hemisphere infarction: A psychophysical study. *Brain*, *120*, 785-794.

Liégeois-Chauvel, C., Peretz, I., Babaï, M., Laguitton, V., & Chauvel, P. (sous presse). Contribution of different cortical areas in the temporal lobes to music processing. *Brain.*

Luria, A., Tsvetkova, L., & Futer, J. (1965). Aphasia in a composer. *Journal of Neurological Science*, *2*, 288-292.

Marin, O. (1982). Neurological aspects of music perception and performance. In D. Deutch (Ed.), *The psychology of music.* (pp. 453-478). New York: Academic Press.

McGeoch, J.A., & McDonald, W.T. (1931). Meaningful relation and retroactive inhibition. *American Journal of Psychology*, *43*, 579-588.

Morrongiello, B., & Roes, C. (1990). Children's memory for new songs: Integration or independent storage of words and tunes?

Journal of Experimental Child Psychology, 50, 25-38.

Moscovitch, M. (1981). Multiple dissociations of function in the amnesic syndrome. In: L.S. Cermack (Ed.), *Human memory and amnesia*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

Mottron, L., Belleville, S., Stip, E., & Morasse, K. (soumis). *Atypical memory performance in a savant autistic subject.*

Patel, A., Peretz, I., Tramo, M., & Labrecque, R. (1998). Processing prosodic and musical patterns: A neuropsychological investigation. *Brain and Language, 61*, 123-144.

Peretz, I. (1990). Processing of local and global musical information in unilateral brain-damaged patients. *Brain, 113*, 1185-1205.

Peretz I. (1993). Auditory agnosia: A functional analysis. In: S. McAdams & E. Bigand (Eds.) *Thinking in sound. The cognitive psychology of human audition.* (pp. 199-230) New York: Oxford University Press.

Peretz, I. (1996). Can we loose memories for music? The case of music agnosia in a nonmusician. *Journal of Cognitive Neurosciences, 8*, 481-496.

Peretz, I., Babaï, M., Lussier, I., Hébert, S., & Gagnon, L. (1995) Corpus d'extraits musicaux: indices relatifs à la familiarité, à l'âge d'acquisition et aux évocations verbales. *Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 49, 211-239.

Peretz, I., & Gagnon,L. (soumis). *Dissociation between recognition and emotion for melodies.*

Peretz, I., Gagnon, L., & Bouchard, B. (soumis). *Spared musical emotions in amusia.*

Peretz, I., & Kolinsky, R. (1993). Boundaries of separability between melody and rhythm in music discrimination: A neuropsychological perspective. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 46A*, 301-325.

Peretz, I., Kolinsky, R., Tramo, M., Labrecque, R., Hublet, C., Demeurisse, G., & Belleville, S. (1994). Functional dissociations following bilateral lesions of auditory cortex. *Brain, 117*, 1283-1301.

Samson, S., & Zatorre, R. (1991). Recognition for text and melody of songs after unilateral temporal lobe lesion: Evidence for dual encoding. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 17*, 793-804.

Schlaug, G., Jäncke, L., Huang,Y., & Steinmetz, H. (1995). In vivo evidence of structural brain asymmetry in musicians. *Science, 267*, 699-701.

Serafine, M.L., Crowder, R.G., & Repp, B. (1984). Integration of melody and text in memory for song. *Cognition, 16*, 285-303.

Serafine, M.L., Davidson, J., Crowder, R.G., & Repp, B. (1986). On the nature of melody-text integration in memory for songs. *Journal of Memory and Language, 25*, 123-35.

Signoret, J.L., Van Eeckhout, P, Poncet, M., & Castaigne, P. (1987). Aphasie sans amusie chez un organiste aveugle. *Revue Neurologique, 143*, 172- 81.

Shallice, T. (1988). *From neuropsychology to mental structure.* Cambridge: Cambridge University Press.

Shimamura, A.P., Jurica, P.J., Mangels, J.A., Gershberg, F.B., & Knight, R.T. (1995). Susceptibility to memory interference effects following frontal lobe damage: Findings from tests of paired-associate learning. *Journal of Cognitive Neuroscience, 7*, 144-152.

Slamecka, N.J. (1960). Retroactive inhibition of connected discourse as a function of practice level. *Journal of Experimental Psychology, 59*, 104-108.

Stuss, D.T., Kaplan, E.F., Benson, D.F., Weir, W.S., Chiulli, S., & Sarazin, F.F. (1982). Evidence for the involvement of orbitofrontal cortex in memory functions: An interference effect. *Journal of Comparative and Physiological Psychology, 96*, 913-925.

Van der Linden, M., Bruyer, R., Rolland, J., & Schils, S.P. (1993). Proactive interference in patients with amnesia resulting from anterior communicating artery aneurysm. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 15*, 525-536.

Wexler, B., & Halwes, T. (1983). Increasing the power of dichotic methods: The fused rhymed words test. *Neuropsychologia, 21*, 59-66.

Wickens, D.D. (1970). Encoding categories of words: An empirical approach to meaning. *Psychological Review, 77*, 1-15.

Summary

We present the neuropsychological study of a patient, I.R., who sustained bilateral damage to the temporal lobes and to the right frontal lobe as a result of successive brain surgeries that occurred ten years earlier. The patient is 40 years old and right-handed; she had no special training in music or in language, representing, therefore, the large majority of listeners. Her performance is compared to that of four neurologically intact subjects who are closely matched in terms of education, sex and age. In the present study, we report I.R.'s performance on various tests aiming at assessing her general cognitive functioning with a particular focus on auditory aspects. The results show that, despite extensive damage to her auditory cortex, I.R.'s speech abilities are essentially intact (see Tables 1 and 2). The only impairments that are detected in the language domain are related to a short-term memory deficit, to some abnormal sensitivity to retroactive interference in long-term memory (see Table 3) and to

articulation. These difficulties do not, however, affect linguistic communication, which is obviously undisturbed (i.e. I.R. is not aphasic). Similarly, I.R. does not experience any difficulty in the recognition and memorization of familiar sounds such as animal cries, traffic noises and the like (see Tables 5 and 7). In contrast, I.R. is severely impaired in most musical abilities: She can no longer discriminate nor identify melodies that were once highly familiar to her; she can no longer discriminate nor memorize novel melodies (see Table 4). Her pattern of musical losses is compatible with a basic and severe perceptual deficit that compromises access to and registration in memory systems.

The observation that the auditory impairment affects music and spares language and environmental sounds refers to a neuropsychological condition that is known as music agnosia. I.R. represents, to our knowledge, the fourth case of music agnosia available in the literature (Peretz et al., 1994; Griffiths et al., 1997). The existence of such cases suggests that music processing is not mediated by a general-purpose auditory architecture but by specialized cortical subsystems. Not only does I.R. suffer from music agnosia, but she is also impaired in the discrimination and recognition of musical instruments and of human voices (see Table 5). These latter two deficits probably do not result from the music agnosic condition. Rather, they seem to reflect damage to adjacent brain areas that are specialized in timbre processing (see Peretz et al., 1994, for the relevant discussion). It is also worth mentioning that I.R. appears to be impaired in musical expressive abilities as well: I.R. can no longer sing a single note. Thus, her losses are rather general in the musical domain, hence justifying the classification of her case as amusia. Cases of amusia without aphasia are relatively frequent in the neuropsychological literature. However, all of these reported cases are anecdotal. Thus, in the present study, special focus is given to the measurement and direct comparison of performance in the language and music domain; in both domains, task characteristics and materials were as similar as possible. To this aim, the lyrics and the tune of the same popular song excerpts were used. The musical and the spoken parts were presented separately in a primed familiarity decision task and in a memory recognition task. In both situations, I.R. performs at or close to chance when she has to deal with music, whereas she recognizes easily and performs normally on the spoken material (see Tables 6 and 7). These results clearly argue for the autonomy of music and language in the processing of auditory information.