

MÉMOIRES ORIGINAUX

LEAD, CNRS
Université de Bourgogne¹

EFFET DES STRUCTURES GLOBALES SUR L'AMORÇAGE HARMONIQUE EN MUSIQUE

par Marion PINEAU et Emmanuel BIGAND

SUMMARY : Effect of global structures on harmonic priming in music.

This study investigates the influence of global harmonic structures on priming effects in music, in keeping the local context constant. Subjects were presented eight-chord sequences. The harmonic context, created by the first six chords, was manipulated in order to vary the function of the last two chords. In one context the last chord was analysed as a tonic chord, and in the other as a subdominant chord. Considering these changes of harmonic function, the last chord was assumed to be more anticipated in the first context than in the second. The importance of the global context was revealed by lower completion judgements when sequences ended on an unexpected chord (Experiment 1). In Experiment 2, the global context effect was revealed by shorter processing times for the last chord when expected (priming effect). These results are discussed in reference to Bharucha's (1987) connectionist model of tonal cognition.

Key words : harmonic priming, musical expectations, connectionist model, global context.

La notion d'attente perceptive joue un rôle central en psychologie cognitive (Jones et Yee, 1994) et dans de nombreuses théories de la musique. Les attentes musicales semblent liées à la fois à la compréhension des structures et à la génération des émotions et des significations musicales (Schenker, 1935 ; Meyer,

1. Faculté des sciences, 6, boulevard Gabriel, 21000 Dijon.

1956, 1973; Lerdahl et Jackendoff, 1983; Narmour, 1990). Selon Jackendoff (1991), l'auditeur anticiperait la structure des événements musicaux à venir à partir des structures préalablement perçues dans l'œuvre (*prospective hearing*). Les moments expressifs ou signifiants proviendraient de la plus ou moins grande confirmation de ces attentes structurelles (*retrospective hearing*). Dans cette perspective, la notion d'attente perceptive serait une notion charnière entre les aspects cognitifs et conatifs de l'expérience musicale.

Durant les dix dernières années, les recherches expérimentales ont montré que les attentes musicales sont influencées par de nombreux facteurs, comprenant la taille des intervalles mélodiques et le contour mélodique (Carlsen, 1981; Unyk et Carlsen, 1987; Cuddy et Lunney, 1995; Krumhansl, 1995; Boltz et Jones, 1986), le rythme (Jones, Boltz et Kidd, 1982; Jones, 1987; Schmuckler, 1990; Boltz, 1993a et b; Jones, Boltz et Klein, 1993), et les hiérarchies tonales (Bharucha et Stoeckig, 1986, 1987; Schmuckler, 1989; Abe et Oshino, 1990; Schmuckler et Boltz, 1994). Certains de ces facteurs (le contour mélodique et la taille de l'intervalle mélodique par exemple) reflètent l'influence de principes généraux de l'organisation perceptive, tandis que d'autres (comme les hiérarchies tonales et harmoniques) reflètent l'importance des connaissances des auditeurs sur un langage musical donné (Krumhansl, 1995). La présente étude porte sur les attentes musicales dérivées des connaissances sur les hiérarchies tonale et harmonique.

Les hiérarchies tonale et harmonique

Dans la musique occidentale tonale, les douze notes de l'échelle chromatique sont organisées en différents sous-groupes de sept notes, appelés gammes diatoniques, et qui sont reproduits de façon identique à chaque octave. Pour chaque gamme, sept accords diatoniques sont possibles, chacun étant construit sur un différent degré de la gamme. Dans les tonalités majeures, certains accords sont majeurs (ceux qui sont construits sur les I^e, IV^e et V^e degrés de la gamme), d'autres sont mineurs (ceux qui sont construits sur les II^e, III^e et VI^e degrés), et le dernier est diminué (VII^e). Les accords construits sur les I^e, IV^e et V^e degrés (appelés respectivement accords de tonique, de sous-dominante et de dominante) ont une fonction syntaxique

plus importante que ceux construits sur les autres degrés de la gamme, ce qui instaure une hiérarchie à l'intérieur de la tonalité.

Dans le système occidental, les notes et les accords appartiennent à plusieurs tonalités : par exemple, l'accord de *DO* majeur¹ (dont les notes sont *do-mi-sol*) appartient aux tonalités majeures de *DO*, de *FA* et de *SOL*, et aux tonalités mineures de *La* et de *Mi*. Les tonalités partageant les mêmes accords sont considérées comme reliées harmoniquement : plus le nombre d'accords en commun est important, plus le lien harmonique qui les rattache est fort. De la même façon, des accords qui peuvent appartenir à une même tonalité sont considérés comme reliés harmoniquement (comme par exemple les accords de *DO* et de *Sib* qui appartiennent tous deux à la tonalité de *FA*). Puisque les accords appartiennent à plusieurs tonalités, la fonction d'un accord change selon le contexte dans lequel il apparaît : par exemple, l'accord de *DO* joue le rôle d'un accord de tonique stable dans un contexte tonal de *DO* majeur, et d'un accord de sous-dominante ou de dominante moins stable dans un contexte de *FA* majeur et de *SOL* majeur, respectivement. La perception des changements de fonction des événements musicaux selon le contexte de référence est cruciale pour la compréhension des pièces musicales occidentales (Bigand, 1994).

De nombreuses études ont montré que les auditeurs ont intériorisé les principaux aspects des hiérarchies tonale et harmonique (Francès, 1958 ; Dowling et Harwood, 1986 ; Krumhansl, 1990 ; Bigand, 1993a et b ; Bigand, Parncutt et Lerdahl, 1996). Dans le cas de l'harmonie, d'autres recherches ont fait apparaître que lorsque la tonalité d'un contexte musical a été reconnue, les accords sont perçus dans une hiérarchie de stabilité : l'accord de tonique (I) est perçu comme plus stable que l'accord de dominante (V), lui-même perçu à son tour comme plus stable que l'accord de sous-dominante (IV), qui est perçu comme plus stable que les autres accords diatoniques et non diatoniques (Krumhansl et Kessler, 1982 ; Bharucha et Krumhansl, 1983 ; Krumhansl, Bharucha et Castellano, 1982). Les événe-

1. Pour faciliter la lecture, nous représenterons les tonalités et les accords majeurs par des lettres capitales (*DO* majeur), les accords mineurs par une lettre capitale (*La* mineur) et les notes par des lettres minuscules (*do*, *sol*).

ments stables fonctionnent comme des points d'ancrage cognitif en référence desquels les autres événements sont perçus. Changer le contexte tonal dans lequel ces événements sont entendus modifie la fonction tonale de ces événements, de telle sorte que ceux qui fonctionnaient comme des points de référence cognitif stables dans un contexte donné peuvent devenir instables dans un autre contexte, et *vice versa* (Krumhansl, 1990 ; Bigand, sous presse).

Les attentes harmoniques

Le modèle connexionniste proposé par Bharucha (1987), puis Bharucha et Olney (1989) permet de comprendre comment les connaissances des hiérarchies tonales peuvent diriger les attentes harmoniques des auditeurs. Ce modèle, qui s'inspire des travaux de McClelland et Rumelhart (1986) et Rumelhart et McClelland (1986), comprend trois niveaux d'unités : les notes, les accords et les tonalités. Les douze notes de la gamme chromatique sont reliées à des accords majeurs et mineurs, qui eux-mêmes sont reliés aux tonalités majeures et mineures. Les hiérarchies tonales sont représentées par la force des connexions qui relient les unités des notes aux unités des accords et des tonalités. Lorsqu'un accord est joué, l'activation se propage dans le réseau de telle sorte que la tonalité dans laquelle l'accord est hiérarchiquement important reçoive la plus forte activation. Les attentes harmoniques engendrées par un accord ou un contexte musical donnés sont proportionnelles à l'activation qui se transmet des unités des tonalités aux unités des accords. Par exemple, lorsque l'accord de *DO* est joué, il active fortement la tonalité de *DO* majeur, et un peu moins les tonalités de *FA* majeur et de *SOL* majeur, dans lesquelles il fonctionne respectivement comme un accord de dominante et de sous-dominante (Bharucha, 1987). Cette activation se transmet en retour aux unités des accords appartenant à ces tonalités, de telle sorte que certains accords, reliés harmoniquement à l'accord de *DO* (notamment *FA*, *SOL* et, à un moindre degré, *Sib* et *RE*), reçoivent une plus forte activation que d'autres (*FA#* ou *SI*, par exemple). Par conséquent, plus l'activation est forte sur une unité d'accord, plus cet accord est attendu. Autrement dit, ce modèle prédirait l'attente d'un accord de *FA* ou de *SOL* après l'accord de *DO*, et non un accord de *FA#* ou de *SI*.

Le modèle de Bharucha (1987) a été testé en utilisant un paradigme d'amorçage harmonique : un accord initial (amorce) activerait les accords harmoniquement reliés, de telle sorte que le traitement de ces accords serait facilité. L'amorçage refléterait l'activation qui se propage du haut vers le bas (c'est-à-dire des unités des tonalités vers les unités des accords), une fois un contexte joué. Afin de vérifier cette prédiction, Bharucha et Stoeckig (1986,1987), et Tekman et Bharucha (1992) ont demandé à des sujets de décider le plus rapidement possible si un accord cible, suivant un accord amorce, était consonant ou non : dans la moitié des cas, la quinte de l'accord cible était diminuée d'un huitième de ton, et dans l'autre moitié, elle était juste. L'effet d'amorçage s'est traduit par une interaction croisée : les temps de réponse étaient plus courts pour les cibles consonantes lorsqu'elles étaient harmoniquement reliées à l'amorce. Ils étaient par contre plus courts pour les cibles dissonantes lorsqu'elles n'étaient pas reliées harmoniquement. Selon les auteurs, un contexte musical initial (un seul accord dans ces études) engendre des attentes pour des accords reliés harmoniquement, ce qui facilite le traitement de ces accords lorsqu'ils sont entendus. D'autres recherches récentes confirment ce résultat (Schmuckler et Boltz, 1994). Ces auteurs ont utilisé comme amorce des séquences musicales plus longues. Le dernier accord de ces séquences était modifié de façon à être très attendu (accord de tonique), moyennement attendu (accord de sous-dominante) et peu attendu (accord non diatonique). Il est apparu que les accords les moins reliés harmoniquement à la séquence initiale étaient évalués comme faiblement attendus (exp. 1), n'étaient pas considérés comme « appartenant » à la séquence, et que les temps de réponses correctes pour décider si l'accord « appartenait » ou « n'appartenait pas » à la séquence variaient systématiquement en fonction du lien harmonique entre l'accord cible et le contexte (exp. 2).

Effets de contexte global ou local sur le traitement des accords ?

Les recherches mentionnées ci-dessus laissent deux questions importantes en suspens. Tout d'abord, elles ne permettent pas de préciser si les attentes musicales portent uniquement sur les relations locales qu'entretient l'accord cible avec celui qui le précède immédiatement. Les travaux actuels sur l'amorçage

sémantique ont montré, dans un autre domaine, que les effets d'amorçage en lecture varient fortement en fonction du contexte global d'apparition des mots. Les effets d'amorçage diffèrent notamment selon que la cible apparaît dans une liste de mots ou dans une phrase cohérente (Gough, Alford et Holley-Wilcox, 1981 ; Foss, 1982), ce qui est peu compatible avec des modèles locaux d'activation. Par ailleurs, Hess, Foss et Carroll (1995) montrent que les effets d'amorçage changent lorsque la relation entre le contexte global de la phrase et la cible varie mais que la relation locale entre la cible et le mot qui la précède est constante. Qui plus est, lorsque les relations sémantiques entre la cible et les contextes global et local sont croisées, un effet d'amorçage local n'est observé que si la cible est reliée au contexte global. Selon Hess *et al.* (1995), ces résultats démontrent que l'amorçage ne dépend pas de la structure interne du lexique mental, mais de la représentation de la structure sémantique du discours.

De façon similaire, on peut supposer que les attentes perceptives en musique ne dépendent pas uniquement des activations locales qui se propageraient d'un accord à l'autre à l'intérieur d'une structure atemporelle des connaissances harmoniques (une sorte de « lexique » mental de relations possibles entre les accords). Les effets d'amorçage pourraient également dépendre du contexte harmonique plus large dans lequel les accords cibles apparaissent. Le premier objectif de cette étude fut de tester cette hypothèse.

Composante sensorielle ou cognitive des attentes musicales ?

Modifier le contexte global tout en gardant inchangé le contexte local permet également de dissocier les composantes cognitives et sensorielles qui sous-tendent les phénomènes d'amorçage harmonique. En musique, les relations entre l'amorce et la cible peuvent porter tout aussi bien sur leurs caractéristiques acoustiques que sur leurs caractéristiques fonctionnelles (Bharucha et Stoeckig, 1987). Selon Schmuckler (1989), un accord cible partageant de nombreuses composantes fréquentielles avec l'accord précédent sera plus facilement anticipé que s'il avait peu ou pas de composantes fréquentielles communes avec lui. Dans ce dernier cas, un allongement du temps de traitement peut s'expliquer par une discontinuité sur-

prenante à un niveau périphérique de traitement sans avoir à invoquer l'activation de connaissances relatives aux hiérarchies tonales. Séparer les composantes cognitives et sensorielles des attentes perceptives s'avère d'autant plus crucial en musique que les accords hiérarchiquement importants sont souvent ceux qui ont de nombreuses composantes fréquentielles communes (Parncutt, 1989 ; Bigand, Parncutt et Lerdahl, 1996).

A ce jour, peu d'études expérimentales ont mis en évidence une composante réellement cognitive dans les attentes harmoniques. Les résultats les plus convaincants ont été obtenus par Bharucha et Stoeckig (1987). Les sujets avaient pour tâche de juger si des accords cibles étaient consonants ou dissonants. Dans l'expérience 1, la cible pouvait être reliée harmoniquement ou non à l'amorce, mais elle n'avait jamais de notes en commun avec elle. Par exemple, si l'amorce était un accord de *DO* majeur (dont les notes sont *do-mi-sol*), la cible reliée à l'amorce était l'accord de *Sib* majeur (*sib-ré-fa*), et la cible non reliée était l'accord de *FA#* majeur (*fa#-la#-do#*). Dans l'expérience 2, les notes des accords ne contenaient que les composantes fréquentielles des rangs 1, 2 et 4. De cette façon, tout recouvrement entre les spectres harmoniques des cibles et de l'amorce était impossible. Dans ces deux expériences, les auteurs retrouvent des effets d'amorçage harmonique, ce qui confirmerait l'implication d'une composante cognitive dans les attentes musicales (cf. aussi Tekman et Bharucha, 1992).

Éviter le chevauchement des spectres harmoniques n'élimine cependant pas entièrement les différences d'arrangement mélodique qui existent entre les notes de l'amorce et de la cible. Par exemple, les intervalles entre les notes de l'accord de *DO* (*do-mi-sol*) et de l'accord cible sont plus petits lorsque la cible est harmoniquement reliée (*sib-ré-fa*) que dans le cas contraire (*fa#-la#-do#*). On sait que les grands intervalles mélodiques brisent la continuité linéaire de la progression d'accords (Bitsch, 1957 ; Bregman, 1990), ce qui influence fortement la perception de la stabilité des accords (Bigand, Parncutt et Lerdahl, 1996). Les effets d'amorçage harmonique pourraient être ainsi provoqués par une simple discontinuité mélodique entre l'amorce et la cible non reliée harmoniquement.

Par ailleurs, le fait d'appauvrir considérablement le spectre harmonique des sons utilisés dans ces expériences pose d'autres problèmes. D'une part, cela rend les conclusions de Bharucha

et Stoeckig (1987) difficiles à généraliser à des sons musicaux réels : dans quelle mesure les attentes musicales ne se développeraient-elles pas à un niveau sensoriel lorsque les timbres présentent une complexité beaucoup plus grande (Schmuckler, 1989) ? D'autre part, cela conduit les auteurs à comparer des relations harmoniques très contrastées : l'accord de *FA#* est très peu relié harmoniquement à l'accord amorce *DO* puisqu'il appartient à une tonalité très éloignée de *DO*. L'accord *Sib* l'est beaucoup plus, puisqu'il appartient à la tonalité de *FA* qui est très proche de *DO*. De tels contrastes harmoniques sont extrêmement rares dans les pièces musicales qui reposent habituellement sur des oppositions fonctionnelles beaucoup plus subtiles. Le second objectif de la présente étude fut d'étendre les résultats de Bharucha et Stoeckig (1987) à des sons de piano, en contrôlant l'ensemble des paramètres acoustiques, et en opposant des relations harmoniques plus fines. L'opposition fonctionnelle testée dans la présente étude portait sur des accords appartenant à la même tonalité.

Varié le contexte harmonique global tout en maintenant constant le contexte local de présentation de la cible permettait de répondre aux deux objectifs de cette étude. Dans les deux expériences suivantes, l'accord cible était le dernier d'une séquence de huit accords. Dans la moitié des séquences, il fonctionnait comme un accord hiérarchiquement important de tonique, supposé fortement attendu (fig. 1, à gauche). Dans l'autre moitié des séquences, il pouvait s'analyser comme un accord de sous-dominante, hiérarchiquement moins important (fig. 1, à droite). Dans ces cas, l'accord cible était supposé moins attendu. Cette hypothèse a été testée à l'aide de deux tâches expérimentales différentes, couramment utilisées dans les études sur les attentes musicales (Bharucha et Stoeckig, 1986, 1987; Boltz, 1989*a* et *b*; Schmuckler et Boltz, 1994; Bigand, sous presse). Dans l'expérience 1, les sujets devaient évaluer le degré d'achèvement de chacune de ces séquences. Dans l'expérience 2, ils devaient décider le plus rapidement possible si le dernier accord de chaque séquence était dissonant ou consonant. Dans l'expérience 1, les sujets avaient tous un faible niveau de formation musicale. L'influence du niveau d'éducation musicale a été testée dans la seconde expérience.

Accord cible attendu

Accord cible non attendu

VI I IV I I V **V I** I IV I I II V **I IV**

VI VII I V VI II **V I** I V VI IV V V **I IV**

V I IV I IV I **V I** I IV V I V V **I IV**

I VII I V VI II **V I** I V I IV II V **I IV**

Fig. 1. — Exemples de séquences musicales utilisées dans les deux expériences. A gauche, les séquences se terminent par une cadence parfaite, le dernier accord étant attendu. A droite, elles se terminent par une cadence parfaite suivie d'un accord de IV^e degré, qui n'est pas attendu.

Examples of musical sequences used in the two experiments: in the sequences ending by a perfect cadence (left) the last chord was expected. In the others (right), the last chord is a IV^e degree following a perfect cadence, and is not expected.

EXPÉRIENCE 1: JUGEMENTS D'ACHÈVEMENT

MÉTHODE

SUJETS

Quinze étudiants de l'Université de Dijon, tous volontaires, ont participé à cette expérience. Certains n'avaient jamais fait d'études musicales, d'autres avaient suivi au maximum quatre ans de cours d'instrument ou de solfège. Aucun n'avait une connaissance explicite de la théorie musicale.

MATÉRIEL

Tous les stimuli étaient joués avec des sons de piano produits par le Sound Expander Yamaha à un tempo de 60 noires par minute, sans rubato. L'échantillonneur Yamaha était contrôlé à l'aide d'une interface MIDI par un ordinateur Macintosh et le logiciel Performer. L'intensité de toutes les notes était identique, et il n'y avait pas de silence entre la fin d'un accord et le début d'un autre. Tous les stimuli étaient ensuite enregistrés sur cassettes. Durant la passation, les sujets disposaient d'un casque, relié à une chaîne Hi-fi, pour écouter l'ensemble des séquences.

Trente-deux séquences de huit accords ont été utilisées: seize d'entre elles étaient des réductions de chorals de J.-S. Bach. Elles se terminaient par une cadence parfaite (V-I) (fig. 1, à gauche). Les six premiers accords de ces séquences ont ensuite été modifiés, de façon à ce que les seize nouvelles séquences soient dans la tonalité de la dominante (fig. 1, à droite). Le contour mélodique des voix extrêmes (soprano et basse) a été préservé autant que possible, et les changements de notes ont été réduits au minimum afin que les registres restent similaires. Les deux derniers accords des séquences étaient acoustiquement identiques, mais leur fonction harmonique changeait selon le contexte: dans le contexte d'origine, le dernier accord fonctionnait comme un accord de tonique, et faisait partie d'une cadence parfaite (V-I), tandis que dans le nouveau contexte, il pouvait s'analyser comme un accord de sous-dominante (IV) suivant une cadence parfaite (fig. 1).

PROCÉDURE

Les sujets devaient évaluer le degré d'achèvement de chaque séquence sur une échelle en 7 points (1 = très peu achevée, et 7 = très achevée), conformément aux études antérieures de Bigand (1993a et b, sous presse).

Après l'écoute de chaque séquence, ils devaient écrire leur réponse sur un protocole prévu à cet effet. Ils entendaient donc les trente-deux séquences, une seule fois. Cinq ordres de présentation aléatoires avaient été choisis, de sorte que seulement trois sujets entendaient les séquences musicales dans le même ordre.

RÉSULTATS

Comme le montre la figure 2, les séquences ont été jugées plus achevées lorsque le dernier accord était un accord de tonique. Cet effet du contexte harmonique se révèle significatif dans l'analyse par sujets, $F(1,14) = 136,02$; $p < .0001$, et dans l'analyse par items $F(1,15) = 210,59$; $p < .0001$.

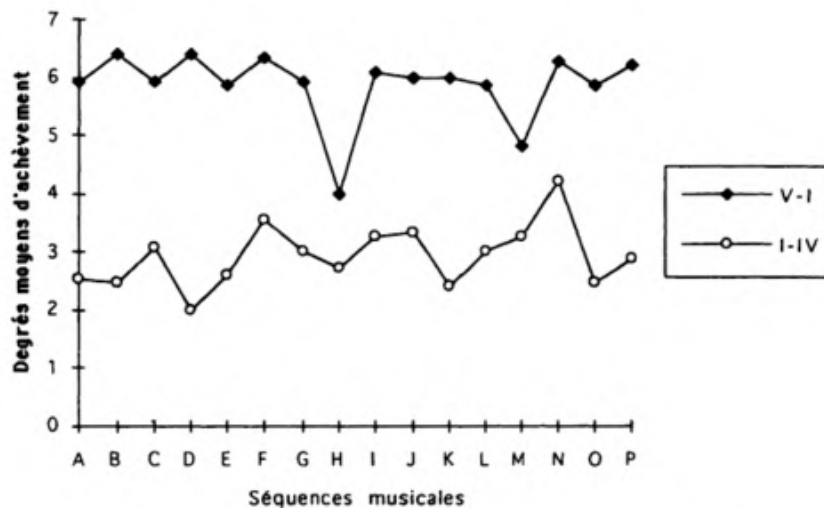


Fig. 2. — Degrés moyens d'achèvement selon que le contexte était attendu (V-I) ou non attendu (I-IV), pour chaque séquence musicale

*Mean degree of completion
for the expected and unexpected contexts
(respectively V-I and I-IV) for each musical sequence*

DISCUSSION

Cette expérience montre que la sensation d'achèvement n'est pas déterminée par les structures harmoniques et acoustiques des accords situés en fin de morceaux puisqu'une paire d'accords

peut engendrer des jugements d'achèvement radicalement différents selon le contexte harmonique qui la précède. La perception de la fin d'une séquence dépend donc de la fonction du dernier accord au sein de la structure harmonique globale de la séquence. Les résultats observés sont conformes aux prédictions issues de différentes théories musicales : les séquences sont perçues comme étant beaucoup plus achevées lorsqu'elles s'achèvent sur un accord de tonique attendu plutôt que sur un accord de sous-dominante, moins attendu. Ils confirment par ailleurs que des auditeurs sans grande formation musicale ont intériorisé certaines oppositions hiérarchiques subtiles du système harmonique occidental (Bharucha et Krumhansl, 1983 ; Schmuckler, 1989 ; Krumhansl, 1990 ; Schmuckler et Boltz, 1994).

Le but de la seconde expérience fut de mettre en évidence cet effet du contexte harmonique global dans une tâche d'amorçage harmonique. L'intérêt de cette tâche est d'obliger les sujets à focaliser leur attention sur une information très locale (l'accord cible) sans que l'information qui précède (le contexte) soit explicitement nécessaire pour réaliser la tâche (jugement sur la dissonance). Étant donnés les travaux de Bharucha et Stoeckig (1986, 1987) et les résultats de l'expérience 1, nous supposons que les accords cibles seraient traités plus rapidement lorsqu'ils fonctionneraient comme des accords de tonique attendus. Qui plus est, puisque l'accord précédant la cible était identique dans les situations expérimentales comparées, un effet du contexte dans ce type de tâche confirmerait la composante cognitive des attentes harmoniques.

EXPÉRIENCE 2: JUGEMENTS DE DISSONANCE/ CONSONANCE

MÉTHODE

SUJETS

Trente sujets ont participé à cette expérience. Quinze d'entre eux étaient des étudiants en première année de psychologie à l'Université de Dijon, et n'avaient jamais suivi de formation musicale. Ils constituaient

donc le groupe des non-musiciens. Les quinze autres étaient étudiants au Conservatoire de musique de Dijon, et avaient reçu au minimum dix ans de formation musicale, comprenant l'apprentissage de la théorie musicale, du solfège, et la pratique d'un instrument. Ils constituaient le groupe des musiciens.

MATÉRIEL

Les 32 séquences utilisées sont identiques à celles de l'expérience 1. Pour chacune, le dernier accord pouvait être soit dissonant (la quinte était augmentée d'un demi-ton), soit consonant. La dissonance était rendue volontairement saillante, de façon à minimiser le pourcentage d'erreurs. Les résultats de tests préliminaires ont montré en effet que les non-musiciens avaient des difficultés à détecter les dissonances lorsqu'elles étaient peu saillantes. Les sujets entendaient donc 32×2 séquences, présentées dans un ordre aléatoire. L'expérience était gérée par le logiciel PsyScope qui enregistrerait les temps de réponses à partir du début du dernier accord. L'horloge utilisée dans PsyScope (Button box timer) enregistrerait les réponses avec une milliseconde de précision (Cohen, MacWhinney, Flatt et Provost, 1993).

PROCÉDURE

L'expérience comprenait deux phases. Dans la première, les sujets s'entraînaient à distinguer les accords consonants et dissonants, seize accords (huit consonants et huit dissonants) étaient joués isolément, dans un ordre aléatoire, et les sujets devaient décider le plus rapidement possible si l'accord était dissonant ou consonant. Pour répondre, ils appuyaient au choix sur la touche «consonant» ou «dissonant» de la boîte de réponse reliée au logiciel PsyScope. Un signal sonore était joué lorsqu'ils donnaient une mauvaise réponse. Seuls les sujets ayant fait moins de cinq erreurs pouvaient poursuivre l'expérience. Les autres devaient recommencer la phase d'entraînement avant de continuer.

Lors de la seconde phase, les sujets devaient décider le plus rapidement possible si le dernier accord de chaque séquence était dissonant ou consonant. Ils étaient informés que toutes les séquences contenaient huit accords, et que la moitié d'entre elles se terminerait par un accord consonant. Un signal sonore était joué à chaque mauvaise réponse.

Les facteurs manipulés dans cette expérience étaient donc le contexte (deux niveaux), et la dissonance (deux niveaux). Il existait donc quatre versions possibles pour chacune des seize pièces, c'est-à-dire un total de 64 stimuli expérimentaux, testés pour chaque groupe d'auditeurs.

RÉSULTATS

La première variable dépendante concernait les pourcentages de bonnes réponses. La figure 3 représente ces pourcentages de bonnes réponses moyennés sur l'ensemble des pièces. Une première ANOVA a été réalisée en prenant les sujets comme source de variation (F1). Les dissonances étant nettement

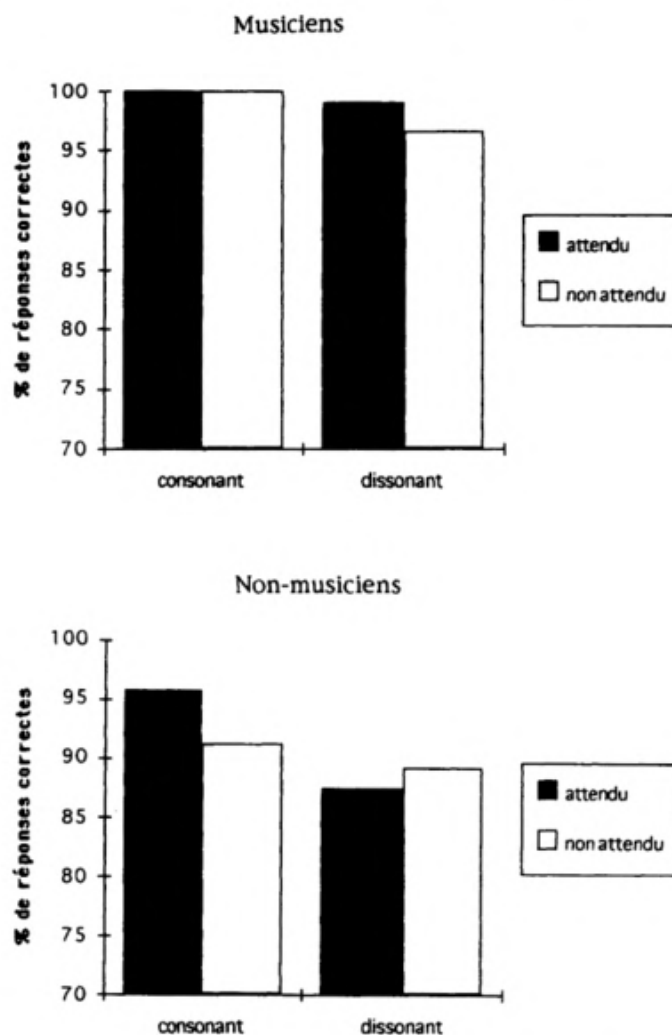


Fig. 3. — Pourcentages de réponses correctes pour l'accord cible, en fonction du type de contexte (attendu *versus* non attendu) et selon qu'il était consonant ou dissonant, pour chaque groupe d'auditeurs

Percentages of correct responses of musician and nonmusician listeners for the target chord, which could be consonant or dissonant, for both kinds of contexts (expected versus unexpected)

saillantes, les pourcentages de réponses correctes sont très élevés pour les deux groupes d'auditeurs. On observe cependant un effet de l'éducation musicale, le pourcentage moyen de réponses correctes étant de 99 % pour les musiciens et de 91 % pour les non-musiciens, $F(1,28) = 10,25$, $p < .01$. On observe également un effet de la dissonance, les auditeurs obtenant des pourcentages de réponses correctes plus élevés lorsque le dernier accord était consonant, $F(1,28) = 8,37$, $p < .01$. Il n'y a pas d'effet principal du contexte harmonique, mais l'interaction de deuxième ordre est significative, $F(1,28) = 5,53$, $p < .05$. Chez les non-musiciens, il y a un biais à juger les accords attendus comme consonants, et les accords inattendus comme dissonants. Cette interaction croisée est conforme à celle observée par Bharucha et Stoeckig (1986, 1987) : les accords attendus dans un contexte paraissent plus stables acoustiquement que les accords inattendus. La seconde ANOVA, réalisée avec les pièces comme source de variation, confirme l'effet de l'éducation musicale, $F(1,30) = 43,96$, $p < .001$, de la dissonance, $F(1,30) = 7,49$, $p < .05$. L'interaction de second ordre est également significative, $F(1,30) = 6,13$, $p < .05$.

L'analyse principale porte sur la seconde variable dépendante qui concernait les temps de réponses correctes (fig. 4). Une première ANOVA réalisée avec les sujets comme source de variation montre que les temps de réponse sont plus courts pour les sujets musiciens, $F(1,28) = 9,97$, $p < .01$, et pour les accords dissonants, $F(1,28) = 23,92$, $p < .001$. Les temps de réponse sont plus courts de 169 ms en moyenne pour les accords attendus, $F(1,28) = 27,87$, $p < .001$, et cet effet de contexte est plus marqué dans le cas des accords consonants, $F(1,28) = 5,47$, $p < .05$. Cette interaction Contexte \times Dissonance traduit le fait que les accords attendus bénéficient moins de l'effet de la dissonance que les accords inattendus. Une seconde ANOVA, réalisée avec les pièces musicales comme source de variation, confirme l'effet du contexte, $F(1,30) = 81,50$, $p < .001$, de l'éducation musicale, $F(1,30) = 183,04$, $p < .001$, de la dissonance, $F(1,30) = 81,80$, $p < .001$, et de l'interaction contexte/dissonance, $F(1,30) = 5,71$, $p < .05$. L'analyse par séquences a également mis en évidence une interaction significative entre la formation musicale des sujets et le contexte harmonique, $F(1,30) = 7$, $p < .05$: l'effet de contexte est

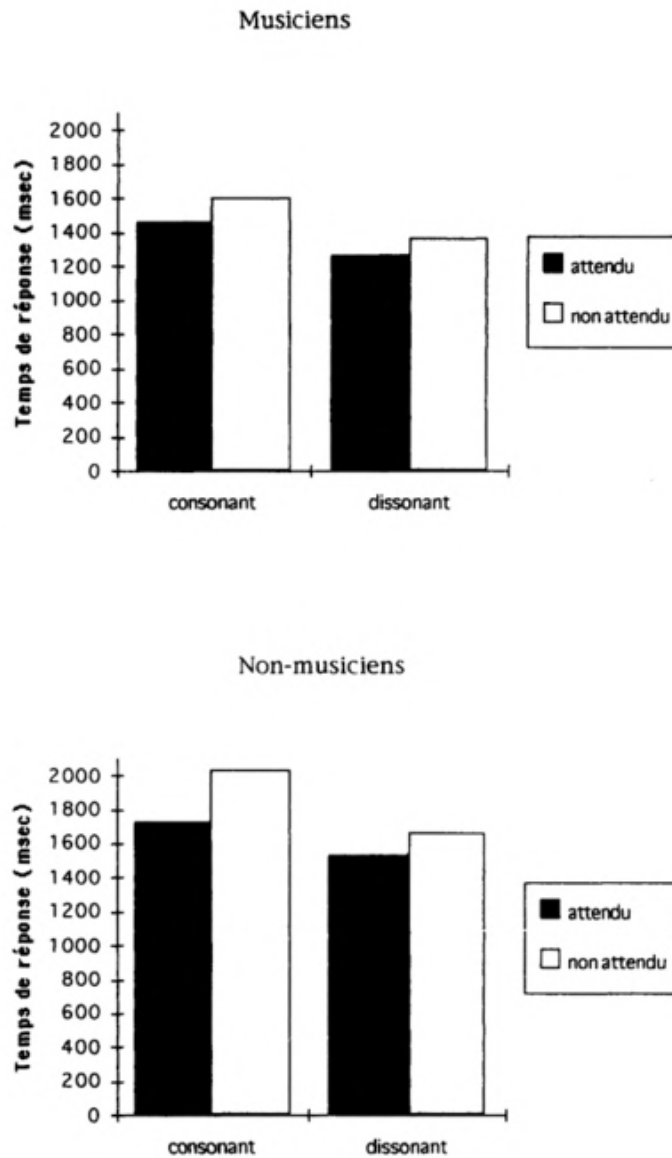


Fig. 4. — Temps de réponse moyens pour l'accord cible, en fonction du type de contexte (attendu *versus* non attendu) et selon qu'il était consonant ou dissonant, pour chaque groupe d'auditeurs

Mean response time of musician and nonmusician listeners for the target chord, which could be consonant or dissonant, for both kinds of contexts (expected versus unexpected)

plus important pour les non-musiciens. Des analyses supplémentaires examinant les relations entre la rapidité et la précision des réponses montrent que dans chaque groupe de sujets le nombre de bonnes réponses est inversement corrélé au temps de réponse.

DISCUSSION

L'expérience 2 confirme dans une tâche d'amorçage harmonique l'importance du contexte global observé dans l'expérience 1 : les événements musicaux ne sont pas perçus de façon indépendante, mais sont interprétés et anticipés en fonction de ceux qui précèdent. Les résultats confirment les effets d'amorçage mis en évidence par Bharucha et Stoeckig (1986, 1987), Tekman et Bharucha (1992), et Schmuckler et Boltz (1994) : le traitement d'un accord cible est facilité lorsque cet accord est relié au contexte harmonique qui le précède. Cette facilitation se traduit par des taux de réussites plus élevés pour les accords attendus chez les non-musiciens, et par des temps de réponse plus courts pour les accords attendus chez tous les sujets. L'interaction entre le contexte harmonique et la nature (consonante ou dissonante) de l'accord cible est également retrouvée. Cette interaction est comparable à celle observée par Bharucha et Stoeckig (1986, 1987) dans la mesure où elle indique que l'effet de la dissonance est moins grand lorsque les accords sont structurellement attendus. Cette interaction est cependant moins forte dans l'expérience présente, probablement parce que le degré de dissonance utilisé ici était plus élevé que chez Bharucha et Stoeckig (1986, 1987) et parce que les différences harmoniques testées étaient plus fines.

Le principal apport de l'expérience 2 est de montrer que les effets d'amorçage ne s'opèrent pas localement d'un accord à l'autre. Les deux derniers accords étant inchangés dans les situations expérimentales comparées, seule la relation entre l'accord cible et le contexte global de la séquence peut rendre compte des résultats observés. De quelle nature pourrait être cette relation ? Deux interprétations sont envisageables. L'effet du contexte global pourrait opérer à un niveau sensoriel de traitement et dépendre du nombre de composantes fréquentielles partagées par l'accord cible et les accords du contexte. L'effet du contexte global pourrait également se manifester à un niveau cognitif de représentation comme le suggèrent Bharucha et Stoeckig (1986, 1987).

Les résultats observés dans cette expérience peuvent difficilement s'interpréter en considérant un niveau sensoriel de traite-

ment. Étant donné la durée de la mémoire échoïque (jusqu'à 2 s selon Crowder, 1978), et le tempo d'exécution des séquences (un accord par seconde), les informations relatives aux cinq premiers accords n'étaient certainement plus présentes dans le registre sensoriel auditif lorsque l'accord cible était joué. Par ailleurs, étant donné l'importance des phénomènes de masquage (Deutsch, 1974; Dewar, Cuddy et Mewhort, 1977; Kallman et Massaro, 1979, 1983) et d'interférence en mémoire échoïque (Crowder, 1978), les composantes fréquentielles de l'avant-dernier accord étaient certainement prédominantes dans le registre sensoriel lorsque l'accord cible était joué. Les travaux sur les effets de suffixes montrent en effet que chaque item sonore inhibe fortement la représentation de l'item précédent en mémoire échoïque (Crowder, 1978, 1994). La force de cette inhibition dépend de la similarité physique et de la proximité temporelle du second item. Puisque l'avant-dernier accord était inchangé dans les situations expérimentales comparées, les variations des temps de réponse observées ici ne peuvent guère s'expliquer par une discontinuité surprenante à un niveau sensoriel de traitement. Il s'avère d'ailleurs que les facteurs psycho-acoustiques ne contribuent pas significativement à expliquer les variations du temps de réponse dans ce type de situations expérimentales (Bigand et Pineau, sous presse). Qui plus est, l'effet du contexte global peut également être obtenu dans des séquences plus longues où les six accords précédant l'accord cible sont identiques (Bigand et Madurell, sous presse).

Les résultats observés dans cette expérience s'interprètent plus aisément en considérant un niveau cognitif de traitement. Selon Lerdahl et Jackendoff (1983), Bharucha (1984a), Krumhansl (1990), les accords d'une pièce musicale tonale sont entendus en référence à l'accord de tonique. Celui-ci fonctionne comme un point de référence cognitif plus important que les accords de dominante et de sous-dominante. Modifier le contexte modifie la fonction de l'accord cible au sein de la structure harmonique globale de la séquence. Lorsque l'accord cible est un accord de tonique, son traitement est facilité car il est déjà représenté dans le système de référence de l'auditeur. Le temps de traitement est plus grand pour des accords moins référentiels, dont l'image auditive doit être réactivée. Dans cette perspective, les résultats observés dans cette expérience mettent en évidence des attentes perceptives à un niveau cognitif de trai-

tement qui sont déterminées par les connaissances des hiérarchies tonales et harmoniques : les temps de traitement sont plus courts pour les événements qui fonctionnent comme des points de référence cognitifs dans un contexte donné.

DISCUSSION GÉNÉRALE

L'importance des structures globales sur la formation des attentes musicales, observée dans chacune de ces expériences, peut être comprise au sein de différents modèles de la cognition tonale. Il est intéressant de constater que ces modèles présentent des analogies avec ceux existant en psychologie du langage. Trois grands types de modèles peuvent être distingués pour rendre compte des effets de contexte sur le traitement des mots (Hess, Foss et Carroll, 1995). Les modèles d'activation lexicalexicales privilégient les connexions sémantiques à long terme existant entre les unités du lexique mental. Les effets de contexte émanent de la propagation automatique de l'activation à l'intérieur du lexique mental, indépendamment de la structure du discours. Les modèles centrés sur la structure du discours (*discourse-based models*) stipulent que les effets d'amorçage opèrent à l'extérieur du lexique mental (sauf lorsque les mots sont présentés de façon isolée), au niveau de la représentation sémantique du discours (Foss et Ross, 1983). Selon ce second type de modèle, les effets d'amorçage sémantique dépendent de la relation entre le mot cible et le contexte sémantique global, et non de la relation sémantique locale entre le mot cible et celui qui le précède. Cette hypothèse est confirmée par Hess, Foss et Carroll (1995) dans neuf expériences successives. Enfin, les modèles hybrides distinguent deux sources d'activation : une activation rapide et automatique de nature associative qui se propagerait entre les unités lexicales sémantiquement reliées et une activation plus tardive qui refléterait l'intégration du mot dans la structure globale du discours (Schwanenflugel et White, 1991).

Le modèle connexionniste de Bharucha (1987) rend compte des connexions harmoniques existant à long terme entre les unités des notes, des accords et des tonalités. Il représente une structure de connaissance abstraite et atemporelle des relations

associatives qu'entretiennent les notes, les accords et les tonalités dans l'ensemble des pièces musicales tonales. Ce système de relations est supposé avoir été intériorisé par les auditeurs occidentaux. Il est représenté dans le modèle par des connexions synaptiques telles que l'activation d'une unité donnée se propage fortement vers les unités musicales auxquelles elle est fréquemment associée dans le système tonal. Les effets d'amorçage harmonique s'expliquent par la propagation de l'activation à l'intérieur de ce « lexique musical mental » (Bharucha et Stoeczig, 1986, 1987).

Que se passe-t-il cependant lorsque l'on considère des contextes musicaux plus grands que ceux formés par un accord isolé ? L'étude présente montre que le contexte global détermine des effets d'amorçage harmonique même lorsque le contexte harmonique local est maintenu constant. Pour rendre compte de ces résultats à l'aide du modèle de Bharucha (1987), il faudrait considérer que les accords définissant le contexte activent tous ceux auxquels ils sont reliés dans le lexique musical mental, et que ces activations s'accumulent tout au long de la pièce. De cette façon, l'accord recevant à un instant donné la somme des activations la plus grande correspondrait à l'accord perceptive-ment le plus attendu. De façon similaire, Duffi, Henderson et Morris (1989) expliquent les effets de contexte global dans le langage en considérant que l'amorçage ne provient pas d'un mot unique (situé juste avant la cible) mais de l'ensemble des mots du contexte reliés sémantiquement à la cible.

Les effets du contexte global peuvent également être compris dans le cadre d'autres modèles de la cognition tonale qui privilégient le traitement de la structure des événements (Lerdahl et Jackendoff, 1983 ; Lerdahl, 1988, 1991). Représenter mentalement la structure des événements musicaux suppose d'activer des connaissances abstraites des hiérarchies tonales sans toutefois s'y réduire (cf. Bigand, 1994, pour une revue). L'ordre d'apparition des événements au sein de la pièce entendue constitue par exemple une information qui contribue fortement à déterminer la fonction des événements dans la structure d'ensemble. Ainsi, les notes *si-do-ré#-mi-fa#-sol* n'ont pas du tout la même fonction structurelle lorsqu'elles apparaissent dans l'ordre inverse, *sol-fa#-mi-ré#-do-si* (cf. Bharucha, 1984b, Deutsch, 1984). Comme dans le domaine du langage, il est donc probable que les attentes harmoniques ne dépendent

pas uniquement d'activations se propageant à l'intérieur d'une structure de connaissances musicales abstraites, mais également de la représentation mentale de la structure de la pièce élaborée par l'auditeur au fur et à mesure de l'écoute. Dans le cas des expériences présentes, une théorie des attentes harmoniques basée sur le discours musical (*musical discourse-based model*) expliquerait les résultats observés de la façon suivante : dans un contexte, l'accord cible apparaît après une cadence parfaite qui clos la séquence (fig. 1 à droite). Dans ce cas, l'accord est inattendu car il est difficile de l'intégrer dans une structure déjà fermée. Dans l'autre contexte, l'accord cible est un élément de la cadence parfaite. Il est attendu car il ferme la structure globale de la séquence. Une théorie des attentes harmoniques basée sur le discours musical (cf. Lerdahl et Jackendoff, 1983 ; Lerdahl, 1988) prédirait par contre une diminution de l'effet du contexte global si l'accord cible apparaissait dans des séquences non closes. L'objectif de cette étude n'était pas d'opposer les prédictions issues d'un modèle connectionniste des attentes harmoniques à celles issues d'un modèle basé sur la structure du discours musical. De futures expériences pourront départager ces modèles en manipulant systématiquement les relations harmoniques locales et globales entre la cible et le contexte (cf. Hess, Foss et Carroll, 1995).

RÉSUMÉ

Cette étude met en évidence l'influence du contexte global sur les attentes harmoniques. Dans l'expérience 1, cet effet se traduit par des évaluations plus faibles d'achèvement lorsque les séquences musicales se terminent par un accord inattendu. Dans l'expérience 2, il se manifeste par une augmentation des temps de traitement du dernier accord lorsque celui-ci est inattendu (effet d'amorçage). Ces résultats sont discutés dans le cadre du modèle connexionniste de la cognition tonale de Bharucha (1987).

Mots-clés : amorçage harmonique, attentes musicales, modèle connexionniste, contexte global.

BIBLIOGRAPHIE

- Abe J., Oshino E. — (1990) Schema driven properties in melody cognition: Experiments on final tone extrapolation by music experts, *Psychomusicology*, 9, 161-172.

- Bharucha J. — (1984a) Anchoring effects in music: The resolution of dissonance, *Cognitive Psychology*, 16, 485-518.
- Bharucha J. — (1984b) Event hierarchies, tonal hierarchies, and assimilation: A reply to Deutsch and Dowling, *Journal of Experimental Psychology: General*, 113, (3), 421-425.
- Bharucha J. J. — (1987) Music cognition and perceptual facilitation: A connectionist framework, *Music Perception*, 5, 1-30.
- Bharucha J. J., Krumhansl, C. L. — (1983) The representation of harmonic structure in music: Hierarchies of stability as a function of context, *Cognition*, 13, 63-102.
- Bharucha J., Olney K. — (1989) La cognition tonale, l'intelligence artificielle et les réseaux neuronaux, in S. MacAdams et I. Deliège (Édit.), *La musique et les sciences cognitives*, Bruxelles, P. Mardaga, 477-500.
- Bharucha J. J., Stoeckig K. — (1986) Reaction time and musical expectancy, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 12, 403-410.
- Bharucha J. J., Stoeckig K. — (1987) Priming of chords: Spreading activation or overlapping frequency spectra?, *Perception and Psychophysics*, 41, 519-524.
- Bigand E. — (1993a) The influence of implicit harmony, rhythm and musical training on the abstraction of «tension-relaxation schemas» in a tonal musical phrase, *Contemporary Music Review*, 9, 128-139.
- Bigand E. — (1993b) *L'organisation perceptive d'œuvres musicales tonales*, Paris, Édition de la Maison des Sciences de l'Homme.
- Bigand E. — (1994) Contribution de la musique aux recherches sur la cognition auditive humaine, in S. McAdams et E. Bigand (Édit.), *Penser les sons: la psychologie cognitive de l'audition*, PUF, 249-298.
- Bigand E. — (sous presse) Perceiving musical stability: The effect of tonal structure, rhythm and musical expertise, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*.
- Bigand E., Madurell F. — (sous presse) *Effect of global structure and temporal organization on chord processing*.
- Bigand E., Pineau M. — (sous presse) Global context effects on musical expectancy, *Perception and Psychophysics*.
- Bigand E., Parncutt R., Lerdahl F. — (1996) Perception of musical tension in short chord sequences: The influence of harmonic function, sensory dissonance, horizontal motion and musical training, *Perception and Psychophysics*, 58, 125-141.
- Bitsch M. — (1957) *Précis d'harmonie tonale*, Paris, Alphonse Leduc.
- Boltz M. G. — (1989a) Rhythm and «good endings»: Effects of temporal structure on tonality judgments, *Perception and Psychophysics*, 46, 9-17.
- Boltz M. G. — (1989b) Perceiving the end: Effects of tonal relationships on melodic completion, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 749-761.
- Boltz M. G. — (1993a) The generation of temporal and melodic expectancies during musical listening, *Perception and Psychophysics*, 53, 585-600.
- Boltz M. G. — (1993b) Time estimation and expectancies, *Memory and Cognition*, 21, 853-863.
- Boltz M. G., Jones M. R. — (1986) Does rule recursion make easier to reproduce? If not, what does?, *Cognitive Psychology*, 18, 389-431.
- Bregman A. S. — (1990) *Auditory scene analysis*, Cambridge (MA), MIT Press.
- Carlsen J. C. — (1981) Some factors which influence melodic expectancy, *Psychomusicology*, 1, 12-29.

- Cohen J., MacWhinney B., Flatt M., Provost J. — (1993) PsyScope: An interactive graphic system for designing and controlling experiments in the psychology laboratory using Macintosh computers, *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*, 25, 257-271.
- Crowder R. G. — (1978) Mechanisms of auditory backward masking in the stimulus suffix effect, *Psychological Review*, 85, 502-524.
- Crowder R. G. — (1994) La mémoire auditive, in S. McAdams et E. Bigand (Édit.), *Penser les sons: la psychologie cognitive de l'audition*, PUF, 123-156.
- Cuddy L. L., Lunney C. A. — (1995) Expectancies generated by melodic intervals: Perceptual judgments of melodic continuity, *Perception and Psychophysics*, 57, 451-462.
- Deutsch D. — (1974) Generality of interference by tonal stimuli in recognition memory for pitch, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 26, 229-234.
- Deutsch D. — (1984) Two issues concerning tonal hierarchies: Comment on Castellano, Bharucha and Kruhmansl, *Journal of Experimental Psychology: General*, 113, (3), 413-416.
- Dewar K., Cuddy L., Mewhort J. — (1977) Recognition for single tones with and without context, *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 3, 60-67.
- Dowling J. W., Harwood D. — (1986) *Music cognition*, New York, Academic Press.
- Duffi S. A., Henderson J. M., Morris R. K. — (1989) Semantic facilitation of lexical access during sentence processing, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 15, 791-801.
- Foss D. J. — (1982) A discourse on semantic priming, *Cognitive Psychology*, 14, 590-607.
- Foss D. J., Ross J. R. — (1983) Great expectations: Context effects during sentence processing, in G. Flores d'Arcais et R. J. Jarvella (Edit.), *The process of language understanding*, Chichester, England, Wiley, 169-191.
- Francès R. — (1958) *La perception de la musique*, Paris, Vrin.
- Gough P. B., Alford J. A., Holley-Wilcox P. — (1981) Words and contexts, in O. L. Tzeng et H. Singer (Edit.), *Perception of print: Reading research in experimental psychology*, Hillsdale (NJ), Erlbaum, 85-102.
- Hess D. J., Foss D. J., Carroll P. — (1995) Effects of global and local context on lexical processing during language comprehension, *Journal of Experimental Psychology: General*, 124, 62-92.
- Jackendoff R. — (1991) Musical parsing and musical affect, *Music Perception*, 9, 199-230.
- Jones M. R. — (1987) Dynamic pattern structures in music: Recent theory and research, *Perception and Psychophysics*, 41, 621-634.
- Jones M. R., Yee W. — (1994) L'attention aux événements auditifs: le rôle de l'organisation temporelle, in S. McAdams et E. Bigand (Édit.), *Penser les sons: la psychologie cognitive de l'audition*, PUF, 75-122.
- Jones M. R., Boltz M., Kidd G. — (1982) Controlled attending as a function of melodic and temporal context, *Perception and Psychophysics*, 32, 211-218.
- Jones M. R., Boltz M., Klein J. M. — (1993) Expected endings and judged duration, *Memory and Cognition*, 21, 646-665.
- Kallman H. J., Massaro D. W. — (1979) Similarity effects in backward recognition masking, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 110-128.
- Kallman H. J., Massaro D. W. — (1983) Backward masking, the suffix effect, and preperceptual storage, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 9, 312-327.

- Krumhansl C. L. — (1990) *Cognitive foundations of musical pitch*, New York, Oxford University Press.
- Krumhansl C. L. — (1995) Music psychology and music theory: Problems and prospects, *Music Theory Spectrum*, 17, 53-81.
- Krumhansl C. L., Kessler E. J. — (1982) Tracing the dynamic changes in perceived tonal organisation in a spacial representation of musical keys, *Psychological Review*, 89, 334-368.
- Krumhansl C. L., Bharucha J. J., Castellano M. — (1982) Key distance effects on perceived harmonic structure in music, *Perception and Psychophysics*, 32, 96-108.
- Lerdahl F. — (1988) Tonal pitch space, *Music Perception*, 5, 315-345.
- Lerdahl F. — (1991) Pitch-space journeys in two Chopin Preludes, in M. R. Jones et S. Holleran (Edit.), *Cognitive bases of musical communication*, Washington, APA, 171-191.
- Lerdahl F., Jackendoff R. — (1983) *A generative theory of tonal music*, Cambridge (MA), MIT Press.
- McClelland J. L., Rumelhart D. E. — (1986) An interactive activation model of context effects in letter perception: part 1. An account of basic findings, *Psychological Review*, 88, 375-407.
- Meyer L. B. — (1956) *Emotion and meaning in music*, Chicago, University of Chicago Press.
- Meyer L. B. — (1973) *Explaining music: Essays and explorations*, Chicago, University of Chicago Press.
- Narmour E. — (1990) *The analysis and cognition of basic melodic structures: The implication-realization model*, Chicago, University of Chicago Press.
- Parncutt R. — (1989) *Harmony: A psychoacoustical approach*, Berlin, Springer Verlag.
- Rumelhart D.E., McClelland J. L. — (1986) *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*, vol. 1 et 2, Cambridge, MIT Press.
- Schenker H. — (1935) *Der Freie Satz*, transl. E. Oster (1979), *Free Composition*, New York, Longmann.
- Schmuckler M. A. — (1989) Expectation in music: Investigation of melodic and harmonic processes, *Music Perception*, 7, 109-150.
- Schmuckler M. A. — (1990) The performance of global expectations, *Psychomusicology*, 9, 122-147.
- Schmuckler M. A., Boltz M. — (1994) Harmonic and rhythmic influences on musical expectancy, *Perception and Psychophysics*, 56, 313-325.
- Schwanenflugel P. J., White C. R. — (1991) The influence of paragraph information on the processing of upcoming words, *Reading Research Quarterly*, 26, 160-177.
- Tekman H. G., Bharucha J. J. — (1992) Time course of chord priming, *Perception and Psychophysics*, 51, 33-39.
- Unyk A. M., Carlsen J. C. — (1987) The influence of expectancy on melodic perception, *Psychomusicology*, 7, 3-23.

(Accepté le 25 octobre 1996.)