

Apprendre la musique : perspectives sur l'apprentissage implicite de la musique et ses implications pédagogiques

*Barbara Tillmann, François Madurell,
Philippe Lalitte, Emmanuel Bigand*

Les recherches dans le domaine de la cognition auditive ont permis de montrer que même l'auditeur non-musicien possède des connaissances sur le système musical tonal. Acquisées par exposition répétée à des pièces musicales, ces connaissances implicites guident la perception. La première partie de notre article présente des recherches étudiant les processus d'apprentissage implicite, qui sont à l'origine des connaissances musicales des non-musiciens, et la perception des structures musicales. La deuxième partie propose des réflexions autour de l'apprentissage et de l'enseignement de la musique à l'école et au conservatoire. La troisième partie fait le lien entre les avancées de la psychologie cognitive et l'utilisation des supports multimédias. Elle présente des exemples d'application pédagogique pour l'apprentissage, la perception et la création des musiques contemporaines.

Descripteurs (TEE) : apprentissage fortuit, éducation musicale, musicologie, perception auditive, psychologie cognitive, système multimédia.

Dans notre société, on considère généralement que la réalisation d'activités musicales complexes repose sur des compétences cognitives acquises lors d'un long apprentissage de la musique. Nombreux sont ceux qui, n'ayant jamais appris la musique (désignés dans cet article comme « non-musiciens »), se croient incapables d'apprécier pleinement les œuvres musicales, voire même de jouer d'un instrument ou de composer de la musique. Cette attitude des non-musiciens souligne une incompréhension des processus cognitifs impliqués dans les activités musicales. Il est possible que cette croyance soit renforcée par les discours sur la musique déve-

loppés par les musiciens experts. Toutefois, ni les préjugés tenaces, ni la complexité de certains discours n'impliquent que les processus cognitifs mis en œuvre pour écouter ou jouer de la musique ne soient que l'apanage d'un public musicalement éduqué (1). L'origine du malentendu provient selon nous de la méconnaissance actuelle des processus d'apprentissage et des traitements implicites qui interviennent dans la cognition musicale, et qui opèrent dans les domaines artistiques comme dans d'autres secteurs d'activités. La psychologie cognitive a montré combien le cerveau humain parvient à apprendre tacitement (c'est-à-dire par simple exposition aux

structures de l'environnement) des organisations d'une grande complexité, sans recourir à un apprentissage explicite (2). Il y a tout lieu de penser que ces apprentissages implicites interviennent également dans le domaine musical, et contribuent à développer chez les non-musiciens des compétences musicales beaucoup plus élaborées que ce que l'on considère habituellement.

La présente revue propose un regard sur l'apprentissage musical en soulignant la force du système cognitif, capable d'apprendre et de traiter des informations complexes à un niveau implicite. La première partie résume des recherches en sciences cognitives qui étudient les processus d'apprentissage implicite et la perception musicale chez l'auditeur non-musicien. Ces études montrent que les non-musiciens obtiennent généralement des bonnes performances, très souvent comparables à celles des musiciens. La deuxième partie offre des réflexions autour de l'apprentissage et de l'enseignement de la musique à l'école et au conservatoire. En partant d'un résumé sur les capacités multiples exigées d'un musicien, nous aborderons quelques aspects de l'enseignement musical en France et proposerons quelques pistes de réflexion autour de l'apprentissage musical qui font le lien avec les résultats issus de la recherche fondamentale. La troisième partie illustre à l'aide de quelques exemples l'utilisation de l'outil multimédia pour la musique (apprentissage, perception, compréhension, production). Ces illustrations sont fondées sur les avancées de la psychologie cognitive concernant l'acquisition des connaissances, leur représentation, l'influence de l'attention ainsi que l'interaction entre les modalités visuelle et auditive.

L'AUDITEUR NON-MUSICIEN : « UN EXPERT IMPLICITE DE LA PERCEPTION MUSICALE »

La musique est un art du temps qui combine de façon hautement structurée des événements différenciant en intensité, durée, hauteur, timbre et dynamique. Afin de comprendre les relations entre les sons, l'auditeur doit traiter les événements individuels, les mémoriser et les relier aux événements précédents. Un auditeur familiarisé par une exposition répétée à la musique ne perçoit pas une juxtaposition désordonnée d'événements sonores, mais des enchaînements cohérents et des mélodies organisées en différentes voix. Il développe des attentes et

anticipe la fin possible de la pièce. Les recherches en cognition auditive étudient comment les auditeurs parviennent à réaliser ces processus, et spécifient la manière dont les connaissances musicales sont acquises, représentées et utilisées dans la perception. La plupart des recherches s'intéressent à la musique occidentale tonale des XVIII^e et XIX^e siècles dont les régularités principales se retrouvent dans plusieurs styles musicaux (musique classique, pop, folk, jazz). Cette première section se limitera donc à la musique occidentale tonale. Notre compréhension des capacités cognitives liées à l'apprentissage et la représentation des connaissances musicales nous servira comme exemple afin d'envisager des hypothèses sur d'autres systèmes musicaux ainsi que leur apprentissage.

Apprentissage implicite et acculturation tonale

Une capacité remarquable du système cognitif consiste à devenir sensible aux régularités présentes dans l'environnement par simple exposition à ces structures. Ces processus d'apprentissage implicite permettent l'acquisition des connaissances sans qu'elles soient explicitement verbalisables (Seger, 1994), et plus encore, ils permettent l'acquisition des informations hautement complexes qui ne pourraient probablement pas être acquises de façon explicite (Reber, 1989). En laboratoire, l'apprentissage implicite est étudié avec un matériel qui obéit à des régularités statistiques définies par des grammaires ou langages artificiels. Une courte exposition à des séquences (de sons ou de lettres) issues d'un système artificiel permet à l'auditeur de devenir sensible aux régularités et de déterminer si des nouvelles séquences obéissent aux mêmes régularités. Malgré ces performances qui suggèrent l'apprentissage des caractéristiques inhérentes aux matériaux, les auditeurs ne sont pas capables d'expliquer leurs choix en lien avec les régularités sous-jacentes aux séquences étudiées.

Les régularités statistiques existant dans le système tonal sont évidemment plus complexes que les régularités étudiées au laboratoire. Mais comme la durée d'exposition est également plus longue pour des pièces musicales, l'acculturation tonale est vue comme un exemple écologique d'application de cette capacité cognitive d'apprentissage implicite. Plusieurs types de régularités du système tonal pourraient être à l'origine d'une représentation cognitive de ce système : des régularités de co-occurrence entre les sons, des régularités psychoacoustiques

inhérentes au son même, qui concourent avec les régularités de co-occurrence, et des régularités de fréquences d'occurrence des sons dans un contexte tonal donné. Voici un bref aperçu des régularités de co-occurrence : un nombre limité de sons est combiné de différentes façons afin de permettre la création d'une infinité de séquences. Les douze notes de la gamme chromatique définissent la base de création de deux niveaux de structures plus élevés (accords et tonalités). Des régularités de co-occurrences existent parmi les éléments d'un niveau et parmi les éléments de différents niveaux. Des groupes de trois notes apparaissent fréquemment ensemble et créent le niveau d'organisation des accords. De façon comparable, certains groupes d'accords sont utilisés plus fréquemment ensemble que d'autres groupes et définissent le niveau d'organisation des tonalités. Comme le système musical est basé sur un nombre limité d'éléments, le *même* événement (note, accord) change de fonction musicale avec le contexte dans lequel il apparaît. Cette caractéristique signifie que comprendre les structures musicales demande à l'auditeur de saisir cette dépendance contextuelle.

Les processus d'apprentissage implicite sont à l'origine des connaissances de l'auditeur sur son environnement sonore, y compris la musique. Ces connaissances permettent de développer des attentes perceptives sur les événements à venir, et ces attentes vont, selon les cas, faciliter ou retarder le traitement du signal. Les attentes perceptives facilitent notre adaptation à l'environnement et contribuent à la fluidité des communications verbales. Elles permettent de comprendre et de reconstituer des informations sonores (langage, sons de l'environnement) dans une situation ambiante bruitée (3). Pour la musique, les attentes jouent également un rôle essentiel dans l'expressivité musicale. Le compositeur (ou l'improvisateur) jouerait avec les attentes perceptives de l'auditeur en les résolvant plus ou moins tardivement et plus ou moins partiellement. Selon Meyer (1956), ce jeu avec les attentes serait à l'origine de l'expressivité musicale communiquée par l'œuvre.

Connaissances musicales implicites de l'auditeur non-musicien

Des recherches dans le domaine de la cognition musicale ont mis en évidence que l'auditeur non-musicien est sensible à des manipulations fines des structures musicales et peut être décrit comme « un

expert implicite de la perception musicale ». La comparaison des auditeurs musiciens et non-musiciens est importante pour l'hypothèse d'un apprentissage implicite du système tonal. Les musiciens possèdent une connaissance explicite de la théorie musicale et une longue pratique de la musique. Les non-musiciens sont simplement acculturés au système tonal par un contact répété avec le matériel musical. Des performances comparables pour des auditeurs de différents degrés d'expertise musicale soulignent que la simple exposition aux pièces musicales permet de développer des connaissances implicites du système tonal et de percevoir des relations entre les événements musicaux.

Les recherches (4) révèlent clairement que les auditeurs non-musiciens ont des connaissances sur les relations typiques de la musique tonale concernant les notes, les accords et les tonalités. Une simple exposition au matériel musical mène à des connaissances sur les hiérarchies à l'intérieur d'une tonalité (les hiérarchies tonales et harmoniques) et sur les distances entre les tonalités. Les résultats suggèrent que les procédures d'apprentissage implicite conduisent dans le domaine musical à développer une réelle expertise en l'absence de toute forme d'apprentissage explicite (Bigand, 2003a ; Tillmann, Bharucha & Bigand, 2000). Les études neurophysiologiques témoignent également de la sensibilité des non-musiciens aux structures musicales (Koelsch *et al.*, 2000).

Les mêmes notes sont perçues différemment en fonction du contexte

Une étude sur la perception des structures musicales utilise deux mélodies qui diffèrent uniquement par quelques notes au début des mélodies, les autres notes étant identiques (Bigand, 1990). La théorie musicale indique que les premières notes induisent deux tonalités qui déterminent des structures musicales différentes pour la suite de chacune des mélodies. Pour étudier la perception, on a demandé aux auditeurs d'évaluer sur une échelle en sept points le degré de « tension musicale » perçue sur chacune des notes. Si les jugements sont déterminés par les signaux acoustiques, ils devront se différencier uniquement pour le début des mélodies. En revanche, si les auditeurs comprennent les structures musicales, les jugements devront être entièrement différents pour les deux mélodies. Les résultats montrent que les auditeurs musiciens et non-musiciens sont sensibles aux changements contextuels : les mêmes notes sont jugées différemment en fonc-

tion des débuts des mélodies. Ces résultats ont été confirmés dans une tâche d'estimation de la quantité de changement entre deux mélodies présentées par paire. Peu de notes changées ont entraîné des surestimations jusqu'à 40 %, ce qui suggère que les mêmes notes sont perçues différemment en fonction de leur contexte.

Étudier les attentes musicales

Les exemples ci-dessus utilisent des tâches expérimentales avec des jugements explicites. Une autre approche consiste à sonder indirectement les connaissances de l'auditeur et leur influence sur la perception, notamment sans avoir recours à une terminologie musicale qui pourrait favoriser les sujets experts. Dans une tâche d'amorçage, on demande aux auditeurs d'effectuer un jugement perceptif dichotomique simple sur un événement musical dont le contexte de présentation est systématiquement manipulé. Par exemple, on leur demande de décider aussi rapidement que possible si un accord cible contient ou non une note fortement dissonante. Le point critique est de mesurer comment la réalisation de cette tâche perceptive est influencée par le contexte musical dans lequel la cible apparaît. L'hypothèse est que le contexte active les connaissances de l'auditeur ce qui permet de développer des attentes musicales sur les événements futurs. Si un événement attendu apparaît, la perception est facilitée. Par exemple, dans des séquences de huit accords, le dernier accord peut être fortement relié au contexte tonal (une tonique) et donc supposé être attendu par l'auditeur, ou moins relié (une sous-dominante) et supposé être moins attendu. La manipulation de contexte (dont les auditeurs ignorent l'existence et à laquelle la tâche expérimentale ne leur demande pas de prêter attention) affecte les réponses : les temps de réponses sont plus brefs pour des accords attendus que les accords moins attendus. Cette observation suggère que les auditeurs ont des connaissances musicales qui leur permettent de percevoir des structures musicales et d'anticiper la suite.

Perception des structures musicales chez l'enfant

Pour l'étude du développement des connaissances musicales, Zenatti (1981) et Imberty (1969) utilisent surtout des procédures expérimentales qui n'avaient pas été conçues pour sonder les processus implicites gouvernant la perception musicale. Par exemple, il a été observé qu'à partir de l'âge de dix ans, les enfants parviennent à différencier explicitement les fonctions

harmoniques des accords, comme les accords de dominante et de tonique (Imberty, 1969). Des études récentes commencent à appliquer des méthodes d'investigations implicites à la perception musicale de l'enfant et montrent que des tâches explicites ont mené à sous-estimer les capacités musicales. Le paradigme d'amorçage musical est utilisé avec une tâche de détection de phonème dans des séquences chantées (Bigand *et al.*, 2001) et les auditeurs doivent indiquer si le dernier accord est chanté sur un /di/ ou un /du/. Cette tâche expérimentale devient un jeu parfaitement réalisable pour des enfants de six ans. Leurs réponses sont influencées par la fonction musicale de l'accord. Ces résultats suggèrent qu'à partir de cet âge, les enfants (avec et sans formation musicale) ont des connaissances musicales implicites qui influencent leur perception.

Perception (et visualisation) des structures tonales

Les recherches montrent que l'auditeur non-musicien a acquis des connaissances implicites sur les régularités du système tonal par simple exposition à des pièces musicales dans la vie de tous les jours. Ces connaissances lui permettent de comprendre les structures musicales et d'anticiper des événements musicaux futurs. En psychologie cognitive, des représentations mentales des connaissances musicales ont été proposées, en partie inspirées par des traditions musicologiques. Des modèles topologiques représentent des sentiments de proximité et de distance entre les hauteurs. Lerdahl (2001) propose un système de représentation fondé sur un « espace tonal » où les trois niveaux de relations (notes, accords, tonalités) sont imbriqués les uns dans les autres (l'espace des notes dans l'espace des accords, l'espace des accords dans celui des tonalités). Cette théorie propose de considérer la musique en termes de chemins entre les événements musicaux et permet de calculer les distances psychologiques des événements (notes, accords). Pour une pièce musicale donnée, il est possible de calculer la distance entre deux événements à l'aide des indices provenant de l'espace des notes, des accords et des tonalités, et les modulations peuvent être prises en considération en se déplaçant plus ou moins loin dans l'espace des tonalités. Les pièces classiques contiennent de petits déplacements, les pièces romantiques des déplacements qui peuvent être grands et brusques. Ainsi, une pièce musicale peut être représentée comme un voyage dans l'espace tonal. Pour l'auditeur, les distances entre les événements créent des tensions et des détente, et les

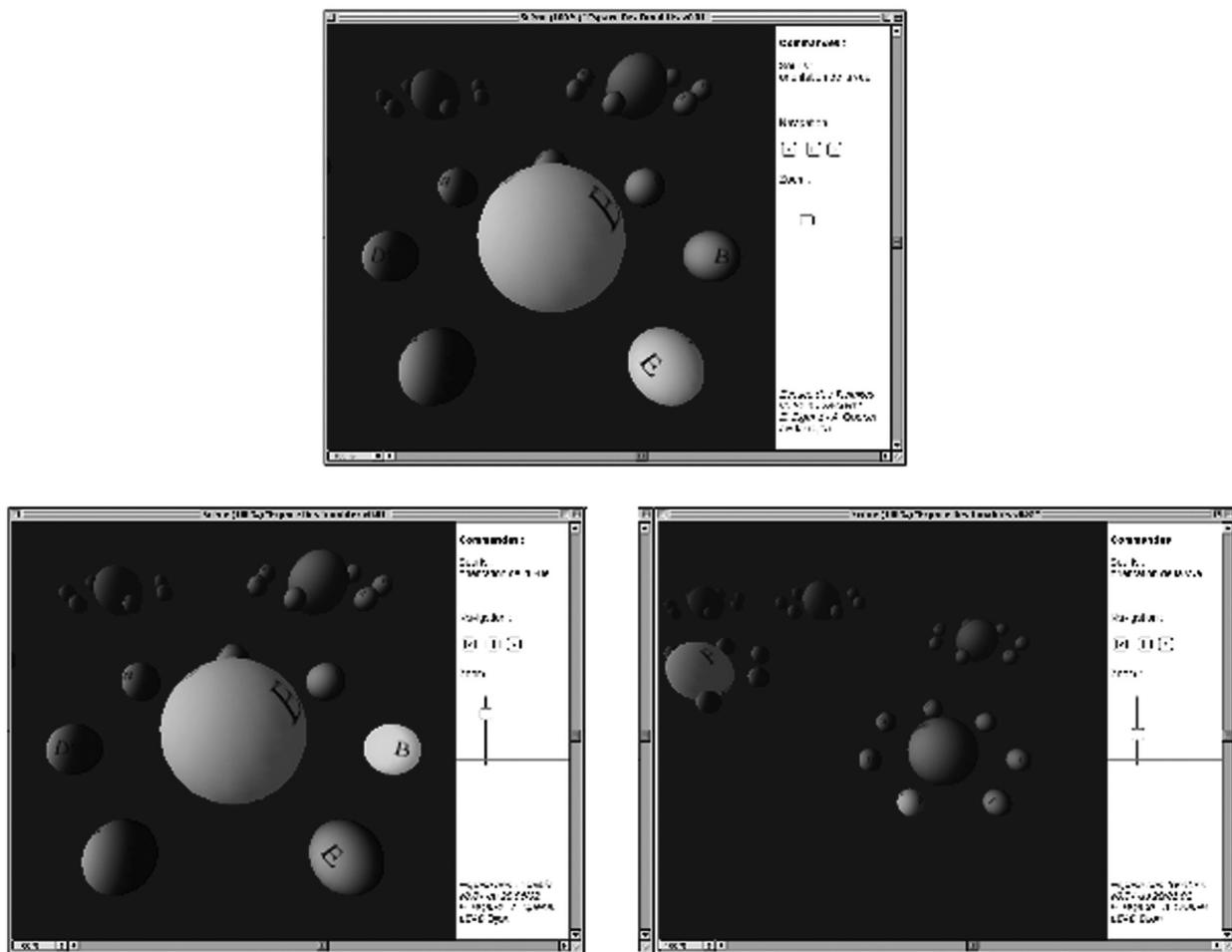


Figure 1. – Extraits d’une illustration du voyage dans l’espace des tonalités qui représente les accords sous forme de satellites gravitant autour des planètes « tonalités ». Trois moments d’une pièce musicale : tonalité de Mi Majeur avec accords de Mi majeur puis Si majeur, suivis de passages en Fa Majeur (à droite)

connaissances musicales servent à suivre le voyage de la pièce musicale. En réunissant la théorie de l’espace tonal avec les principes d’ergonomie cognitive (voir section 3), des animations vidéo ont été créées afin de visualiser de façon intuitive le « voyage tonal » pendant l’écoute de la pièce (Bigand, 2003b) (5). L’utilisateur est guidé en temps réel dans l’espace en fonction des changements de tonalité de l’œuvre. Lors de l’écoute, l’utilisateur se déplace dans un espace à trois dimensions autour de pla-

nètes et satellites – avec musique et déplacements synchronisés. Un grand changement des structures tonales est ainsi souligné par un grand déplacement dans l’espace, un plus petit changement articulé autour d’un déplacement plus restreint. Cette animation vidéo représente un outil didactique de l’écoute musicale qui combine recherches en cognition musicale et informatique. La section 3 présente plus en détail l’utilisation de multimédia en focalisant sur l’apprentissage des musiques contemporaines.

PÉDAGOGIE MUSICALE : APPRENDRE ET ENSEIGNER LA MUSIQUE

Un nouvel environnement musical

Il semble difficile de cerner les capacités d'un sujet défini comme « musicien » sans tenir compte des modifications qui ont affecté l'environnement dans lequel ce sujet s'est développé. Si la fixation de la musique sur un support n'est plus une nouveauté, son omniprésence dans l'environnement urbain et la facilité d'accès offerte par les nouvelles technologies ont modifié le rapport au musical et pèsent sur les situations d'enseignement-apprentissage. Aux musiques choisies dont l'écoute est intentionnelle, s'ajoutent les musiques subies ou plus ou moins désirées, tonales au sens large du terme (6), qui accompagnent notre vie quotidienne. Elles contribuent à l'acculturation tonale, sous une forme dont on peut regretter la pauvreté ou souligner, au contraire, la diversité stylistique. Leur influence sur les apprentissages implicites est incontestable. La multiplication des moyens d'accès à l'enregistrement a créé une situation inconnue des siècles précédents en faisant de l'écoute une activité parfois autonome, qui n'est plus nécessairement liée à la pratique instrumentale ou vocale ni à la fréquentation de la salle de concert. Dans tous les cas, les enseignants s'efforcent de tirer le meilleur parti de cette évolution.

Pour l'apprenant instrumentiste ou chanteur, la fixation par l'enregistrement des grandes interprétations du passé offre une énorme documentation qui peut orienter son travail et faciliter la représentation de l'œuvre à maîtriser. Mais la perfection technique des modèles proposés aura un effet stimulant ou paralysant en fonction du moment choisi dans la progression et de la capacité de l'enseignant à utiliser judicieusement les ressources documentaires. Au-delà de la stricte pratique, les nouvelles technologies proposent d'efficaces outils d'exploration des œuvres et de l'environnement sonore, grâce auxquels l'auditeur devient acteur dans le processus de découverte. C'est un champ largement ouvert aux pédagogues, à condition qu'ils procèdent à l'ajustement de l'utilisation de ces nouveaux outils à des objectifs bien définis (voir, *infra*, « Utilisation du multimédia pour l'apprentissage de la musique », ainsi que Couprie, 2005).

La conséquence la plus évidente de la nouvelle donne provoquée par les avancées technologiques est la diversification des accès à la musique : les tâches de production – chant, jeu instrumental, écri-

ture – voies autrefois privilégiées, sont désormais insérées dans un courant puissant où la réception ne se limite plus à une conception passive de l'écoute. L'obtention d'un meilleur équilibre entre performance et perception passe par l'étude systématique des interactions entre ces deux domaines, et une évaluation plus précise des capacités développées par les auditeurs non-praticiens. Un effort de clarification et de divulgation des données actuellement disponibles (Drake & Rochez, 2003) présenterait un grand intérêt pour tous les acteurs de l'enseignement musical, quel que soit le cadre dans lequel ils exercent leur fonction. C'est sur les particularités de cet enseignement musical, en France, que nous insisterons maintenant.

Une organisation bicéphale

Pour des raisons historiques, l'enseignement musical spécialisé relève principalement des collectivités territoriales, avec un contrôle pédagogique exercé par le ministère de la Culture (7). Cette tutelle va du simple agrément pour les Écoles municipales de musique agréées (EMMA) à des normes plus strictes pour les Écoles nationales de musique (ENM) et surtout les Conservatoires nationaux de régions (CNR) (8). Les enseignants qui exercent dans les ENM et CNR sont titulaires d'un Diplôme d'État (DE) ou d'un Certificat d'aptitude (CA) pour les plus qualifiés. La mission de cet enseignement consiste à former des praticiens amateurs et des musiciens professionnels. Les restrictions sévères qui limitent les débouchés offerts aux musiciens professionnels ont entraîné des adaptations avec une orientation plus nette vers la pratique des amateurs.

L'enseignement musical de masse ou éducation musicale relève de l'Éducation nationale. Ses missions sont clairement exposées dans les textes officiels. Il est assuré dans l'enseignement secondaire par des professeurs titulaires du CAPES et de l'Agrégation pour les plus qualifiés, nommés principalement dans les collèges, et dans certaines sections en lycée. C'est dans les collèges que l'éducation musicale a connu les plus grands changements, tant dans ses contenus que dans ses méthodes, en dépit de l'image désuète que les médias s'obstinent à donner de cette discipline. Les efforts considérables effectués dans ce cadre ont été récemment fragilisés par un projet dans lequel l'éducation musicale serait devenue optionnelle en classe de troisième. La place de la musique dans l'enseignement général reste donc une cause à défendre. Dans l'enseignement élémentaire, la situation est extrêmement variable, voire

précaire. Si les professeurs des écoles reçoivent une formation musicale à l'IUFM, sa durée varie fortement d'un établissement à l'autre. Dans ces conditions, l'aisance de ces enseignants dans les activités musicales demeure fortement tributaire de leur parcours personnel. Ces tâches sont en partie assurées en liaison avec des intervenants titulaires du Diplôme universitaire de musicien intervenant (DUMI) (9), mais ces musiciens, très présents dans certaines régions, sont pratiquement inconnus dans d'autres. Quant à la ville de Paris, elle a confié cet enseignement à un corps de fonctionnaires spécifiquement formés, les professeurs de musique de la ville de Paris (Fijalkow, 2003).

On retiendra que l'enseignement spécialisé et l'éducation musicale sont complémentaires et indispensables à la vie culturelle du pays comme à l'épanouissement des futurs citoyens. Dans les deux filières s'expriment des craintes face à une éventuelle dérive de leurs missions respectives ou à une fragilisation de leur statut dans le système éducatif. L'un et l'autre reposent sur un substrat commun dans lequel la cognition auditive joue un rôle décisif, bien que largement ignoré. La complexité des interactions entre les processus de production et de perception n'autorise pas un balayage des problèmes rencontrés, et l'inventaire des qualités et des faiblesses dans les deux filières de l'enseignement musical français n'est pas notre propos. On n'abordera ici que quelques aspects concrets.

Quelques pistes de réflexion

Le très bon niveau des instrumentistes formés dans les écoles de musique et conservatoires français est incontestable. C'est le fruit d'un travail orienté essentiellement vers la performance instrumentale et le respect de la partition. Mais l'excellence obtenue s'accompagne d'une surprenante absence d'autonomie des musiciens dès qu'ils sont privés de partition. La plupart sont désarmés devant l'improvisation, même au stade le plus élémentaire, ce qui provoque un certain malaise et souvent des abandons, les élèves frustrés préférant s'orienter vers d'autres pratiques. Comment préserver l'excellence sans tuer dans l'œuf tout désir d'expression personnelle, même très modeste ? La question est difficile et il n'y a pas de réponse toute faite. La discipline quotidienne liée à l'étude d'un instrument devrait laisser un espace à la libre manipulation des structures musicales, dès la petite enfance. Cette phase exploratoire mérite plus d'attention, et elle se poursuivra, sous des formes

plus élaborées, durant l'adolescence et jusqu'à l'âge adulte si elle rencontre de la part des enseignants compréhension et encouragements. C'est rarement le cas, pour deux raisons : d'abord le temps accordé à l'élève est parfois trop bref pour que le professeur puisse consacrer une plage de quelques minutes à cette activité ; ensuite l'expérience personnelle de l'enseignant est souvent limitée dans ce domaine, quand elle ne lui a pas été brutalement interdite. Le système a donc tendance à reproduire des musiciens de profil identique, parfaits exécutants. Le problème est évacué, sauf chez les organistes, lorsque l'improvisation figure dans leur cursus. Le développement récent des classes de jazz dans les conservatoires apporte une solution très intéressante. Pour les autres élèves, la question reste en suspens. Elle resurgit lorsque certains d'entre eux abordent les classes d'écriture ou sont confrontés à l'harmonisation au clavier. On constate que l'élève « n'entend pas ce qu'il écrit » ou qu'il semble « bloqué » devant le clavier.

Si l'on tente de remonter à la racine, plusieurs hypothèses sont envisageables, aucune cause ne pouvant expliquer, seule, ces difficultés. Dans le souci louable d'améliorer le réflexe « œil-doigt » en raccourcissant le délai entre la lecture du signe sur la partition et l'exécution instrumentale, on ne prend plus le temps de vérifier si la *représentation* de l'élève est correcte en lui faisant chanter ou décomposer vocalement le passage litigieux (Drake, McAdams & Berthoz, 1999). Un tel court-circuit pédagogique a des conséquences lointaines, certains élèves développant jusqu'à un niveau avancé des stratégies de compensation reposant essentiellement sur l'information visuelle et les processus sensori-moteurs. Ce mode de fonctionnement, observé chez les débutants (Goasdoué, 2001), engendre à long terme une dépendance excessive de la partition.

Le passage – fort heureux – de l'ancien solfège à l'actuelle « formation musicale » s'est accompagné d'un développement parallèle des pratiques collectives, dont on ne peut que se réjouir. Chanter en groupe est une source de plaisir et les avantages de cette activité ne sont plus à démontrer. Toutefois elle ne dispense pas des prestations vocales individuelles et régulières qui permettent de vérifier que la structuration de l'espace des hauteurs est correcte. Si cette précaution n'est pas prise une malheureuse coïncidence avec le court-circuit pédagogique éventuel évoqué plus haut, produira des effets d'autant plus désastreux qu'ils seront découverts tardivement.

L'absence d'autonomie n'est qu'un révélateur d'une difficulté plus générale : la compréhension et la manipulation des structures harmoniques est un obstacle majeur sur lequel viennent buter beaucoup d'apprenants, en fin de cursus. Contrairement aux idées reçues, ces problèmes existent aussi chez les pianistes. Le constat est paradoxal, si l'on prend en considération les multiples études qui montrent la puissance des apprentissages implicites et la finesse de la perception des simples auditeurs. Chez certains sujets, les apprentissages explicites semblent bloquer des mécanismes que l'on peut pourtant acquérir implicitement. Ce blocage, habituel dans la première phase d'un apprentissage, devrait disparaître par la suite, l'apprenant récupérant ses acquis de façon à les utiliser librement. L'émancipation ne se produit pas pour un nombre important de sujets, alors que d'autres y parviennent aisément et atteignent par ailleurs un très haut degré de performance en dictée musicale, exercice très prisé dans l'enseignement français. On constate d'énormes disparités dans la qualité de la formation de l'oreille, que l'on ne peut imputer à la seule variabilité des sujets : la façon dont les enseignants ont été eux-mêmes formés, leur propre compréhension de la tonalité en tant que système sont des éléments à prendre en compte.

Découvrir la pierre d'achoppement dans le système d'enseignement-apprentissage serait un travail de longue haleine, qui mobiliserait des chercheurs de plusieurs disciplines. Mais il serait vain et dangereux d'attendre de la recherche un remède ou une recette. En interrogeant la psychologie et les neurosciences, on trouvera des explications, mais en aucun cas des prescriptions. Les recherches peuvent nourrir la réflexion et la pratique du pédagogue, mais c'est à lui que revient en dernier lieu le choix des actes pédagogiques décisifs. Pour qu'il puisse effectuer ce choix en pleine connaissance, il est souhaitable d'améliorer la circulation transversale de l'information scientifique et de développer les interfaces qui actuellement font cruellement défaut, tant dans les structures de formation que dans les opérations de formation continue des enseignants en activité.

Dans l'hypothèse très optimiste où ces objectifs seraient atteints, la prudence resterait de mise : la nature spécifique des savoir-faire et des savoirs musicaux transforme profondément les processus de transposition didactique (Chevallard, 1985 ; Johsua, 1997), et la relation très particulière entre l'enseignant et l'élève, propre au cadre de l'enseignement spécialisé, requiert une approche fine, plutôt qu'un interventionnisme maladroit ou déplacé.

En résumé, on avancera sans grand risque qu'il est préférable de prendre appui sur les apprentissages implicites que de les combattre, et cette affirmation vaut également pour l'éducation musicale dans l'enseignement général, notamment au niveau où cette discipline fait l'objet des discussions les plus fréquentes, en quatrième et troisième (10). L'acculturation tonale des élèves qui peuplent ces classes est pourtant suffisante pour donner accès au grand répertoire. Il n'y a pas d'obstacle cognitif qui interdise l'approche d'une courte pièce de Bach ou de Brahms. Les réticences sont d'une autre nature, et c'est finalement la façon dont le pédagogue va amener et conduire l'écoute qui déterminera le succès ou le rejet (Madurell, 1996 ; Bigand, Madurell & McAdams, 1998). Il en va tout autrement lors de l'indispensable approche de langages musicaux pour lesquels ces apprentissages implicites sont inexistantes, parce que ces musiques sont absentes de l'environnement quotidien des apprenants : musiques d'autres cultures, musiques savantes d'aujourd'hui, par exemple. Dans ce dernier cas, l'enseignant pourra, s'il dispose du matériel nécessaire, bénéficier de la puissance des nouvelles technologies et se livrer à un véritable travail multimédia. Bien menée, cette démarche emportera l'adhésion des élèves.

UTILISATION DU MULTIMÉDIA POUR L'APPRENTISSAGE DE LA MUSIQUE

Principes généraux pour l'écriture multimédia

Les premières réalisations multimédias pour présenter un contenu musical apparaissent au début des années quatre-vingt-dix. Quelques artistes de rock comme Peter Gabriel (*Xplore*, édité par le label Realworld) s'étaient aventurés à expérimenter ce nouveau support (CD-ROM) dans une optique à la fois créative et commerciale. Les premières publications françaises de CD-ROM à contenu musical ont été conçues comme des moyens de diffuser des connaissances générales et de favoriser l'accès à la culture. C'est dans cette optique qu'est apparu le premier titre français en 1995 (*Monet, Verlaine, Debussy*, édité par Arborescence), une encyclopédie multimédia mettant en convergence l'art, la musique et la poésie. En une dizaine d'années, le nombre de titres s'est considérablement accru et les contenus se sont diversifiés (de l'éveil musical à la présentation d'un répertoire spécifique, en passant par la forma-

tion musicale, etc.), ainsi que les supports (DVD, Internet).

Dans la majorité des cas, ces produits privilégient une interface graphique attractive et une forme de présentation ludique, quelques fois proches des jeux vidéos. Ceci est particulièrement vrai pour les CD-ROM d'éveil musical qui poussent le pseudo-ludique à tel point que l'efficacité de l'apprentissage s'en trouve parfois réduite à une peau de chagrin. Dans leur grande majorité, les CD-ROM de formation musicale se contentent souvent de transposer, de façon plus ou moins convaincante, les méthodes traditionnelles de la pédagogie musicale pratiquée dans les écoles de musique et les conservatoires (11). Les CD-ROM de connaissances générales présentent souvent les aspects extérieurs à la musique (biographie, contexte social et historique) au détriment d'une écoute approfondie des œuvres. Certains CD-ROM, oubliant tout souci d'innovation dans le multimédia, se satisfont même de simples présentations de textes associés d'images fixes où le son n'est en définitive qu'un élément additionnel. Finalement rares sont les CD-ROM (12), qui proposent à l'utilisateur de plonger véritablement dans la musique et qui se chargent de l'aider à en intégrer les structures (13). Il est donc temps d'avoir une réflexion sur l'outil dont les potentialités éducatives sont actuellement sous-exploitées. La question se pose de savoir comment et pourquoi utiliser les ressources du multimédia si l'on veut vraiment proposer des outils éducatifs performants. Nous allons donc présenter quelques principes qui nous semblent fondamentaux pour l'écriture multimédia dédiée à l'apprentissage de la musique et qui seront illustrés par des outils d'écoute de la musique contemporaine réalisés au Laboratoire d'étude de l'apprentissage et du développement (LEAD) (14).

Le principe d'affordance

Le premier principe est que les outils d'apprentissage de la musique doivent partir des formats de représentation immédiats des non-experts et combiner de façon avantageuse les possibilités de représentation multimodales pour faire évoluer les représentations initiales vers celles des experts (*principe d'affordance*). La multimodalité devrait être utilisée comme un moyen puissant d'explicitation la structure de systèmes complexes et pour permettre à l'utilisateur d'élaborer avec aisance une représentation mentale du système compatible avec celle des experts. En ce qui concerne le projet réalisé au LEAD, il s'agissait de permettre l'accès à un système musical réputé complexe – en l'occurrence, la musique contempo-

raire souvent affublée de l'étiquette inaudible et élitiste –, mais par là-même d'une grande potentialité éducative. L'accès à cette musique par simple diffusion (en concert ou à la radio), même accompagnée d'explicitations musicologiques, ne semble pas être suffisant pour la faire apprécier. Elle constitue donc la situation idéale pour expérimenter une approche multimédia d'un système complexe.

Réduction des informations et optimisation des modes de présentation

Un des principaux écueils du multimédia est une surcharge des modes de présentation. La multiplication des formats de présentation des informations (texte, images, animations, vidéo, son, voix off, etc.) entraîne souvent un coût cognitif important pour l'utilisateur comparativement au faible gain en terme d'apprentissage. Cette profusion des formats a souvent abouti à une explosion de la quantité d'informations présentées à l'apprenant, sans analyse objective de l'adaptation des formats de représentation utilisés ni de la combinaison des modalités d'apprentissage (visuelles, sonores, linguistiques) disponibles dans les outils proposés. Cette surcharge informative s'accompagne également souvent d'une organisation des connaissances exposées reposant sur des modèles inadaptés par rapport à l'état initial des connaissances dont disposent les apprenants.

Le deuxième principe fondamental pour l'élaboration d'outils multimédias d'apprentissage est donc la réduction de la quantité d'informations et l'optimisation des modes de présentation de ces informations. Un bon usage de la multimodalité, particulièrement de l'interaction entre le visuel et l'auditif, favorise les processus attentionnels, aide la mémorisation du matériau musical et développe la capacité à se représenter les structures musicales. En musique, il existe plusieurs formats de représentation du phénomène sonore. La partition est le format le plus connu. Cependant, son déchiffrement nécessite des connaissances solfégiques et une pratique régulière. Il existe d'autres formats de représentation musicale : la tablature des instruments à cordes ou, depuis l'apparition des nouvelles technologies, les sonagrammes (représentation du spectre), les formes d'ondes (représentation de l'amplitude), les pistes d'un logiciel de montage et le piano-roll d'un séquenceur. Tous ces formats peuvent, bien sûr, être employés avec profit dans l'écriture multimédia, mais ils nécessitent souvent des connaissances expertes de la part de l'utilisateur.

Pour le projet réalisé au LEAD, nous avons cherché des représentations graphiques qui peuvent remplacer avantageusement les formats de représentation des experts. Ces graphismes sont constitués de formes simples qui symbolisent un ou plusieurs éléments d'écriture musicale (un contour mélodique, une texture, une densité harmonique, une phrase rythmique, etc.). La contrainte principale est que ces formes ne doivent pas imposer un codage supplémentaire – ce qui irait à l'encontre des objectifs poursuivis – mais induire la structure de la musique de façon intuitive et directe. Les autres formats de représentation, qui nécessitent des connaissances expertes, n'interviennent jamais dans la présentation initiale d'un extrait musical. Les figures 2 et 3 montrent deux formats de représentation d'une séquence d'accords de la pièce *Couleurs de la Cité céleste* d'Olivier Messiaen. La constitution en termes de notes est identique pour les treize accords. C'est la registration, la durée et l'affectation des sons aux différents instruments qui donnent l'impression d'une succession de couleurs sonores. L'extrait a été représenté par des blocs de couleurs (15) dont la largeur correspond à la durée de l'accord, la hauteur symbolise l'étendue de l'accord (de la note la plus grave à la plus haute) et la position sur l'échelle (à gauche) représente le registre et l'étendue de l'accord. L'apparition des blocs est synchronisée avec le son. Avec ce type de représentation, il est facile, pour tout auditeur non-expert, d'extraire le degré de similarité entre certains accords (le premier et l'avant dernier accord sont similaires en contenu, mais pas en durée). Si l'utilisateur prend connaissance de façon intuitive de la structure externe de la séquence avec ce type de représentation, celui-ci ne suffit cependant pas à donner une représentation précise du phénomène sonore. La figure 3 représente la même séquence d'accords avec le format traditionnel de la partition pour expliciter la structure interne des accords. Pour mieux focaliser l'attention sur la structure harmonique, la durée réelle des accords a été remplacée par une durée factice égale pour tous les accords. Cependant, plus que la représentation graphique du son, ce qui a été privilégié ici, c'est d'offrir la possibilité à l'utilisateur de déconstruire la structure musicale. Il peut écouter au choix : la séquence, chaque accord séparément, des groupes d'instruments à l'intérieur des accords ou chaque note de l'accord.

Synthèse des connaissances et mise en scène du contenu

Un autre principe fondamental de l'écriture multimédia est qu'elle vise à synthétiser un ensemble de

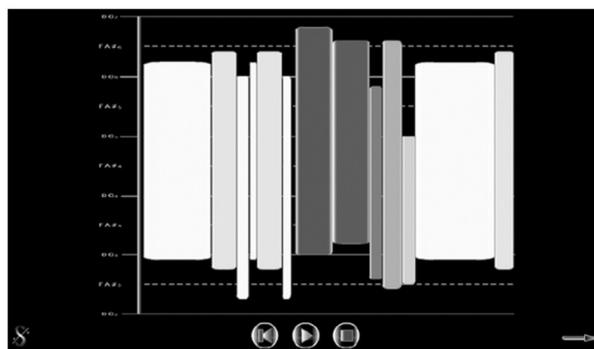


Figure 2. – Représentation graphique d'une séquence d'accords de *Couleurs de la Cité céleste* d'Olivier Messiaen

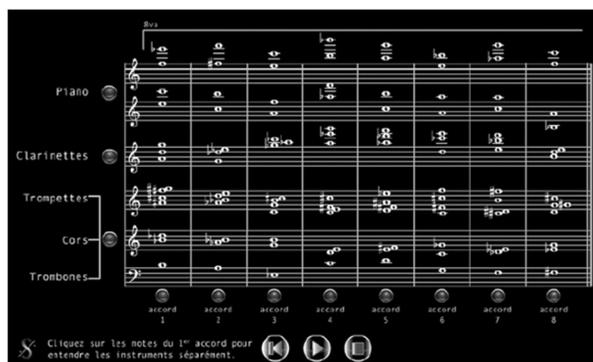


Figure 3. – Représentation en partition de la séquence d'accords de la figure 2

connaissances pour les rendre accessibles aux non-experts et qu'elle doit présenter ces connaissances par une mise en scène adaptée aux utilisateurs. La nature de l'outil d'apprentissage multimédia ne doit être ni encyclopédique, ni pseudo ludique. Une partie de son efficacité éducative tient dans cette quadrature du cercle : être suffisamment précis et complet pour apporter de réelles connaissances, tout en étant attractif sans tomber dans le pur amusement ou la simple initiation. Dans le cas de la musique (et surtout de musiques complexes), il est particulièrement important de se poser la question de la perceptibilité des structures musicales. Il s'agit de savoir exactement ce que l'on veut faire entendre. Dans notre projet, les deux œuvres ont été choisies en fonction des problèmes cognitifs qu'elles posent (relatifs à leurs différences esthétiques). La première pièce, *Couleurs*

de la *Cité Céleste* d'Olivier Messiaen, est représentative d'une esthétique où la couleur et le timbre sont les préoccupations essentielles. Elle est composée avec une grande diversité de matériaux musicaux qui se succèdent dans une mosaïque sonore. La deuxième pièce, *Eight Lines* du compositeur américain S. Reich, appartient à l'esthétique de la musique répétitive. Cette pièce est construite avec un minimum de matériau musical, celui-ci étant répété et subissant des transformations progressives. Globalement, le premier outil multimédia doit favoriser la catégorisation et la mémorisation des matériaux, puis faire émerger une représentation de l'organisation temporelle, alors que dans le deuxième, il s'agit de faire entendre la diversité à l'intérieur du *continuum* répétitif et de faciliter les processus de discrimination des flux auditifs.

Une fois choisies les connaissances à synthétiser, il est nécessaire de les présenter de façon la plus adaptée possible aux utilisateurs. Les scénarios de navigation doivent permettre d'accéder facilement aux différentes activités, de conduire un apprentissage progressif et de relier de façon pertinente les informations. Il est aussi important d'avoir un accès immédiat, ou le plus rapide possible, à n'importe quelle page de l'outil multimédia que de guider l'utilisateur dans son cheminement. Nous avons choisi un scénario en étoile autour d'une page centrale. Celle-ci est constituée d'une représentation animée de la structure formelle de l'extrait musical, et d'icônes ouvrant l'accès à différents chemins qui explorent chacun un aspect de la pièce. La navigation se fait soit autour de cette page centrale vers laquelle on revient toujours, soit par des liens qui amènent directement d'une page à une autre. La figure 4 montre la page principale de l'outil multimédia dédié à *Couleurs de la Cité céleste* d'Olivier Messiaen. On peut voir la représentation de la structure formelle de la pièce sous forme d'une rosace et huit icônes qui permettent d'accéder aux huit chemins (l'œuvre, le compositeur, l'Apocalypse, le plain-chant, les couleurs, les oiseaux, l'orchestre et la forme).

Les principes d'élaboration des outils d'apprentissage de la musique que nous venons d'exposer ne sont pas spécifiques à la musique. Il s'agit maintenant d'aborder des problèmes plus spécifiques à la présentation de contenus musicaux.

Propositions pour une écoute analytique et active

Un des problèmes cruciaux posé à la pédagogie de l'écoute est celui de l'attention. La perception des



Figure 4. – Représentation de *Couleurs de la Cité céleste* d'Olivier Messiaen

structures musicales est fortement dépendante de la façon dont les processus attentionnels vont être mis en œuvre par l'auditeur. Dans les cas les plus simples, ces processus attentionnels sont guidés par la musique elle-même (lorsque, par exemple, le compositeur met en valeur la mélodie principale par un accompagnement discret) ou par le jeu de l'interprète (lorsque celui-ci choisit de mettre en valeur tel ou tel élément de structure). Cependant, la plupart du temps, la musique possède une structure complexe et rendue délibérément ambiguë par les compositeurs. Souvent, la musique est constituée de plusieurs parties instrumentales simultanées. L'écoute de ces parties instrumentales reste très difficile pour tout auditeur non-expert, puisque le système attentionnel humain semble extrêmement contraint dans sa capacité à partager l'attention. La formation de l'oreille musicale repose en grande partie sur le développement de ces capacités d'attention partagée et sélective. Contrairement aux méthodes traditionnelles qui exercent avec peine ces capacités (16), l'outil multimédia offre la possibilité de focaliser l'attention sur tel ou tel élément de la structure musicale. Qui plus est, une exposition répétée à ce type d'environnement, où l'apprenant doit s'exercer à diriger son attention, doit pouvoir conduire à une amélioration des capacités attentionnelles. Une partie de notre projet a consisté à chercher dans les ressources du multimédia des moyens de guider les processus attentionnels et, au-delà, de favoriser la mémorisation et la compréhension des structures musicales.

La représentation graphique de la structure formelle du début de *Couleurs de la Cité Céleste* (figure 4) a été conçue, d'une part, pour favoriser la reconnaissance et la mémorisation des matériaux musicaux, et d'autre part pour faciliter la représentation mentale d'une structure formelle assez complexe dans laquelle de courtes séquences musicales se succèdent à la façon d'une mosaïque qui se construirait sous nos yeux. Cette page ne contient aucune explication de nature textuelle, et seule l'interaction entre le visuel et l'auditif se charge de faire émerger la connaissance. Le choix d'une représentation circulaire correspond à la forme d'une œuvre qui n'a fondamentalement ni début ni fin et dont les matériaux reviennent cycliquement. Chaque pièce du vitrail correspond à une séquence musicale. Chaque couleur représente un type de matériau musical (par ex. bleu pour les chants d'oiseaux). Des nuances de couleurs différencient les variations à l'intérieur de chaque catégorie de séquence. L'animation s'inspire des processus cognitifs d'attention et de mémorisation. Au début de l'animation, la rosace est vide. Au fur et à mesure du déroulement de la musique, les espaces vides se remplissent jusqu'à ce que le vitrail soit complètement rempli (toutes les séquences ont été jouées). Lorsqu'une séquence est finie la pièce du vitrail qui la représente s'assombrit progressivement (environ six à sept secondes, en fonction de la durée maximum du *présent perceptuel* ; cf. Fraisse, 1957). La clarté de la pièce du vitrail se fige à un taux très bas comme s'il en restait une trace lointaine en mémoire. Lorsqu'une séquence identique revient, la pièce précédemment activée est réactivée brièvement puis retourne en *stand-by*. Cet artifice multimédia favorise la catégorisation et la mémorisation des matériaux. Il permet également d'établir des liens de similarité et donne par là même du sens à la structure formelle qui se déroule sous les yeux de l'utilisateur.

Cet exemple a montré comment il est possible de focaliser l'attention sur des événements séquentiels. Il est également utile de focaliser l'attention de l'utilisateur sur des événements simultanés. La figure 5 montre la représentation animée de la structure formelle du début de *Eight Lines* de Steve Reich. À la différence de la pièce de Messiaen représentée par un vitrail, celle de Reich, dont le déroulement suit une trajectoire linéaire, est représentée par huit lignes. Des pavés rectangulaires colorés indiquent le moment d'apparition et la durée d'intervention de chaque partie. La synchronisation entre le son et l'image est visualisée par un marqueur vertical. Lorsqu'un instrument est actif, son pavé coloré s'éclaircit. Dans la figure 5, les parties instrumentales actives



Figure 5. – Représentation d'un extrait d'*Eight Lines* de Steve Reich

sont les parties d'alto et de violoncelle (en bas), de clarinette basse et de flûte (en haut). À l'intérieur du pavé, des animations graphiques, toujours synchronisées à la musique, émergent pour focaliser l'attention vers la structure mélodique et rythmique de la partie instrumentale. Les points indiquent le nombre, la durée et la hauteur des notes, les traits profilent le contour mélodique.

D'autres moyens existent pour favoriser une écoute analytique. Les nouvelles technologies offrent de nombreuses possibilités pour manipuler le son (transposition, contraction ou étirement temporel, filtrage, etc.). Il est ainsi possible de séparer les voix d'une polyphonie soit en isolant certains partiels pour mettre en évidence un élément peu audible (17), soit en enregistrant les parties instrumentales en *re-recording* ou, lorsque cela n'est pas possible, en les reconstituant avec un séquenceur et un échantillonneur (18). Les fichiers sonores obtenus avec ces techniques peuvent ensuite être intégrés à l'écriture multimédia afin de favoriser une écoute analytique, l'utilisateur ayant la possibilité d'écouter, à l'aide de boutons d'action, des extraits musicaux en décomposant ses parties constitutives.

C'est certainement cette voie qui est la plus prometteuse pour les années à venir. Déconstruire – une composition, un procédé d'écriture, une sonorité instrumentale, etc. – offre la possibilité de révéler les structures et conduit, par conséquent, à une meilleure appropriation du contenu musical. Par ailleurs, le processus inverse – reconstruire une pièce musicale, un timbre, etc. – est lui aussi extrêmement formateur, d'autant plus qu'il apporte une dimension créatrice (19).

L'interaction avec le sonore, grâce aux interfaces du multimédia, va alors développer une écoute active et provoquer une expérience qui va modifier en profondeur la perception de la structure musicale.

CONCLUSION

La puissance des apprentissages implicites est sans doute une contribution majeure des recherches sur la cognition musicale. Elle réduit l'écart entre l'auditeur non musicien et l'expert et conduit à interroger les pratiques pédagogiques courantes, tant dans les conservatoires que dans l'enseignement général. En combinaison avec les apports de la psychologie et de l'ergonomie cognitives concernant l'apprentissage explicite, la mémoire et l'attention, elle fournit une base scientifique solide à une utilisation exigeante et

contrôlée de l'outil multimédia et offre l'occasion d'échanges que l'on peut espérer fructueux entre praticiens et chercheurs.

Barbara Tillmann

barbara.tillmann@olfac.univ-lyon1.fr

Neurosciences et systèmes Sensoriels

UMR 5020, CNRS-université Claude Bernard Lyon 1

François Madurell

francois.madurell@paris4.sorbonne.fr

université Paris IV-Sorbonne

Philippe Lalitte

philippe.lalitte@leadserv.u-bourgogne.fr

Emmanuel Bigand

bigand@u-bourgogne.fr

Laboratoire d'étude de l'apprentissage
et du développement

UMR 5022, CNRS-université de Bourgogne

NOTES

- (1) Il apparaîtrait difficile d'affirmer que seuls les experts en linguistique goûtent pleinement la richesse d'un roman ou d'un poème, ou que seuls les œnologues distingués sont compétents pour apprécier le bon vin.
- (2) Ces processus d'apprentissage implicite permettent, par exemple, à un enfant d'apprendre sa langue maternelle par une simple exposition dans la vie de tous les jours.
- (3) Emmanuel Bigand, Philippe Lalitte, François Madurell et Marion Pineau (Laboratoire d'étude de l'apprentissage et du développement, CNRS-université de Bourgogne) en interaction avec des éducateurs spécialisés de réhabilitation auditive ont développé une plate-forme de jeux d'écoute pour comprendre et agir sur le monde sonore. La plate-forme se base sur un mode ludique et conserve les formats de jeux habituels d'enfants (images, figurines d'objets réels, pions de jeux) tout en étant pilotée par un ordinateur. L'objectif est de développer la sensibilité de l'enfant pour le monde sonore (et musical) et les capacités perceptives d'analyse de l'environnement auditif. Un ensemble de jeux pour des enfants de deux à cinq ans est proposé (jeux d'identification, de discrimination et de mémorisation).
- (4) Dans la majorité des recherches, l'opposition est institutionnelle. Le terme « musicien » désigne des étudiants de conservatoires nationaux de musique (niveaux fin d'étude et préparatoire supérieur), ou des étudiants de musicologie en fin d'étude (niveaux licence et maîtrise). Ces étudiants ont suivi pendant plusieurs années (dix en moyenne) des enseignements de techniques musicales et instrumentales. Les « non-musiciens » sont des étudiants de même âge n'ayant aucune autre expérience musicale que celle de l'enseignement de culture générale des collègues français.
- (5) Pour un exemple animé d'un voyage à travers l'espace tonal, cf. la page suivante sur internet : <http://www2.u-bourgogne.fr/LEAD/people/bigand/chop063.htm> (consulté 8 juillet 2005)
- (6) Bien que l'influence modale des musiques ethniques soit sensible.
- (7) Cela ne va pas sans contradictions. Voir à ce propos Ganvert, 1999.
- (8) La modification éventuelle des normes de classement de ces établissements provoque actuellement de vifs débats.
- (9) La formation, cogérée par les ministères de la Culture et de l'Éducation nationale, est assurée dans les Centres de formation pour musiciens intervenants (CFMI).
- (10) L'argument selon lequel les élèves de cet âge seraient capables d'effectuer des choix dans les disciplines artistiques est fallacieux.
- (11) Le CD-ROM *10 jeux d'écoute* (Serra, 2000) est un cas isolé. Les choix faits par les concepteurs sont très judicieux car ils ne se contentent pas de proposer des exercices de lecture de notes ou de dictées musicales. Les jeux de formation de l'oreille, conçus dans une optique plus perceptive que didactique, s'étendent à des catégories complètement ignorées par les autres produits bien qu'essentiels dans la perception musicale (morphing de thèmes musicaux, localisation de sources sonores dans l'espace).
- (12) Comme, par exemple, *Promenade en musique* (Aubert, 1995), *Prisma* (Saariaho, 1999), *La musique électroacoustique* (Auger & Koechlin, 2000), *Les Pygmées* (Bahuchet & Epelboin, 1998), *Les unités sémiotiques temporelles* (Favory et al., 2002), *Folk Songs* (Berio, 1968), *Miserere* (Pärt, 1990), etc.
- (13) Outre le manque de réflexion et d'innovation sur l'emploi du multimédia, une des raisons de cet état de fait est purement économique. Les éditeurs préfèrent publier des titres généralistes sensés couvrir un large public. C'est pourquoi les outils multimédias d'aide à l'écoute de la musique tendent actuellement à se développer sur Internet. Il existe aujourd'hui des sites qui proposent des animations multimédias de très bonne qualité comme, par exemple, la Cité de la Musique, en particulier « Gamelan », disponible sur internet à l'adresse : <http://www.cite-musique.fr/gamelan/> (consulté le 8 juillet 2005) ou le Laboratoire d'ethnomusicologie (CNRS-Musée de l'Homme-université Paris X-Nanterre), en particulier la section « Clés d'écoute et nouvelles technologies », disponible sur internet à l'adresse : <http://www.ethnomus.org/accueil/accueil.htm>

- (consulté le 8 juillet 2005). On trouve également de plus en plus de sites dédiés à des analyses musicales approfondies ; pour un référencement des ressources sur l'analyse musicale en ligne, on peut consulter sur le site de l'Observatoire musical français, la page « Ressources. Analyses », disponible sur internet à l'adresse : <http://www.omf.paris4.sorbonne.fr/ANAAuteur.php3> (consulté le 8 juillet 2005).
- (14) Le développement de ces outils s'inscrivait dans un projet plus vaste, dont le but était d'optimiser l'utilisation des nouvelles technologies de la communication pour faciliter l'accès de domaines de connaissances réputés complexes à un public de non experts (de la compréhension de documents décrivant le fonctionnement de dispositifs techniques en mécanique à l'écoute de pièces de musique contemporaine). Ces outils sont consultables sur le site internet du Laboratoire d'étude de l'apprentissage et du développement (CNRS-université de Bourgogne) à l'adresse : <http://leadserv.u-bourgogne.fr/lalitte/softrdu.html> (consulté le 8 juillet 2005).
- (15) Les couleurs ont été choisies en fonction des indications données par le compositeur sur la partition.
- (16) Lorsque la beauté d'un passage repose sur l'imbrication de lignes mélodiques, sur une texture particulière, sur des entrées en imitation, sur un alliage de timbres, comment faire partager cette perception ? Les explications verbales, même les plus claires et les plus imagées, sont malheureusement bien insuffisantes.
- (17) Cette technique a été employée par Bernard Lortat-Jacob pour faire apparaître la « *quintina* » (la cinquième voix non chantée) des polyphonies vocales de Sardaigne, disponible sur internet à l'adresse : <http://www.ethnomus.org/ecoute/animations/quintina/seq1.html> (consulté le 8 juillet 2005).
- (18) Cette technique était employée pour reconstituer certains passages de *Couleurs de la Cité céleste* et de *Eight Lines*.
- (19) C'est ce que propose le CD-ROM *Prisma* dédié à l'œuvre de la compositrice finlandaise K. Saariaho. Elle a composé spécialement une pièce pour flûte et violoncelle. La pièce est divisée en plusieurs courtes phrases que l'utilisateur peut agencer à sa guise pour créer sa propre version.

RÉFÉRENCES

- AUBERT A. (1995). *Promenade en musique : une découverte de l'univers musical de la Renaissance à nos jours : musique de chambre*. Viroflay [Yvelines] : Millemédias ; [s. l.] : Syrinx. – 1 CD-ROM + 1 guide d'installation.
- AUGER É. & KOECHLIN O. (2000). *La musique électroacoustique : faire entendre, connaître*. Paris : Hiptique.net : Radio-France. – 1 CD-ROM + 1 guide d'utilisation.
- BAHUCHET S. & EPELBOIN A. (1998). *Les Pygmées : peuple et musique*. Paris : CNRS : Éd. Montparnasse : ORSTOM. – 1 CD-ROM + 1 guide d'utilisation.
- BÉRIO L. (1968). *Folks Songs : for mezzosoprano and seven instruments*. London : Universal Music. – 1 CD.
- BIGAND E. (1990). « Abstraction of two forms of underlying structure in a tonal melody ». *Psychology of Music*, vol. 18, p. 45-60.
- BIGAND E. (2003). « Musiciens et non-musiciens perçoivent-ils la musique différemment ? » In E. P. LeChevalier (éd.), *Le Cerveau Musicien*. Bruxelles : De Boeck.
- BIGAND E. (2003). « Traveling through Lerdahl's Tonal Pitch Space Theory : A psychological perspective ». *Musicae Scientæ*, vol. VII, n° 1, p. 121-140.
- BIGAND E. ; MADURELL F. & McADAMS S. (1998). « Quelques considérations psychologiques sur le commentaire d'écoute », *Musurgia*, vol. V, n° 1, p. 71-81.
- BIGAND E. ; TILLMANN B. ; POULIN B. ; D'ADAMO D. A. & MADURELL F. (2001). « The effect of harmonic context on phoneme monitoring in vocal music ». *Cognition*, vol. 81, n° 1, p. B11-B20.
- COUPRIE P. (2005). « L'écoute individuelle et les technologies numériques ». In F. Madurell (éd.), *Les pratiques d'écoute individuelles : actes de la rencontre du 22 mars 2003*. Paris : Université Paris-Sorbonne, p. 51-62.
- CHEVALLARD Y. (1991). *La transposition didactique : du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : Ed. La pensée sauvage.
- DRAKE C. ; McADAMS S. & BERTHOZ A. (1999). « Learning to sing a novel piece of music facilitates playing it on the violin but not the other way around : Evidence from performance segmentations », *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 106, n° 4, p. 2285.
- DRAKE C. & ROCHEZ C. (2003). « Développement et apprentissage des activités et perceptions musicales ». In M. Kail & M. Fayol (dir.), *Les sciences cognitives et l'école : la question des apprentissages*. Paris : PUF, p. 443-479.
- FAVORY J. ; FORMOSA M. ; FRÉMIOT M. ; MICHON F. ; AÏMON J. -L. & MANDELBROJT J. (2002). *Les unités sémiotiques temporelles : nouvelles clés pour l'écoute*. Marseille : Laboratoire Musique et informatique. – 1 CD-ROM + 1 dépliant.
- FIJALKOW C. (2003). *Deux siècles de musique à l'école*. Paris : L'Harmattan.
- FRAISSE P. (1957). *Psychologie du temps*. Paris : PUF.
- FRANCE : MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE : DIRECTION DES LYCÉES ET COLLÈGES (1996). *Accompagnement des programmes de la classe de 6^e : livret 1 : éducation musicale*. Paris : CNDP.
- FRANCE : MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE LA RECHERCHE ET DE LA TECHNOLOGIE : DIRECTION DES LYCÉES ET COLLÈGES (1997). *Accompagnement des programmes du cycle central 5^e et 4^e : livret 4 : arts plastiques : éducation musicale*. Paris : CNDP.
- FRANCE : MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DE LA RECHERCHE ET DE LA TECHNOLOGIE : DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT SCOLAIRE (1999). *Accompagnement des programmes de 3^e : livret 4 : arts plastiques, éducation musicale, éducation physique et sportive*. Paris : CNDP.
- GANVERT G. (1999). *L'enseignement de la musique en France*. Paris : L'Harmattan.
- GOASDOUÉ R. (2002). « Recherches sur l'apprentissage musical instrumental ». *Journal de recherche en éducation musicale*, vol. I, n° 1, p. 34-54.

- IMBERTY M. (1969). *L'acquisition des structures tonales chez l'enfant*. Paris : Klincksieck.
- JOHNSA S. (1997). « Le concept de transposition didactique peut-il étendre sa portée au-delà de la didactique des sciences et des mathématiques ? », *Skholé*, n° 6, p. 15-24.
- KOELSCH S. ; GUNTER T. ; FRIEDERICI A. D. & SCHROGER E. (2000). « Brain indices of music processing : "nonmusicians" are musical ». *Journal of Cognitive Neurosciences*, vol. 12, n° 3, p. 520-541.
- LERDAHL F. (2001). *Tonal Pitch Space*. Oxford : Oxford University Press.
- MADURELL F. (1996). « Le commentaire d'écoute : bilan et perspective », *Musurgia*, vol. III, n° 4, p. 56-77.
- MEYER L. B. (1956). *Emotion and Meaning in Music*. Chicago : University of Chicago Press.
- PÄRT A. (1990). *Miserere / The Hilliard Ensemble*. [S. l.] : ECM.
- REBER A. S. (1989). « Implicit learning and tacit knowledge ». *Journal of Experimental Psychology : General*, vol. 118, n° 3, p. 219-235.
- SAARIAHO K. [dir.] (1999). *Prisma : l'univers musical de Kaija Saariaho*. Paris : IRCAM. – 1 CD-ROM.
- SEGER C. A. (1994). « Implicit learning ». *Psychological Bulletin*, vol. 115, n° 2, p. 163-196.
- SERRA M. -H. [dir.] (2000). *10 jeux d'écoute*. Paris : Hyptique.net : IRCAM. – 1 CD-ROM + 1 guide d'utilisation.
- TILLMANN B. ; BHARUCHA J. J. & BIGAND E. (2000). « Implicit learning of tonality : a self-organizing approach ». *Psychological Review*, vol. 107, n° 4, p. 885-913.
- ZENATTI A. (1981). *L'enfant et son environnement musical : étude expérimentale des mécanismes psychologiques d'assimilation musicale*. Issy-les-Moulineaux : Éd. EAP.