

## LA PERCEPTION DE LA MUSIQUE ET LA MÉMOIRE DES MÉLODIES

W. Jay DOWLING<sup>1</sup>

Texte traduit de l'anglais (Etats-Unis) par Laurent GUIRARD

**L**A PERCEPTION DE LA MUSIQUE de Robert Francès est un ouvrage décisif en matière de cognition musicale et il a très fortement influencé ce domaine au cours des cinquante dernières années. Son influence s'est opérée à la fois dans sa manière de formuler un ensemble de questions susceptibles de guider les recherches ultérieures et dans l'exemple précis qu'apportent les seize expériences présentées. Francès est un chercheur ingénieux et inventif dont les études intègrent un éventail remarquablement étendu des méthodes expérimentales disponibles en son temps.

Le livre de Francès est apparu à une époque aussi passionnante que mouvementée de la psychologie américaine. L'approche behavioriste radicale qui domina la psychologie américaine durant la première moitié du xx<sup>e</sup> siècle avait conduit à décourager l'étude de la perception puisque cette dernière était d'une nature foncièrement « mentale ». Or, cette perspective est assurément inévitable car l'un des objectifs de l'étude de la perception est de comprendre pourquoi nous percevons le monde de la manière dont nous le faisons. Parmi les études sur la perception, l'étude de la perception musicale a été particulièrement négligée. Cependant, dans les années cinquante, les behavioristes ont relevé le défi à l'intérieur de leurs rangs (Hebb, 1960 ; Tolman, 1948) comme à l'extérieur (Chomsky, 1959). Le behaviorisme radical, dans le sens d'un monisme matérialiste prenant pour objet d'étude le comportement dépouillé de la vie mentale, s'effondrait. Il fut remplacé par un behaviorisme cognitif utilisant les méthodes d'observation du comportement pour étudier cette fois les processus mentaux.

1. Professeur à l'Université du Texas à Dallas (USA).

La nouvelle psychologie cognitive n'était pas seulement caractérisée par la volonté d'étudier la perception et autres processus mentaux, elle visait aussi à les décrire par des modèles structuraux et ce dans différents domaines (par exemple, Chomsky, 1957 ; Inhelder & Piaget, 1958). Elle prenait aussi de plus en plus conscience que le traitement de l'information dans le système nerveux ne se divisait pas nettement de lui-même en des catégories telles que la sensation, la perception, la cognition ou la mémoire. Nous n'éprouvons pas des sensations vierges de toute interprétation dont nous discernerions après coup la signification au terme de quelque réflexion. Non, nous éprouvons des flux auditifs porteurs de sens qui doivent beaucoup de ce sens à la manière dont ils s'accordent avec des structures de grande échelle ; pour la parole, nous percevons des mots dotés d'un sens et pour la musique des notes qui ont une valeur dans le cadre d'une tonalité. Comme Garner l'a fait remarquer dans son essai intitulé *Percevoir, c'est savoir* (Garner, 1966), tout cela était bien compris des psychologues gestaltistes cinquante ans plus tôt. En s'intéressant à des structures mentales comme les structures tonales ou en soulignant le fait que nous n'entendons pas les sons musicaux comme des sensations isolées mais comme les composants significatifs d'ensembles plus larges, Francès s'accordait parfaitement avec les nouvelles approches cognitives. Tout cela contrastait, par exemple, avec l'approche strictement behavioriste de Seashore (1938) qui, lorsqu'il débattait des hauteurs et des intonations, ou qu'il menait sur le vibrato des études semblables à l'Expérience I de Francès, mentionnait à peine les notions d'échelle et de tonalité. Pour Seashore, une intonation artistique consistait principalement à s'accorder exactement aux fréquences (également tempérées) des notes inscrites sur la partition. Il recommandait même de jouer avec un stroboscope pour réussir une intonation exacte !

## LA MÉMOIRE DES MÉLODIES

Au milieu des années soixante, je faisais mon troisième cycle universitaire et commençais à peine à m'orienter vers la psychologie de la musique. Le livre de Francès m'a alors frappé en ce qu'il dessinait un programme d'étude de la psychologie de la musique qui convergeait parfaitement avec les nouvelles orientations de la psychologie cognitive américaine. Dans ma thèse de doctorat (1968), j'ai travaillé avec Donald A. Norman sur les problèmes de ségrégation des flux auditifs et leurs applications musicales (Dowling, 1973). Cependant, Francès avait fait naître en moi une réflexion sur des questions ayant trait à la mémorisation des mélodies, au point que

lorsque je suis allé enseigner à l'université de Californie à Los Angeles (UCLA), j'ai commencé une série d'études sur ce thème.

Dans *La perception de la musique*, un groupe d'expériences commence à ébaucher une théorie sur la façon dont les mélodies sont encodées et représentées dans notre mémoire. D'une part, il y a l'idée que les notes d'une mélodie sont encodées dans des représentations abstraites, de sorte que la mélodie peut être reconnue même si elle est présentée avec des intonations, des articulations ou des timbres différents. En révélant la variabilité physique présente dans des stimuli entendus comme des notes sécables et répétables, l'Expérience I montre que l'auditeur établit une sorte de constante perceptive grâce à laquelle il entend des notes distinctes alors qu'il n'existe qu'un continuum fluctuant de hauteurs au niveau de ses organes sensoriels. Comme l'affirme Francès, à cette forme de synthèse sensorielle « se superpose, sur une échelle agrandie, celle qu'un auditeur effectue lorsqu'il "entend une seule et même note de musique" dans des salles différentes, jouée sur d'autres instruments ou chantée, transcrite, transposée, enregistrée sur différents appareils avec telles ou telles distorsions » (LPM, p. 34-35). D'autre part, ces représentations abstraites en termes de notes de musique (*abstractions notales*) sont encodées sous la forme d'un cadre cognitif des hiérarchies tonales (pour reprendre le terme de *Krumhansl, 1990*), c'est-à-dire encodées en termes de place dans le contexte tonal et la syntaxe musicale. Dans l'Expérience II, on voit l'un des moyens par lesquels les hiérarchies tonales influencent la perception de chaque note : une note désaccordée dans un sens contraire aux tendances gravitationnelles de son schème tonal<sup>2</sup> sera plus facilement remarquée qu'une note désaccordée dans un sens syntaxiquement congruent. L'Expérience III nous montre l'importance du contexte tonal pour la capacité de l'auditeur à encoder et mémoriser des mélodies : les mélodies en accord avec le schème tonal sont plus faciles à retenir que celles qui ne le sont pas. L'Expérience IV tend à démontrer que « l'audition d'une seule note entraîne chez les sujets la constitution d'un système de rapports hiérarchisés » de hauteurs : la hiérarchie tonale (LPM, p. 93). Si l'on demandait aux auditeurs d'imaginer une mélodie à partir d'une note donnée, les résultats indiquaient qu'ils donnaient presque toujours à cette note une place privilégiée dans la hiérarchie tonale (le plus souvent la tonique ou la dominante, plus rarement la médiante).

2. C'est-à-dire la direction dans laquelle les normes de l'écriture tonale indiquent qu'elle devrait se résoudre (ici, en descendant pour les 7<sup>e</sup> et 9<sup>e</sup> de dominante et en montant pour la sensible, qui sont des notes dites à mouvement obligé) ou, selon les termes de Francès, leur vocation harmonique [NDE].

Dans le cadre de la construction d'une théorie sur la mémorisation des mélodies, ces expériences nous ont donc conduit à avancer que :

- 1) les notes des mélodies sont encodées comme des représentations abstraites qui peuvent permettre leur reconnaissance indépendamment des variations d'interprétation ;
- 2) ces représentations abstraites sont encodées en termes de schèmes tonals établis par la culture de l'auditeur.

L'Expérience IX pointe la capacité de l'auditeur à discriminer les transpositions exactes d'une mélodie de ses imitations dans lesquelles les intervalles ont été changés (par exemple entre la première et la deuxième phrase de la *Cinquième Symphonie* de Beethoven)<sup>3</sup>. Il est en effet nécessaire d'examiner la reconnaissance des transpositions pour savoir si l'auditeur se souvient des mélodies : repérer des changements dans une mélodie répétée à la même hauteur pourrait simplement se faire sur la base d'une comparaison des hauteurs, sans mémorisation d'un motif mélodique. La conception de cette expérience indique implicitement que :

- 3) le contour mélodique et rythmique d'une mélodie — ce que Mari R. Jones (Jones, Summerell, Marshburn, 1987) appelle sa « forme dynamique » (*dynamic shape*) — est un composant important de sa représentation dans notre mémoire. Discriminer deux mélodies brèves ayant des contours différents est une tâche relativement facile ; Francès proposait en fait à ses auditeurs la tâche, plus difficile, de discriminer deux mélodies ayant le même contour mais différant quant à leurs intervalles. Le fait que cette tâche soit plus difficile signifie que le contour est une composante importante de la représentation mémorielle des mélodies : deux mélodies dotées du même contour nous semblent très proches. Discriminer de telles mélodies implique d'encoder précisément les hauteurs, ce qui signifie que :

- 4) les intervalles de hauteurs doivent être encodés en plus du contour. Nous allons voir comment a émergé, dans les cinquante dernières années, la question de l'encodage de ces intervalles : sont-ils encodés directement comme tels ou sont-ils encodés en associant à la mélodie l'échelle et la structure tonale appropriées ?

Dans les années 60 et 70, je crois que la plupart des chercheurs (moi compris : Dowling & Fujitani, 1971) auraient répondu que les mélodies étaient encodées comme un contour plus une série d'intervalles (c'est-à-dire

3. Dans bien des exemples utilisés plus bas (y compris certaines conditions de l'Expérience IX de Francès), les imitations sont obtenues en déplaçant le contour mélodique le long de la gamme jusqu'à une autre hauteur, ce qui ne préserve pas exactement les intervalles, en particulier l'emplacement des tons et des demi-tons, comme dans l'exemple de la *V<sup>e</sup> Symphonie*. Un autre exemple est offert par le contraste entre les première et troisième phrases du célèbre *Menuet en sol* de Beethoven.

d'écart mesurés d'une note à l'autre). Depuis, il me semble que les preuves aient changé de camp (au moins pour les auditeurs ayant quelque expertise musicale) et que l'on pense que l'encodage des mélodies se fait au moyen d'un contour accroché à une structure scalaire sise à une tonalité particulière. Cependant, tous les chercheurs ne sont pas encore convaincus et Francès laissa ouvertes ces deux possibilités, évoquant une reconnaissance de groupes d'intervalles, même s'il mit clairement l'accent sur l'importance de l'échelle tonale.

Trois autres résultats de l'Expérience IX méritent d'être mentionnés pour leur intérêt heuristique. D'abord, comme dans l'Expérience III, les performances étaient meilleures pour des mélodies tonales que pour des mélodies atonales. Ensuite, lorsque la distance tonale entre les couples de mélodies à comparer était prise en compte<sup>4</sup>, celle-ci n'influçait pas les performances des auditeurs. Cette analyse a été confirmée plus tard, mais il convient de noter qu'avec seulement quelques items sur chacun des degrés qualifiant la distance tonale, l'Expérience IX n'offrait qu'un test assez faible de cette hypothèse. Enfin, Francès trouva que les mélodies avec rythmes étaient plus faciles à discriminer que des mélodies isochrones, sans aucun trait rythmique distinct.

Comme on le verra, il y a là une leçon que bien des chercheurs — y compris moi-même — ont été lents à comprendre.

Pour résumer les questions évoquées ci-dessus en vue de parvenir à une théorie de la mémorisation des mélodies, nous trouvons les quatre propositions suivantes :

- Les mélodies sont encodées sous la forme d'encodages abstraits de notes qui leur permettent d'être reconnues même si elles sont présentées à différentes hauteurs, par différentes voix, etc.
- Les notes des mélodies sont encodées sous la forme d'une structure tonale apportée par la culture.
- Le contour mélodico-rythmique, la « forme dynamique » de la mélodie, joue un rôle très important dans sa mémorisation.
- Reconnaître une mélodie, discriminer ses transpositions et imitations requiert l'encodage d'une structure d'intervalles de hauteurs. La question reste de savoir si ces intervalles sont encodés comme tels ou en termes d'échelle et de structure tonale.

4. Dans l'Expérience IX, cette « distance » désigne soit une proximité tonale entre deux mélodies dont l'une est l'imitation ou la transposition de l'autre à un intervalle de quinte ou de quarte, soit un éloignement caractérisé par un intervalle d'un rapport de fréquences de moins simple tel que la quarte augmentée (respectivement  $3/2$ ,  $4/3$  et  $45/32$ ) ; ce qui permet principalement à Francès d'invalider ici la théorie harmonique des *rapports simples* [NDE].

## CONTOURS, INTERVALLES ET FAMILIARITÉ

J'étais prêt à accepter la première de ces propositions, établie tant par les expériences de Francès que par la pratique musicale. La deuxième proposition a été démontrée par les Expériences III et IX de Francès et confirmée dans ma première étude sur cette question (Dowling & Fujitani, 1971). Le principal objectif de cette étude était de démontrer l'importance du contour de hauteur dans la reconnaissance des mélodies (troisième proposition). Dans cette expérience, comme l'avait fait Francès, nous avons utilisé des mélodies isochrones et demandé aux auditeurs de différencier des transpositions exactes de simples imitations présentées après un court silence (et où le stimulus à comparer était un glissement sur l'échelle tonale). Nous avons également demandé aux auditeurs de distinguer ce type de comparaison avec d'autres où le contour était modifié. Nous avons trouvé que les changements de contour étaient très faciles à détecter, ce qui attestait de l'importance fonctionnelle du contour. Comme l'avait observé Francès, les transpositions exactes étaient très difficiles à distinguer des imitations ayant le même contour, même si les auditeurs ne parvenaient pas ici à fournir des réponses significativement supérieures à celles qu'ils auraient données en répondant au hasard. Dans cette tâche de transposition, les auditeurs avaient le plus grand mal à détecter des changements d'intervalle dans la structure mélodique.

Des preuves convergentes de l'importance du contour ont été apportées par Idson et Massaro (1978) en demandant à des auditeurs d'identifier des mélodies familières dont les notes avaient été brouillées par des changements d'octaves détruisant la structure d'intervalles (*octave scrambled melodies*, désignées plus bas par *mélodies éclatées*) : si ce brouillage (par « éclatement » de la mélodie sur plusieurs octaves) était fait de manière aléatoire, la mélodie familière ne pouvait être identifiée. Cependant, si le contour (ascendant/descendant) était préservé, elles pouvaient l'être. Lorsque le principe d'équivalence d'octave (chroma) permet de préserver les fonctions tonales des hauteurs de la mélodie (même si celle-ci est éclatée sur plusieurs octaves), on obtient donc de meilleures performances que lorsque le seul contour est préservé. Préserver la taille relative des intervalles (petit/grand) est également utile.

Des preuves supplémentaires ont été apportées par Krumhansl (1991) dans une expérience qui rappelle l'Expérience VI de Francès et où elle montre que le contour est particulièrement important pour la perception de la musique atonale. Carol Krumhansl a fait entendre à des étudiants de musique et à des compositeurs professionnels la première moitié des pièces pour piano d'Olivier Messiaen *Modes de valeurs et d'intensités*.

Elle leur a ensuite demandé de discriminer des phrases extraites de la suite — non entendue — de l'œuvre (phrases originales) avec d'autres de ces phrases modifiées et ne respectant plus les contraintes d'écriture sérielles strictes<sup>5</sup> édictées pour cette œuvre par Messiaen (phrases test). Les résultats indiquèrent que les phrases test qui violaient la structure de contour des phrases originales étaient plus faciles à rejeter tandis que celles qui respectaient cette structure de contour mais contenaient d'autres légers changements affectant les structures d'octave (et d'intervalles) n'étaient pas différenciées des phrases originales. En l'absence de structure tonale susceptible d'organiser les hauteurs, l'information de contour devient très importante.

Dans la deuxième expérience, Dowling et Fujitani (1971) demandèrent aux auditeurs d'identifier des répliques de mélodies familières qui étaient soit exactes soit distordues. Ces mélodies avaient été choisies pour pouvoir être présentées sous une forme reconnaissable avec le même rythme (par exemple le rythme de la première phrase de *Ah vous dirais-je maman*). Comme on pouvait choisir entre cinq mélodies, la chance de répondre correctement au hasard était de 20 %. Les mélodies intactes ont été identifiées dans 99 % des cas ; 59 % pour les imitations avec contour inchangé et 66 % lorsque la taille relative des intervalles (petit/grand) était préservée. Lorsque le contour mélodique était altéré, cette performance chutait à 28 %, soit à peine mieux qu'une réponse donnée au hasard. On peut ainsi affirmer que pour des mélodies familières bien connues, le contour est une donnée importante de la mémorisation. Toutefois, à l'inverse des mélodies inventées ou non familières, la structure des tailles exactes d'intervalles est importante, comme le montre la dégradation brutale des résultats lorsque celle-ci est altérée. Le mode de mémorisation apparaît donc très différent selon que les mélodies sont familières ou pas : le contour est important pour les deux, mais le respect des intervalles exacts est beaucoup plus important pour les mélodies familières. Une question apparaît ici : à quel moment du processus de familiarisation, la structure d'intervalles devient-elle importante ? Elle ne joue pas grand rôle dans la mémorisation à court terme de mélodies entendues une seule fois mais elle est importante dans celle d'airs « sur-appris » (*overlearned*), connus depuis des années et qui ont été entendus ou chantés un nombre incalculable de fois.

5. Dans la deuxième des quatre *Études de rythme* intitulée *Modes de valeurs et d'intensités* (1949-1950), Olivier Messiaen étend aux paramètres de durée, d'intensité et d'attaque les règles strictes de l'écriture sérielle proposées par Schoenberg pour l'organisation des hauteurs. Cette œuvre expérimentale emblématique du *sérialisme généralisé* influencera fortement les compositeurs de l'école de Darmstadt [NDE].

James Bartlett et moi-même avons abordé cette question dans l'expérience que je vais évoquer maintenant. Pour que les choses soient claires, permettez-moi auparavant de donner un exemple de ce que j'entends par effet de distorsions, même minimes, des structures d'intervalles sur des mélodies très familières : imaginez la mélodie *Ah vous dirais-je maman* transposée sur le mode mineur.

Nous avons commencé notre étude par trois expériences portant sur la mémorisation à long terme de phrases musicales inconnues que les auditeurs n'avaient entendues qu'une fois (Dowling & Bartlett, 1981). Dans deux cas, nous avons utilisé des phrases tirées des *Quatuors à cordes* de Beethoven et, dans un cas, de brèves phrases isochrones générées aléatoirement selon le procédé utilisé par Dowling & Fujitani (1971). Dans ce premier cas, 18 de ces 20 phrases ont été jouées l'une après l'autre aux auditeurs puis on leur fit entendre cinq minutes d'une autre musique pour détourner leur mémoire (*Ruby my dear* de J. Coltrane et T. Monk). On étudia ensuite leur mémorisation au moyen de mélodies cibles (répliques exactes de celles du début), de mélodies imitées (reprenant les mélodies cibles mais modifiant leurs intervalles) et de leurres (des mélodies de contours différents). On demanda alors aux auditeurs de répondre positivement tant pour les mélodies cibles que pour les mélodies imitées mais de rejeter les leurres. On fonde ici l'hypothèse que si leur mémorisation porte principalement sur le contour, ils devraient repérer de manière égale les mélodies cibles et les mélodies reliées. De plus, leur niveau de difficulté à discriminer les mélodies imitées des leurres devrait indiquer la part qu'ils accordent aux structures d'intervalle dans leur mémorisation. Les résultats indiquèrent que les auditeurs reconnaissaient très bien les mélodies cibles tirées des quatuors (76 % de discrimination entre les mélodies cibles et les leurres). Cependant, en dépit d'une consigne contraire, leurs réponses étaient à peine meilleures que celles qu'ils auraient données au hasard en ce qui concerne la discrimination des mélodies imitées et des leurres (53 ou 54 %). Cela signifie qu'ils mémorisaient très bien le détail des intervalles dans les mélodies cibles, mais qu'ils ne mémorisaient pas bien les mélodies imitées (en dépit de consignes leur indiquant de donner pour toutes les deux une même réponse positive). Les résultats indiquèrent la même tendance pour les mélodies isochrones, mais nos résultats étaient pires que ceux qu'aurait prédit Francès sur la base des résultats concernant le rythme dans son *Experience IX*. Nos résultats nous mènent ainsi à la conclusion surprenante que le contour et les intervalles sont *tous les deux* des indices importants pour la mémorisation à long terme des mélodies (même lorsque celles-ci ne sont présentées qu'une seule fois).

Dans notre quatrième expérience, nous avons utilisé des mélodies isochrones pour opposer les formes de mémorisation à court terme et à long terme (Dowling & Bartlett, 1981, Exp. 4). Nous avons observé que l'importance du contour chutait entre 5 et 30 secondes, tandis qu'inversement, l'importance relative des intervalles augmentait avec le temps. Ce résultat a été reproduit avec des améliorations méthodologiques par DeWitt et Crowder (1986). Cela signifie que la puissance des informations d'intervalles dans la reconnaissance mélodique est tout à fait manifeste après dix minutes, mais apparaît déjà dans des tâches de mémorisation de seulement trente secondes. La confusion que l'on peut observer chez les auditeurs entre les mélodies cibles et leurs imitations lors de tâches de rappels immédiats commence à se dissiper après un délai de mémorisation même court. On doit tirer de ce résultat un point méthodologique important : la forme de réponse apportée pour une mélodie nouvelle commence à se rapprocher de celle donnée pour une mélodie familière après *une seule* présentation de cette mélodie. Cela suppose que l'on doit utiliser des mélodies différentes à chaque essai si l'on veut mesurer la reconnaissance des mélodies nouvelles. Il convient donc d'interpréter avec prudence certains résultats tels que ceux de l'Expérience IX de Francès, où la même mélodie était utilisée à plusieurs reprises et où l'on observait, par exemple, de bien meilleures performances dans la discrimination des transpositions et des imitations que chez Dowling et Fujitani (1971).

## INTERVALLES ET STRUCTURE D'ÉCHELLE TONALE

Bien que j'aie pu penser que les mélodies étaient encodées en terme de contour *plus* intervalles, de plus en plus de preuves indiquent qu'elles peuvent être identifiées même lorsque la structure d'intervalle est perturbée, et tout particulièrement lorsque cette perturbation préserve leurs structures d'échelles tonales (leurs *relations scalaires*, dirait Francès). Ainsi, le premier degré de l'échelle tonale, la tonique, préserve son caractère de premier degré de la gamme (sa fonction de tonique), peu importe l'octave où il est présenté et ainsi de suite pour les deuxième, troisième, cinquième degrés, etc. L'étude de Idson et Massaro (1978) présentée plus haut indiquait par exemple comment une mélodie familière était souvent identifiée lorsque ses notes étaient dispersées sur différentes octaves tout en préservant le chroma et le contour de cette mélodie (*mélodie éclatée*). Et si l'on demande à l'auditeur quelle mélodie écouter, il peut décider avec un grand degré de précision si la mélodie ainsi présentée correspond en fait à la mélodie cible (Dowling & Hollombe, 1977).

Il existe d'autres moyens de perturber la structure d'intervalle d'une mélodie. Par exemple, on peut y intercaler temporairement des notes qui leur sont étrangères (des « notes distractives » ou *distracteurs*) tout en les jouant suffisamment vite (6 à 8 notes/seconde). Lorsque ces notes distractives sont placées dans un registre de hauteur suffisamment éloigné des notes de la mélodie cible, il est assez facile de focaliser son attention sur cette dernière et de l'identifier (Bregman & Campbell, 1971, cité dans Bregman, 1990). Mais si les notes distractives sont dans le même registre que la mélodie cible, cette tâche devient très difficile. Cependant, comme nous l'avons fait pour les « mélodies éclatées » évoquées plus haut, si l'on indique à l'auditeur quelle mélodie chercher, il peut reconnaître une mélodie-cible ainsi brouillée (Dowling, 1973 ; Dowling, Lung, Herrbold, 1987 ; Andrews & Dowling, 1991). Dans ce dernier cas, comme dans le cas des mélodies éclatées, les fonctions tonales des notes avaient été préservées et bien que l'on ait détruit la structure d'intervalle, la mélodie pouvait être reconnue.

Tous ceux qui ont approché l'apprentissage ou l'enseignement du solfège savent que si les intervalles se retiennent souvent plus facilement par référence à des mélodies, il est aussi plus difficile de les produire hors de tout contexte mélodique (voir Smith *et al.*, 1994). On peut en déduire que les mélodies ne sont pas constituées de chaînes d'intervalles préalablement appris, mais bien plutôt que les intervalles sont mieux retenus lorsque des mélodies le permettent. Attneave et Olson (1971) tirent profit de cette observation dans une étude où des sujets non musiciens témoignent d'une grande capacité à transposer l'air célèbre du carillon de la NBC à différentes hauteurs choisies au hasard. On notera également que la tradition qui consiste à utiliser des airs comme moyen de retenir les notes de la gamme va au moins du « Doe, a deer » de *The sound of music*<sup>6</sup> à l'hymne à Saint-Jean Baptiste *Ut queant laxis* de Guy d'Arezzo (XI<sup>e</sup> siècle)<sup>7</sup>. Les notes étrangères (*out-of-key*) sont repérées immédiatement dans un contexte tonal (Cuddy *et al.*, 1981) même par des non-musiciens et elles se définissent encore en termes d'échelles et non d'intervalles.

Un autre argument tient à ce que nous définissons les hiérarchies tonales en termes de hauteurs relatives et non pas d'intervalles. Les représentations de l'espace tonal proposées par Krumhansl (1990), Shepard (1999)

6. L'équivalent français de cette chanson destinée à apprendre aux enfants anglophones le nom des notes de la solmisation latine pourrait être notre « do ré mi fa sol la si do, j'ai une puce dans le dos ». [NDE]

7. Le nom des notes de notre gamme est emprunté aux six premières syllabes de cet hymne (*Ut queant laxis, Resonare fibris, Mira gestorum...*), *ut* étant remplacé au XVII<sup>e</sup> siècle par *do*, syllabe plus facile à chanter. [NDE]

ou Lerdahl (2001) recourent à des nœuds figurant les fonctions tonales et non des intervalles. Les forces d'attraction qui font de certaines notes des pôles d'attraction (comme la *tonique*) vers lesquels tendent les autres notes y sont pensées en termes de relations de hauteur et pas d'intervalle. Par exemple, le septième degré tend vers la tonique, que l'on soit dans le mode majeur (distance d'un demi-ton) ou dans le mode mineur naturel (distance d'un ton entier). Le second degré tend à descendre également vers la tonique, que le mode soit majeur, mineur (ton entier) ou phrygien (demi-ton). Les influences tonales dont Francès découvre l'effet sur notre sentiment de justesse dans l'Expérience II sont « non seulement évaluées entre deux sons successifs [...] mais entre chacun d'entre eux et la tonique » (LPM, p. 77-79). Il ne s'agit toujours pas d'intervalles mais d'*harmonie implicite* et de *relations scalaires* (*ibid.*) qui font que les auditeurs ne perçoivent pas ici le sixième degré désaccordé vers le bas dans la mélodie en *ut* mineur où il tend à se résoudre vers la quinte.

Pour savoir si les intervalles des mélodies étaient encodés directement (par des séquences d'intervalles) ou à travers un cadre de référence tonal dans lequel le contour serait lié à certaines hauteurs, j'ai testé directement cette alternative (Dowling, 1986, Expérience 1). Pour cela, j'ai présenté aux auditeurs de brèves mélodies encadrées par un contexte d'accords. Ces accords partaient de la tonique et arrivaient, après une progression convenue de quatre accords, soit sur l'accord de tonique, soit sur celui de dominante. Suivait une mélodie-cible de six notes centrée sur la fondamentale de ce dernier accord (ces mélodies ne comprenaient pas les IV<sup>e</sup> et VII<sup>e</sup> de façon à pouvoir être transposées sans altérations du I<sup>er</sup> au V<sup>e</sup>). Après la mélodie, deux accords ramenaient à la tonique. Les mélodies test étaient ensuite présentées après un temps d'attente où l'on faisait entendre un autre stimulus. Les mélodies test étaient toujours transposées dans une nouvelle tonalité. Elles étaient à nouveau soit des cibles soit des transpositions n'ayant pas plus de deux altérations de manière à bien préserver le contour. La tâche consistait pour les auditeurs à différencier ces deux possibilités. Comparé au contexte d'accords de la présentation initiale de la cible, le contexte de la mélodie test était soit le même (tonique-tonique, dominante-dominante), soit différent (tonique-dominante, dominante-tonique).

Si la mélodie est encodée sous forme de séquence d'intervalles, le changement de contexte tonal devrait avoir peu d'effet ; inversement, si elle est encodée à partir d'une mise en échelle tonale des hauteurs (*scale-step value of the pitch* ou, pour reprendre les termes de Francès, par des *relations scalaires* portant une *harmonie implicite*), le changement de contexte tonal devrait conduire à de moins bonnes performances. Ainsi,

si la mélodie qu'on peut représenter en termes d'échelle par [1, 2, 3, 1, 6, 1] est encodée sous forme d'une séquence d'intervalles qui, traduite en demi-tons, donnerait [+ 2, + 2, - 4, - 3, + 3], en présentant une mélodie transposée contenant la même suite d'intervalles mais dont les relations scalaires seraient [5, 6, 7, 5, 3, 5], celle-ci devrait soit être facilement reconnue (preuve d'un encodage par *séquences d'intervalles*), soit ne pas être reconnue du tout (preuve d'un encodage par les *relations scalaires*). Les résultats indiquèrent que les auditeurs musicalement inexpérimentés encodaient les mélodies au moyen d'une séquence d'intervalles : ils réussissaient à 58 % (là où une réponse donnée au hasard aurait été de 50 %) et ce, que le contexte harmonique ait été changé ou pas. Les auditeurs ayant une expertise musicale modérée (en moyenne cinq années de cours de musique dans leur enfance) encodaient visiblement la mélodie en termes de relations scalaires : leurs performances chutaient de 68 % de reconnaissance à un taux identique à celui d'une réponse donnée au hasard lorsque le contexte harmonique était changé.

Ces résultats sont particulièrement intéressants car, au terme de cinq années d'entraînement, si les gens sont généralement incapables de prendre les mélodies en dictée, leur cerveau, lui, les encode bien sous la forme de valeurs scalaires liées à un contexte harmonique (*scale-step value*). S'ils avaient un accès conscient à ces processus chez eux implicites, ils pourraient ainsi facilement prendre ces mélodies en dictée. Les résultats des musiciens professionnels, qui réussissaient à 70 % dans les deux cas, indiquent de surcroît que ces derniers sont capables d'ajuster leurs stratégies en fonction des tâches demandées (après l'audition des exemples d'entraînement précédant l'expérience, un « pro » s'exclama : « Ah, vous voulez seulement que j'ignore les accords ! »). La théorie selon laquelle les auditeurs moyennement formés encoderaient les mélodies à partir de leur contour mélodique *et* de l'échelle tonale à laquelle celui-ci se rattache suppose qu'en leur demandant de répondre seulement en termes de contour (donc d'ignorer les intervalles) et en les évaluant en conséquence, on devrait obtenir des performances égales, que le contexte harmonique soit changé ou pas. C'est effectivement ce que nous avons observé avec, respectivement, des réussites de 61 % et 62 % (Dowling, 1986, Expérience 3).

On peut donc conclure que les auditeurs ayant eu une expérience musicale encodent les mélodies en termes de contour *et* d'échelle tonale, tandis que les auditeurs musicalement inexpérimentés le font en termes de contour *et* d'intervalles.

## LA DISTANCE TONALE

Au cours de nos expériences sur la mémorisation des mélodies (Bartlett & Dowling, 1980), Bartlett et moi-même avons soulevé la question de la distance tonale (*key distance*). Nous avons réalisé une série d'expériences sur la mémoire immédiate dans laquelle les auditeurs devaient discriminer des mélodies cibles transposées et leurs imitations transposées dans des tonalités plus ou moins éloignées. Nous avons observé un effet de distance tonale dans les taux de fausses-alarmes pour ces imitations : les imitations situées dans des tonalités éloignées sont plus facilement rejetées que les imitations situées dans des mélodies proches.

En se fondant sur la théorie selon laquelle les mélodies sont représentées dans notre mémoire sous la forme d'un contour mélodico-rythmique et d'un système scalaire tonal associé (Dowling, 1978), on peut supposer que la confusion entre une imitation située dans la même tonalité que la mélodie cible et sa transposition tient au fait qu'elles partagent toutes deux le même contour et la même tonalité que la cible, ce qui les rend difficiles à discriminer. Si la mélodie cible et l'imitation sont toutes les deux transposées dans une tonalité éloignée, les deux partageront le même contour mais pas la même tonalité. Dans ce cas, la confusion induite par la similarité de contour et de tonalité vis-à-vis de la mélodie originale sera dissipée — les deux mélodies test pouvant alors être évaluées sans cette source d'erreurs. Il y a en fait deux raisons à ce que la transposition soit susceptible d'être jugée plus semblable à la cible que ne l'est l'imitation :

■ La théorie (Dowling, 1978) suggère qu'en dépit du fait que la taille exacte des intervalles ne soit pas encodée avec le contour, l'encodage du contour garde la trace d'une distinction entre des intervalles diatoniques conjoints et disjoints (les résultats de Idson & Massaro, 1978, discutés précédemment, le confirment). A cet égard, la transposition sera bien sûr une correspondance exacte tandis que l'imitation pourra ne pas l'être.

■ Si l'encodage de la mélodie cible a progressé au point de pouvoir saisir la relation entre son contour et son échelle tonale (voir plus bas), alors puisque la mélodie transposée garde le même type de relations à sa nouvelle tonalité (contrairement à l'imitation), on peut s'attendre à ce que les transpositions recueillent davantage de réponses positives.

Dans les résultats de l'expérience correspondant le plus étroitement aux conditions que je viens de décrire (Bartlett & Dowling, 1980, Expérience 2), les taux de réussite pour les transpositions ont augmenté de 5 points<sup>8</sup> en passant d'une tonalité proche (+ 1 ou 2 dièses) à une tonalité éloignée

8. Les points de pourcentages indiquent une relation entre deux proportions de population [NDE].

(+ 4 ou 5 dièses), tandis que le taux de fausses-alarmes pour les imitations ont dans les mêmes conditions chuté de 20 points. Il y a donc bien là un effet de distance tonale, qui confirme la théorie selon laquelle les mélodies seraient encodées au moyen d'un contour attaché à une échelle tonale, elle-même placée à une hauteur particulière.

### ECHELLE, CONTOUR ET LIAGE PERCEPTIF

Les dernières expériences que je vais vous présenter ont été réalisées en collaboration avec Barbara Tillmann dans les dix dernières années (Dowling, Tillmann, Ayers, 2001 ; Tillmann & Dowling, 2007 ; Dowling & Tillmann, en préparation). Nous y avons étudié le décours temporel de l'encodage mémoriel de phrases originales de « vraie » musique présentées pendant l'audition du morceau (donc dans une situation dite *écologique* : aussi naturelle que possible pour l'approche choisie). Nous avons utilisé des menuets classiques de Haydn, Mozart, Beethoven et Schubert. A chaque essai, l'auditeur entendait le début d'un menuet, dont l'une des deux premières phrases de deux mesures serait testée plus tard. L'audition du menuet continuait ensuite et au bout de deux ou six mesures (soit un laps de temps de 4-5 ou 12-15 secondes), on présentait une phrase test qui était soit la répétition de la phrase cible, soit une imitation de la phrase cible, soit une autre phrase jamais entendue. Les résultats nous surprisent : en augmentant l'attente, la discrimination entre les cibles et les imitations grimpeait de 61 % à 78 % de bonnes réponses (Dowling *et al.*, 2001, Expérience 1). Cela s'explique entièrement par la diminution des fausses-alarmes pour les imitations (de 56 % à 22 %) dans la mesure où les réponses correctes pour les cibles se maintiennent autour de 72 % et que les fausses-alarmes pour les phrases jamais entendues passaient de 26 % à 16 %.

Rétrospectivement, nous nous apercevons que ce résultat était étroitement relié à ceux présentés plus haut (on peut voir l'évolution de notre raisonnement dans le compte rendu de l'application du même paradigme à la mémorisation des poésies dans Tillmann & Dowling, 2007). Nous pensons à présent que l'encodage de nouvelles phrases mélodiques procède plus lentement que nous ne l'avions précédemment imaginé : si la mémorisation mélodique est testée avant que l'encodage ait été achevé (c'est-à-dire après 4 secondes), il y a confusion entre les cibles et leurs imitations. Mais si l'on attend encore 10 secondes, cette confusion se dissipe. Nous pensons que cela est dû au fait que si nous testons la mémorisation après un délai trop court, le système de mémorisation de

l'auditeur aura encodé diverses caractéristiques distinctes de la mélodie, mais n'aura pas encore pu les connecter entre elles ni les intégrer dans une représentation d'ensemble cohérent (nous parlerons ici de liage perceptif des traits ou *feature binding*). Plus particulièrement, nous pensons que le contour et les relations scalaires tonales sont d'abord enregistrés comme des traits distincts sans être reliés entre eux. Ainsi, lorsqu'on l'interroge précocement, notre système de mémorisation trouve qu'une imitation correspondant à la fois au contour et à la tonalité de la mélodie cible lui ressemble au point de s'écrier : « Oui, j'ai déjà entendu ça ! ». Mais après un délai de traitement plus long, notre mémoire relie le contour et l'échelle tout en les associant à une certaine tonalité : elle peut alors saisir la différence entre la mélodie cible et son imitation.

Prenons, par exemple, la première et la troisième phrase du *Menuet en sol* de Beethoven. Prises isolément, elles ont la même tonalité et le même contour. La troisième phrase pourrait ainsi faire office de leurre en offrant une imitation testée seulement après 4 secondes. La première phrase (cible ; *si do ré do# ré do# ré do# ré...*) commence à la tierce (*si*) et va à la quinte (*ré*). La troisième phrase (imitation ; *sol la si la# si la# si...*) part de la tonique (*sol*) et monte à la tierce (*si*). Lorsqu'on l'interroge après 4 secondes, l'auditeur remarque un contour et une gamme commune ; il est susceptible de répondre : « Oui, c'est de nouveau la même phrase ». Si l'on attend un peu plus longtemps pour l'interroger (comme Beethoven le fait dans d'autres menuets), il relie dans sa mémoire le contour à l'échelle tonale appropriée (où la mélodie commence sur la tierce), ce qui rend l'imitation (où la mélodie commence sur la tonique) différente de la cible. L'auditeur répondra alors : « Non, c'est différent ».

Depuis que nous sommes parvenus à cette théorie, nous avons fait quelques expériences pour éprouver deux de ses implications.

■ La première implication est que le contour apporte une information qui détermine le rejet/acceptation de l'item aussi bien après un court délai qu'après un délai plus long. Nous soulevons ce point car d'éminents collègues ont suggéré que les résultats présentés ci-dessus n'étaient dus qu'au déclin de la saillance des informations de contour pendant le laps de temps étudié (en effet, Dowling & Bartlett, 1981 — tout comme DeWitt & Crowder, 1986 — font allusion à cette explication quant aux résultats de l'Expérience 4 décrite plus haut). Les différences de contour sont l'une des principales raisons du rejet des différents leurres dans ce paradigme. Cependant, dans notre stimulus « écologique » tiré d'un menuet réel, il y avait bien d'autres différences que le contour pour différencier les mélodies-cibles des leurres (considérez par exemple la phrase qui suit la

barre de reprise dans le *Menuet en sol*). C'est pourquoi nous avons composé des leurres qui ne différaient de leur cible que par le seul contour mélodique. Nous avons pour ce faire modifié les cibles, généralement en inversant le contour de la ligne mélodique (en accord avec l'harmonie), mais sans toucher aux deux mesures terminant ces phrases. Si notre hypothèse est exacte, on devrait observer un faible taux de fausses-alarmes pour les différents leurres, quel que soit le temps d'attente avant le test ; inversement, si l'hypothèse d'un déclin de la saillance du contour est exacte, le nombre de fausses-alarmes pour les différents leurres devrait augmenter avec le temps d'attente. Les résultats indiquèrent en fait une diminution de ces fausses-alarmes de 44 % à 30 %. La discrimination des mélodies-cibles et des leurres n'augmentant pas (elle va de 70 % à 72 %), ces résultats sont attribuables à un changement du critère de réponse. C'est pourquoi nous concluons, soutenant ainsi la première hypothèse, à un maintien des informations de contour même après un délai de traitement prolongé (Dowling & Tillmann, en préparation).

■ La seconde de ces nouvelles expériences a été réalisée pour tester directement l'assertion théorique suivant laquelle c'est la mise en relation, dans notre mémoire, du contour et de l'échelle tonale (leur *liage perceptif*) qui explique les différences observées entre les réponses obtenues après une attente avant test courte ou longue. Dans notre stimulus écologique, les imitations différaient des cibles par bien des aspects incontrôlés (qu'une analyse attentive des phrases 1 et 3 du *Menuet* dévoile facilement). Nous avons donc renouvelé l'expérience initiale mais avec des imitations qui ne diffèrent des cibles *que* par le ton de la mélodie. Si c'est vraiment l'encodage réussi de la tonalité par lequel le contour est attaché à une échelle qui cause la diminution des fausses-alarmes après une attente avant test longue, nous devrions observer la même diminution lorsque la cible et l'imitation ne diffèrent que par cet aspect. Les résultats nous apportèrent une nouvelle surprise : cette diminution du taux de fausses-alarmes pour les imitations n'est reproduite que pour les auditeurs ayant une expertise musicale modérée (autour de cinq années de cours de musique). Avec un temps de traitement plus important (attente avant test longue), ces auditeurs-là voient leur taux de bonnes réponses augmenter (la discrimination des cibles/imitations passe de 66 % à 75 %) et leur taux de fausses-alarmes imitation diminuer (de 40 % à 25 %). Les auditeurs inexpérimentés n'ont, pour leur part, montré aucune augmentation — ni diminution significative — de leur taux de discrimination cible/imitation (lequel allait de 60 % à 65 %, quelle que soit

l'attente avant test), ni de leur taux de fausses-alarmes (qui restait chez eux inchangé autour de 41 %).

Ces résultats convergent avec ceux de Dowling (1986), présentés plus haut où les auditeurs ayant une expertise moyenne (mais pas les non-musiciens) s'avéraient encoder les mélodies en termes de relations scalaires tonales. Ici, les auditeurs ayant une expertise moyenne tiennent nettement compte des valeurs scalaires tonales des notes et ils y recourent seulement dans le cas de l'attente avant test longue. Notre hypothèse sur le liage perceptif s'avère donc fonctionner pour ces auditeurs-là.

Reste à savoir comment les auditeurs sans expertise musicale ont atteint le niveau de performance qui était le leur pour le stimulus écologique de l'Expérience 1 puisqu'il n'y avait dans les réponses observées aucune différence qualitative liée au niveau d'expertise (Dowling *et al.*, 2001). Peut-être continuaient-ils dans la première expérience à encoder des traits autres que les relations scalaires tonales pendant le délai supplémentaire, stratégie rendue impossible dans cette seconde expérience puisqu'on avait contrôlé ici tous ces autres traits ?

Il y aurait là matière à de nouvelles recherches.

Pour résumer notre théorie sur la mémoire des mélodies, nous pouvons actualiser ainsi les quatre principes développés dans cette section.

■ Les mélodies sont mémorisées sous la forme d'encodages abstraits de notes qui leur permettent d'être reconnues même si elles sont présentées à différentes hauteurs, par différentes voix, etc.

■ Les notes des mélodies sont encodées sous la forme d'une structure tonale apportée par la culture, même si cela requiert au moins une expertise musicale modérée pour le réaliser avec des mélodies nouvelles. Musiciens et non-musiciens mémorisent tous deux les mélodies très familières au moyen d'échelles tonales — ce sont probablement les mélodies elles-mêmes qui servent d'outils mnémotechniques pour les échelles (les notes étrangères sont repérées aussi bien par les musiciens que par les non-musiciens).

■ Le contour mélodico-rythmique — la « forme dynamique » de la mélodie — joue un rôle très important dans sa mémorisation.

■ Reconnaître une mélodie, discriminer une transposition d'une imitation requiert l'encodage d'une structure d'intervalles de hauteurs. Les musiciens réalisent habituellement cet encodage en liant le contour et le système scalaire tonal à une tonalité donnée. C'est là un processus qui peut demander un certain laps de temps. Les moyens par lesquels les non-musiciens réussissent cette tâche restent à explorer.

## EMOTION ET SIGNIFICATION

Dans *La perception de la musique*, Francès ne s'intéressait pas seulement à la façon dont la musique était perçue et mémorisée. Il cherchait aussi à comprendre comment la musique pouvait avoir des effets affectifs et cognitifs aussi puissants. Il vit parfaitement comment la forme musicale, et tout particulièrement sa structure tonale et rythmique, offrait un support à la production de schèmes de tension/détente que l'on considère aujourd'hui comme étant au cœur de ce double pouvoir affectif et cognitif (ce qu'il démontra plus directement dans son Expérience XV).

Car la musique transmet bien des émotions et du sens, contrairement à ce qu'ont pu soutenir, autour de Hanslick, les thèses formalistes.

Comme l'affirme Francès :

Lorsque Hanslick avance que la musique ne peut traduire avec exactitude les situations, les objets concrets qui déterminent les sentiments, les idées qui s'y joignent, on ne saurait lui donner tort. Mais on ne peut conclure de là que « les idées d'amour, de colère, de crainte ne peuvent devenir phénomène artistique dans une œuvre instrumentale, parce qu'il n'y a aucune connexion nécessaire entre elles et de telles combinaisons de sons. » [Hanslick] On ne saurait non plus admettre, après un examen des enquêtes expérimentales, que les seuls processus réels de traduction par la sonorité concernent des *qualités* (douceur, violence, énergie) directement rendues par la sonorité, ou des *mouvements spatiaux*, des *variations de processus spatiaux* (accroissement, extinction, hâte, lenteur, entrelacement, etc.), par des combinaisons rythmiques et dynamiques. (LPM, p. 338)

Francès poursuit en soulignant que le point de vue formaliste strict émane d'un dualisme qui conçoit l'esprit comme séparé du monde physique, ou la conscience comme séparée de tout aspect organique. Or nous sommes en fait imbriqués dans un univers physique marqué par des logiques de tensions/détente auxquelles nous répondons continuellement ; et lorsque nous réagissons rapidement à une musique qui exprimerait un parallèle à ces logiques, nous n'avons pas seulement affaire à un parallèle : nous retravaillons son expression pour en accroître notre compréhension. Il est intéressant de noter qu'à l'époque où Francès publiait *La perception de la musique*, sortait un autre grand ouvrage de référence qui, tout comme lui, accordait une haute importance au flux et au reflux de tensions et de détentes, et à leur relation avec la structure musicale et notre réponse émotionnelle : *Emotion and Meaning in Music* de Leonard Meyer (1956). Ces deux ouvrages ont eu une influence immense sur les recherches qui se sont développées dans le champ de la cognition musicale dans les cinquante dernières années.

Meyer du point de vue de la musicologie, Francès du point de vue de la psychologie cognitive, tous deux ont catégoriquement écarté l'approche stérile du formalisme et éclairé la façon dont notre saisissement émotionnel de la musique fait partie de notre riche expérience de la vie, en tant qu'humains intégrés dans le monde.

---

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Andrews, M. W., Dowling, W. J. (1991). The development of perception of interleaved melodies and control of auditory attention. *Music Perception*, 8, 349-368.
- Attneave, F., Olson, R. K. (1971). Pitch as a medium: A new approach to psychophysical scaling. *American Journal of Psychology*, 84, 147-166.
- Bartlett, J. C., Dowling, W. J. (1980). Recognition of transposed melodies: A key-distance effect in developmental perspective. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 6, 501-515.
- Bartlett, J. C., Dowling, W. J. (1988). Scale structure and similarity of melodies. *Music Perception*, 5, 285-314.
- Bregman, A. S. (1990). *Auditory Scene Analysis*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Bregman, A. S., Campbell, J. (1971). Primary auditory stream segregation and perception of order in rapid sequences of tones. *Journal of Experimental Psychology*, 89, 244-249.
- Chomsky, N. (1957). *Syntactic Structures*. Mouton.
- Chomsky, N. (1959). A review of B. F. Skinner's Verbal Behavior. *Language*, 35(1), 26-58.
- Cuddy, L. L., Cohen, A. J., Mewhort, D. J. K. (1981). Perception of structure in short melodic sequences. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 869-883.
- DeWitt, L. A. (1986). Recognition of novel melodies after brief delays. *Music Perception*, 3, 259-274.
- Dowling, W. J. (1973). The perception of interleaved melodies. *Cognitive Psychology*, 5, 322-337.
- Dowling, W. J. (1978). Scale and contour: Two components of a theory of memory for melodies. *Psychological Review*, 85, 341-354.
- Dowling, W. J. (1986). Context effects on melody recognition: Scale-step versus interval representations. *Music Perception*, 3, 281-296.
- Dowling, W. J. & Bartlett, J. C. (1981). The importance of interval information in long-term memory for melodies. *Psychomusicology*, 7(1), 30-49.
- Dowling, W. J. & Fujitani, D. S. (1971). Contour, interval, and pitch recognition in memory for melodies. *Journal of the Acoustical Society of America*, 49, 524-531.
- Dowling, W. J. & Hollombe, A. W. (1977). The perception of melodies distorted by splitting into several octaves: Effects of increasing proximity and melodic contour. *Perception and Psychophysics*, 21, 60-64.
- Dowling, W. J., Lung, K. M.-T., Herrbold, S. (1987). Aiming attention in pitch and time in the perception of interleaved melodies. *Perception and Psychophysics*, 41, 642-656.
- Dowling, W. J., Tillmann, B. (en préparation). *Memory improvement while hearing music: Effects of structural continuity on feature binding*.
- Dowling, W. J., Tillmann, B., Ayers, D. (2001). Memory and the experience of hearing music. *Music Perception*, 19, 249-276.
- Francès, R. (1958/1988). *The Perception of Music*. Traduction W. J. Dowling. Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Garner, W. R. (1966). To perceive is to know. *American Psychologist*, 21(1), 11-19.

- Hebb, D. O. (1960). The American revolution. *American Psychologist*, 15(12), 735-745.
- Idson, W. L. & Massaro, D. W. (1978). A bidimensional model of pitch in the recognition of melodies. *Perception and Psychophysics*, 24, 551-565.
- Inhelder, B. & Piaget, J. (1958). *The Growth of Logical Thinking: From Childhood to Adolescence*. (Traduction de A. Parsons et S. Milgram). New York : Basic Books.
- Jones, M. R., Summerell, L., Marshburn, E. (1987). Recognizing melodies: A dynamic interpretation. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 39A, 89-121.
- Krumhansl, C. L. (1990). *Cognitive Foundations of Musical Pitch*. New York : Oxford University Press.
- Krumhansl, C. L. (1991). Memory for musical surface. *Memory and Cognition*, 19, 401-411.
- Lerdahl, F. (2001). *Tonal Pitch Space*. New York : Oxford University Press.
- Meyer, L. B. (1956). *Emotion and Meaning in Music*. Chicago : University of Chicago Press.
- Seashore, C. E. (1938). *Psychology of Music*. New York : McGraw-Hill.
- Shepard, R. N. (1999). Tonal structure and scales. In Cook, P. R. (ed.). *Music Cognition, and Computerized Sound*. Cambridge, MA : MIT Press, 187-194.
- Smith, J. D., Nelson, D. G. K., Grohskopf, L. A., Appleton, T. (1994). *What child is this?* What interval was that? Familiar tunes and music perception in novice listeners. *Cognition*, 52, 23-54.
- Tillmann, B. & Dowling, W. J. (2007). Memory decreases for prose but not for poetry. *Memory and Cognition*, 35, 628-639.
- Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55, 189-208.
-