

La perception de la musique : approches neuropsychologiques

Hervé Platel

Résumé

Quel est le degré d'indépendance cognitive et fonctionnelle entre le langage et la musique ? Il semble raisonnable de penser que ces deux domaines présentent des fondements communs dans leurs aspects les plus simples (perception) et des différences dans l'expression des facultés les plus complexes (mémoire, jugement ...). Cependant, les observations cliniques montrent que même ce qui peut représenter les aspects les plus simples de la perception musicale (comme la perception de la hauteur des sons, du rythme) peuvent être sélectivement atteints lors de lésions cérébrales. De plus, les études de neuropsychologie expérimentale débutées dès les années 60 soulignent le fait que des tâches perceptives linguistiques ou musicales sont sous-tendues par des réseaux hémisphériquement différents et spécialisés. L'imagerie fonctionnelle apporte depuis peu quelques nouvelles lumières sur ce débat de la neuropsychologie qui date déjà de plus d'un siècle. L'indépendance fonctionnelle entre les capacités linguistiques et musicales tend à être démontrée, mais les différents niveaux de cette indépendance sont encore à expliciter.

Mots clés : neuropsychologie, musique, perception, imagerie cérébrale fonctionnelle.

Key words: neuropsychology, music, perception, functional neuroimaging.

Adresse de correspondance : UFR des Sciences de la Vie et du Comportement, Département de Psychologie, Université de Caen, Esplanade de la Paix, 14032 Caen Cedex, France (email: platel@scvie.unicaen.fr)

INTRODUCTION

Un siècle de travaux de neuropsychologie clinique, expérimentale et plus récemment fonctionnelle a permis d'identifier les régions cérébrales impliquées dans les traitements sensoriels, phonologiques, lexico-sémantiques et articulatoires du langage. Aujourd'hui, personne ne peut remettre en doute l'existence de régions cérébrales spécialisées sous-tendant les compétences linguistiques, et dont la cartographie a été précisée. Même si des questions importantes dans ce domaine attendent de trouver une réponse, notamment sur le fonctionnement dynamique des substrats neuraux prenant en charge ces fonctions, il n'est pas faux de considérer que l'Homme possède un "cerveau" du langage. Existe-t-il un "cerveau musicien" à l'image de ce cerveau du langage, avec des réseaux neuraux spécialisés dans le traitement et la mémorisation de la musique ? Il est clair que la musique ne peut prétendre avoir le même poids social et culturel que le langage, et par ailleurs il est difficile d'un point de vue phylogénétique de déterminer si les capacités musicales se sont construites à partir du substrat dévolu aux capacités langagières, ou l'inverse. La neuropsychologie s'intéresse à la perception auditive depuis maintenant plus d'un siècle. Ses troubles ont fait l'objet d'une attention particulière, à travers des observations de l'agnosie auditive, de la surdité verbale pure ou de la surdité corticale. Toutefois, le domaine de la perception auditive reste moins étudié que certains thèmes voisins comme la perception visuelle et ses différentes pathologies. C'est pourquoi la définition des troubles centraux de l'audition a longtemps été marquée par une certaine confusion. Pendant près d'un siècle, de 1865, avec les premiers travaux de Bouillaud sur l'exploration des capacités musicales chez des aphasiques, au milieu des années 1960, l'hypothèse la plus couramment retenue était que les amusies constituaient une forme particulière des troubles aphasiques. La perte de capacités musicales était alors reliée aux atteintes des mêmes centres cérébraux que ceux impliqués dans le langage. La reconnaissance des sons musicaux fut, de fait, assimilée à celle des sons verbaux. L'étude clinique d'un certain nombre de pathologies a, peu à peu, permis de distinguer le traitement de la musique de celui du langage, en montrant l'existence d'atteintes dissociées de ces deux fonctions.

L'APPORT DES ÉTUDES CLINIQUES

Aphasie sans amusie

Lechevalier, Eustache et Rossa (1985) rappellent que : "Les anciens auteurs n'ont pas manqué d'être intrigués par la conservation des facultés musicales chez certains aphasiques. À propos de son observation 3, intitulée "Grand embarras de la parole avec conservation des autres facultés intellectuelles", Bouillaud conclut en 1865 : "Voici donc une personne qui ne peut ni prononcer ni écrire de lui-même les mots d'un discours mais qui compose et écrit un morceau de musique !!!" De même, le malade de Lasègue (cité par Proust, 1872) pouvait noter une phrase musicale qu'il entendait chanter alors qu'il ne pouvait ni parler ni écrire." Les études de pathologies cérébrales ont ainsi contribué à distinguer le traitement du langage de celui de la musique (voir Lechevalier, Eustache et Rossa, 1985, pour revue).

L'étude célèbre de Luria, Tsvetkova et Futer (1965) concernant le compositeur russe Shebalin montre une dissociation entre des perturbations sévères du langage et des capacités musicales préservées. À 59 ans, Shebalin (alors directeur du Conservatoire de Moscou) fit une hémiplégie brachio-faciale droite avec aphasie. Le langage oral était très perturbé, mais la lecture et l'écriture étaient relativement préservées. Cependant, son aphasie ne modifia pas sa carrière et pendant les six années de sa survie, il écrivit de nombreuses pièces musicales dont une 5ème symphonie qui lui valut les éloges de Chostakovitch. À sa mort, l'autopsie révéla un ramollissement hémorragique kystique massif affectant les régions temporale et pariétale inférieures gauches.

Le malade de Assal (1973), âgé de 64 ans, chef d'orchestre de variétés, sachant jouer de plusieurs instruments, fit à la suite d'un infarctus temporal gauche une aphasie de Wernicke avec un important jargon, une alexie et une agraphie. La discrimination auditive de mots significatifs ou non, comportait 25% d'erreurs, celle des phonèmes présentés par paires n'était pas possible. Les capacités musicales demeuraient bonnes, le malade exécutait très facilement une mélodie qu'il venait d'entendre pour la première fois et reconnaissait immédiatement des fragments musicaux joués au piano qu'il avait entendu avant sa maladie. Il décelait bien les

erreurs volontairement introduites dans une partition. Il lisait parfaitement la musique. Toutefois, il présentait une impossibilité de lire les titres et les signes musicaux (en dehors des notes de musique), quelques erreurs rythmiques à la lecture de la partition, des difficultés pour écrire les notes à la dictée verbale alors que la dictée musicale (audition - écriture des notes) était conservée.

Une dissociation de même type est rapportée par Signoret (Signoret, Van Eeckout, Poncet et Castaigne, 1987) dans une étude de cas exceptionnelle d'un organiste aveugle qui utilisait le Braille (dont les symboles pour l'alphabet et la notation musicale se recouvrent) pour lire texte et musique. Après une lésion cérébrale provoquant une aphasie de Wernicke, ce musicien a vu néanmoins ses capacités musicales préservées. Il pouvait notamment lire la musique, mais il montrait une incapacité à lire et à comprendre du texte verbal avec les mêmes symboles Braille. Un important ramollissement sylvien gauche détruisant le lobe temporal était observé au scanner.

On remarque l'absence de lésions significatives de l'hémisphère droit dans ces observations.

Amusie sans aphasie

Les observations d'amusie sont extrêmement rares. Il suffit pour s'en convaincre de constater le peu de références d'articles que produit une recherche dans la base de donnée *Medline* avec le mot clé "amusia" : 33 références, pour les années 1966 à 2000, dont un tiers en français. Des cas non-publiés sont répertoriés dans la thèse de Dorgeuille (1966). Quelques rares observations d'amusies sans aphasie après lésions hémisphériques droites ont été rapportées dans la littérature.

Le malade de Würtzen (cité par Henschen, 1920) était un danseur de ballet, bon musicien. A la suite d'une hémiplégié gauche, il présenta de gros troubles de la perception musicale : il ne pouvait plus battre la mesure, son sens rythmique et sa reconnaissance des hauteurs avaient disparu, il ne pouvait plus distinguer les fausses notes dans une mélodie.

Le malade de Jossmann (cité par Dorgeuille, 1926), bon instrumentiste et bon chanteur, fit un épisode hémiplégié gauche durant un mois.

Il n'avait pas de difficultés à percevoir les hauteurs, le rythme, la mélodie ou l'intensité, mais il éprouvait des difficultés à lire la musique et il reproduisait les mélodies et des sons simples avec des erreurs grossières.

Peretz (1994) rapporte le cas C.N., une jeune infirmière sans éducation musicale qui, à la suite de l'atteinte successive des deux lobes temporaux, s'est retrouvée dans l'incapacité de reconnaître le moindre air musical. Elle ne reconnaissait plus aucun extrait de ses propres disques à moins qu'il n'y ait des paroles ; elle ne pouvait plus chanter comme elle en avait l'habitude à son jeune fils des rondes enfantines qu'ils affectionnaient tous deux. Ses capacités à comprendre et à communiquer verbalement sont cependant restées intactes. Il est intéressant de souligner que la mémorisation de nouveaux airs musicaux restait très déficitaire chez cette patiente. Elle montre donc, outre des perturbations perceptives, une forme d'amnésie rétrograde et antérograde pour la musique.

L'APPORT DES MÉTHODES EXPÉRIMENTALES

L'essor, au cours des années 1960, des méthodes expérimentales, tant chez des sujets sains que chez des patients cérébro-lésés, a permis de séparer sur un plan fonctionnel les rôles des hémisphères cérébraux et a contribué à soutenir la distinction musique/langage, en localisant chacune de ces fonctions dans un hémisphère différent.

En 1962, B. Milner a effectué une recherche sur des patients atteints de lobectomies temporales droites ou gauches, auxquels elle a proposé le test de Seashore. Ce test comporte différentes épreuves telles que la discrimination de timbres, le pointage de différences d'intensité ou de durée de sons musicaux ... Les résultats de Milner montrent que les patients présentant une lobectomie droite ont significativement plus de difficultés aux subtests de mémoire tonale et de timbre que ceux ayant une lobectomie gauche. Ces résultats ont été reproduits par Gordon (1975) chez un patient hémisphérectomisé droit.

En 1961, D. Kimura confirme, par la technique du test d'écoute dichotique, une supériorité de l'hémisphère gauche pour le traitement du matériel verbal. Les patients ayant subi une lobectomie temporale gauche ont des performances significativement moins bonnes pour ce test que les

patients ayant subi une lobectomie droite. En 1964, elle met ensuite en évidence avec des populations de sujets sains, par l'intermédiaire d'un test d'écoute dichotique mélodique avec réponses par choix multiples, une supériorité de l'oreille gauche, donc une dominance de l'hémisphère droit pour effectuer ce traitement. Sa tâche était une adaptation de sub-tests de l'épreuve de Seashore, en l'occurrence la reconnaissance avec choix multiples de morceaux enregistrés de musique classique de 4 secondes.

Quarante-cinq patients porteurs de lésions épileptogéniques du lobe temporal droit et gauche (21 gauches et 24 droits), étudiés par Shankweiler (1966), ont passé deux tests d'écoute dichotique : un test dichotique mélodique et un test dichotique verbal. La perception de mélodies était perturbée sélectivement chez les patients porteurs de lésions droites, alors que le test auditif verbal était perturbé principalement chez les patients qui avaient des lésions gauches.

A partir de ces études expérimentales s'est dégagée, depuis une vingtaine d'années, une conception modulaire de la perception musicale qui ne se satisfait plus d'une simple opposition musique/langage, mais propose d'aborder la perception de la musique dans toute sa complexité, en considérant ses multiples processus, chacun de ces processus pouvant être latéralisé différemment dans les hémisphères cérébraux.

Exemple de la perception des mélodies

L'exploration de la hauteur pour des stimuli musicaux se confond parfois avec celle de la mélodie. En effet, certains auteurs ont utilisé des tâches de discrimination de séquences mélodiques afin d'évaluer la capacité de sujets à percevoir des changements de hauteur. Cependant, la perception mélodique en elle-même repose sur plusieurs processus de traitement.

Samson et Zatorre (1988) ont montré que des patients ayant subi une excision des lobes frontaux et fronto-temporaux de l'hémisphère droit présentent des perturbations significatives dans la discrimination de mélodies, par rapport à un groupe contrôle de sujets sains. En revanche,

aucune différence n'est confirmée entre les deux groupes pour la discrimination de paires d'accords de 3 notes.

En 1990, Peretz a étudié les capacités de discrimination du contour et du rythme de séquences mélodiques chez deux groupes de patients avec lésions unilatérales. La tâche consiste à juger si deux courtes séquences présentées successivement sont identiques ou non. Le matériel varie soit sur la dimension rythmique, soit sur la dimension mélodique. Les cérébrolésés droits étaient plus affectés pour la discrimination des changements mélodiques pris dans leur globalité. La discrimination des paramètres d'intervalles entre la hauteur des notes semblait être affectée aussi bien par des lésions droites que gauches (plus spécifiquement temporelles).

Peretz (1994) a été ainsi amenée à étudier, au moyen de tests d'écoute dichotique, deux composantes dans le traitement des séquences mélodiques, qui seraient la capacité à juger du contour d'une mélodie (sorte de profil tonal général) et la gestion des intervalles de hauteur séparant les notes d'une mélodie. La tâche consistait à juger si deux séquences mélodiques étaient différentes ou non. La modification de la mélodie pouvait se faire soit en respectant le profil mélodique de la séquence originale (condition "contour respecté"), soit en changeant ce profil (condition "contour modifié"). Les résultats montrent que les cérébrolésés gauches utilisent préférentiellement les informations du contour, alors que les cérébrolésés droits ne peuvent jamais utiliser les informations provenant du contour ou des intervalles. D'après Peretz, ces résultats indiquent que l'extraction du contour est effectuée par l'hémisphère droit et que cette opération constitue un préalable à l'extraction des intervalles, opération préférentiellement effectuée par l'hémisphère gauche. Ainsi, le contour serait pris en compte de manière plus globale (hémisphère droit) et la gestion des intervalles ferait appel à un niveau d'analyse plus séquentiel (hémisphère gauche).

Ce résultat est confirmé par Liégeois-Chauvel et Peretz (Liégeois-Chauvel, Peretz, Babai, Laguitton et Chauvel, 1998) avec une population de 65 patients ayant subi des cortectomies temporales unilatérales. Les résultats montrent qu'une cortectomie temporale droite provoque des troubles de la perception du contour mélodique et des intervalles de hauteur, alors que les patients ayant subi une cortectomie temporale gauche

présentaient des difficultés seulement pour l'extraction de la hauteur. Il est intéressant de noter que la plupart des patients ne présente pas de trouble sévère de la perception musicale, et que des lésions très circonscrites du cortex n'entraînent que très exceptionnellement des tableaux d'amusie.

Exemple de la perception du rythme

Les résultats des études de neuropsychologie expérimentale réalisées chez les sujets sains tendent généralement vers une prédominance de l'hémisphère gauche pour le traitement des informations rythmiques. Robinson et Solomon (1974) ont constaté cette supériorité de l'hémisphère gauche en analysant les performances de 24 sujets sains à un test d'écoute dichotique comprenant une épreuve de discrimination de patterns rythmiques, sans support phonétique, fabriqués à partir de 4 à 7 sons sinusoïdaux. Gordon (1978) a utilisé la même technique d'écoute dichotique auprès de 48 sujets sains, 24 étant musiciens et 24 non-musiciens. Cet auteur a constaté une dominance de l'hémisphère gauche pour le traitement des mélodies ne variant que par le rythme pour les deux populations.

Les observations d'atteinte spécifique des capacités rythmiques sont rares dans les amusies. Mavlov (1980) décrit le cas d'un patient, violoniste de soixante-et-un ans, droitier, professeur de musique, atteint d'un infarctus temporo-pariétal gauche. Ce patient s'avérait incapable de reconnaître ou de reproduire un rythme, que ce soit auditivement, visuellement ou tactilement. De plus, il lui était impossible de reconnaître des airs familiers comme l'hymne national bulgare (le patient était bulgare), des chansons populaires ou des airs d'opéra connus.

Fries et Swihart (1990) ont également décrit un patient, musicien amateur qui, après une lésion des ganglions de la base et du lobe temporal droit, se révélait incapable d'accompagner le rythme d'un métro-nome ou d'une musique de marche. En revanche, il pouvait reconnaître ou reproduire des rythmes simples.

Le travail de Polk et Kertesz (1993) porte sur deux patients musiciens atteints d'une maladie d'Alzheimer probable. Le premier patient, souffrant

d'une atrophie corticale gauche, présentait à l'examen des difficultés à répéter les rythmes mais non à produire spontanément un battement régulier. Le second patient, souffrant d'une atrophie corticale postérieure essentiellement droite, présentait le profil inverse, sachant bien répéter les rythmes mais non produire un battement régulier.

Quelques études portant sur des groupes de patients se sont intéressées à l'évaluation des performances rythmiques. Prior, Kinsella et Giese (1990) ont proposé à 13 patients cérébro-lésés gauches et 13 patients cérébro-lésés droits des tâches de perception de changements rythmiques et mélodiques introduits dans des airs musicaux, familiers ou non familiers. Une baisse significative des performances était uniquement observée chez les patients porteurs de lésion gauche pour détecter les changements rythmiques. Kester, Saykin, Sperling, O'Connor, Robinson et Gur (1991) ont étudié la perception musicale, avant et après cortectomie temporale antérieure de l'hémisphère gauche ou droit, chez 21 patients soignés pour épilepsie pharmaco-résistante. Après cortectomie, seuls les patients avec des lésions de l'hémisphère droit présentaient des performances significativement détériorées pour des épreuves rythmiques de perception de l'organisation métrique et de tempo.

Liégeois-Chauvel et al. (1998) ont également exploré les capacités rythmiques et ont montré l'importance de l'intégrité des régions antérieures du gyrus temporal supérieur dans l'appréciation du mètre musical (faire la différence entre un rythme de valse ou de marche), mais ils n'ont pas démontré d'effet différentiel entre les deux hémisphères cérébraux pour ces capacités.

Ainsi, les données de la neuropsychologie montrent que les processus rythmiques peuvent être altérés à la suite de lésions cérébrales de l'hémisphère gauche ou de l'hémisphère droit. Finalement, ces différentes études suggèrent que le rythme musical est vraisemblablement une fonction composite qui peut être décomposée en plusieurs sous-composantes. L'extraction d'un battement régulier serait principalement une compétence de l'hémisphère droit, alors que l'analyse fine des durées entre les événements serait sous-tendue par l'hémisphère gauche.

APPRENTISSAGES ET SPÉCIALISATION DES HÉMISPHERES

Le problème de la spécialisation des hémisphères cérébraux pour la musique est par ailleurs rendu complexe par les effets d'apprentissage, ou par les stratégies adoptées par les sujets pour traiter l'information. En 1974, les travaux de Bever et Chiarello mirent en évidence, grâce à l'écoute dichotique, que les musiciens reconnaissaient mieux les mélodies avec l'oreille droite (supériorité de l'hémisphérique gauche), alors que les sujets non-musiciens les reconnaissaient mieux avec l'oreille gauche (supériorité hémisphérique droite). De plus, seuls les sujets musiciens réussissaient la tâche qui impliquait la capacité de séparer les mélodies en leurs différents constituants. Ces auteurs mirent en évidence que les sujets non-musiciens, qui traitent les informations de façon globale, ont de meilleurs résultats avec l'hémisphère droit dans la tâche de reconnaissance, alors que les sujets musiciens, qui sont capables de procéder de façon analytique, ont de meilleurs résultats avec l'hémisphère gauche. Les auteurs concluent que c'est la façon dont le stimulus musical est traité qui détermine l'hémisphère dominant pour ce traitement. L'accent est mis sur la stratégie et le mode de traitement de l'information.

L'importance du mode de traitement a également été mise en évidence par Peretz et Morais dans une étude de 1980. Les auteurs ont proposé à des sujets non-musiciens des tâches de reconnaissance de mélodies en écoute dichotique, variant par le contour, le rythme ou les deux paramètres à la fois. Dans toutes les expériences, aucune des conditions n'avait montré d'effet d'asymétrie significatif. Ils ont cependant remarqué que les sujets qui, d'après leurs commentaires, ont repéré les éléments constitutifs des mélodies ont une supériorité de l'hémisphère gauche plus prononcée. Ce fait tend à confirmer qu'une stratégie de type analytique est préférentiellement traitée par l'hémisphère gauche. Cette dichotomie entre hémisphère gauche analytique et hémisphère droit globaliste est souvent observée dans d'autres domaines que l'audition musicale.

L'APPORT DES TECHNIQUES D'IMAGERIE CÉRÉBRALE FONCTIONNELLE

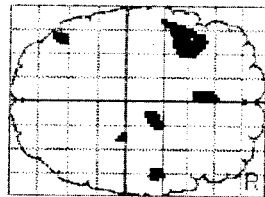
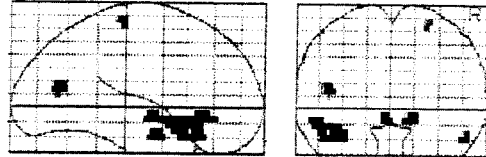
Les différentes techniques d'imagerie cérébrale fonctionnelle (métaboliques ou électrophysiologiques) ont permis, depuis plus de 15 ans, de préciser le rôle des différentes aires auditives primaires et secondaires du cerveau. La représentation tonotopique des sons, déjà démontrée chez l'animal, a été retrouvée chez l'homme (Lauter, Herscovitch, Fomby et Raichle, 1985 ; Pantev, Hoke, Lütkenhöner et Lehnertz, 1989 ; Liégeois-Chauvel, Musolino et Chauvel, 1991).

Avec la Tomographie par Emission de Positons (TEP), Zatorre a largement œuvré dans la cartographie des fonctions musicales (Zatorre, Evans, Meyer et Gjedde, 1992 ; Zatorre, Evans et Meyer, 1994 ; Halpern et Zatorre, 1999). Un des résultats de ses recherches, le plus marquant et le plus reproductible, est la présence d'activations des régions pré-frontales et frontales de l'hémisphère droit lors de la perception de la hauteur et de la mémorisation de mélodies.

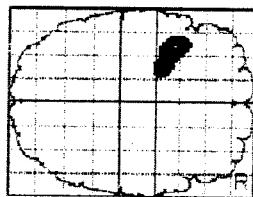
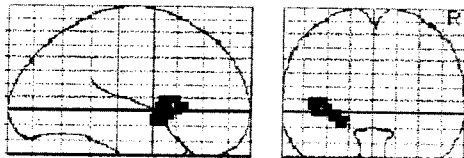
Notre étude sur la perception de différentes composantes de la musique (identification musicale, rythme, timbre, hauteur) est l'un des rares travaux d'activations en TEP qui couvre en même temps ces différentes dimensions (Platel et al., 1997). Le but de ce travail n'était pas de montrer les réseaux cérébraux fonctionnels communs à ces composantes, mais d'appréhender les activations spécifiques à chacun des paramètres étudiés. Toutes les tâches présentées provenaient du même matériel (4 arrangements aléatoires d'une bande de 30 séquences de notes). Lors de chaque tâche, 50% des séquences entendues contenaient des changements de hauteur, de timbre et/ou de rythme, et 50% de ces séquences pouvaient être reconnues comme un morceau familier.

Les résultats (Figure 1) montrent effectivement des activations significatives, spécifiques et différenciées pour chacune des tâches proposées : des activations locales dans l'hémisphère gauche pour les tâches d'Identification/Familiarité (gyrus frontal inférieur et temporal supérieur) et de Rythme (aire de Broca et insula), et des activations principalement dans l'hémisphère droit pour la tâche de Timbre (gyrus précentral et frontal médian, occipital médian gauche). La tâche de Hauteur rend compte d'un pattern de résultats inattendu avec des activations spécifi-

Figure 1. Résultats, en projection SPM (sagittale, coronale, transverse), des comparaisons de l'activité cérébrale recueillie lors de chacune des tâches du protocole de Platel et al. (1997) par rapport aux trois autres conditions. Les séquences musicales entendues dans chaque tâche sont toujours les mêmes (présentées dans un ordre différent), seules les consignes changent.

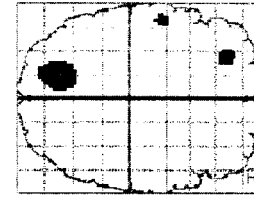
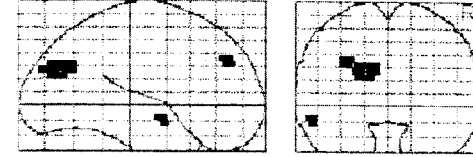


Familiarité vs Hauteur, Rythme et Timbre

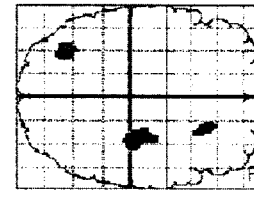
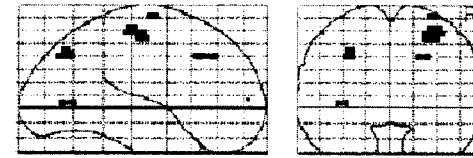


Rythme vs Familiarité, Hauteur et Timbre

Figure 1. Results, in SPM projection (sagittal, coronal, transverse), of the comparisons of cerebral activity collected for each task of the protocol of Platel et al. (1997) compared to the three other tasks. The musical sequences heard in each task are always the same ones (presented in a different order), only the instructions change.



Hauteur vs Familiarité, Rythme et Timbre



Timbre vs Familiarité, Rythme et Hauteur

fiques dans l'hémisphère gauche (cunéus et pré-cunéus). Ce dernier résultat est lié à deux facteurs : 1) l'absence d'activation à droite est sans doute la conséquence méthodologique de l'analyse comparative utilisée qui "efface" toute activation commune aux différentes tâches ; 2) l'activation spécifique du pré-cunéus gauche est vraisemblablement le reflet de l'utilisation d'une stratégie d'imagerie mentale effectuée par les sujets (d'après leurs témoignages) pour réaliser cette tâche du protocole.

La grande majorité des travaux d'imagerie métabolique ont utilisé des populations de sujets sains non-musiciens, et seuls quelques rares travaux se sont centrés sur les compétences des musiciens. L'étude en TEP de Justine Sergent (Sergent, Zuck, Terriah et McDonald, 1992) est la première et encore la plus remarquable à cet égard. Dans ce travail, 10 pianistes professionnels (droitiers) ont effectué 7 tâches différentes durant les acquisitions en TEP : 1) fixation passive de l'écran ; 2) présentation de points et réponse manuelle en fonction de leur localisation ; 3) écoute passive de gammes majeures jouées au piano ; 4) exécution de gammes majeures jouées et entendues par le sujet ; 5) lecture silencieuse d'une partition d'un choral de J. S. Bach ; 6) lecture de partition d'un choral de J. S. Bach et écoute de cette musique ; 7) lecture, exécution et écoute d'une partition de J. S. Bach. Les sujets disposaient d'un clavier "muet" sur lequel ils pouvaient jouer la partition demandée ; les œuvres proposées leur étaient inconnues. La comparaison entre la septième condition (lecture, exécution et écoute) et la quatrième condition (exécution de gammes) révèle des activations dans les régions de l'aire de Broca, de l'aire motrice supplémentaire, du gyrus supramarginal (aire 40), du pré-cunéus et du cunéus. Les activations de ces régions sont essentiellement gauches, mais la participation de l'hémisphère droit (notamment pour les régions occipitales) est clairement visible. Les régions actives dans ces tâches se révèlent partiellement superposables aux activations mises en évidence avec des tâches linguistiques (comme les tâches de génération de verbes), suggérant qu'un réseau commun de régions cérébrales est mobilisé pour ces deux domaines, mais montrent qu'une relative indépendance fonctionnelle existe également (Platel, sous presse).

LE PLAISIR MUSICAL

Nous ne voudrions pas clore cet article en oubliant que la musique est une forme de communication artistique dans laquelle le jugement esthétique joue un rôle de premier plan, étroitement lié au plaisir que nous pouvons retirer de l'écoute ou de l'exécution d'une œuvre. Les caractères innés et acquis de ces capacités esthétiques font l'objet de recherches spécifiques en psychologie (Zenatti, 1994). La neuropsychologie propose, quant à elle, peu de travaux expérimentaux dans ce domaine ; cependant les études cliniques montrent que la préservation du "plaisir" musical peut perdurer alors que des troubles de la perception sont flagrants. Des paradoxes sont parfois observés, telle la patiente de Lechevalier, Rossa, Eustache, Schupp, Boner et Bazin (1984) qui, à la suite d'une méningite à pneumocoques, occasionnant de vastes lésions temporales bilatérales, présentait une surdité corticale sévère. Elle était dans l'incapacité d'identifier les bruits non-verbaux, le langage parlé et la musique. Elle n'identifiait ni les rythmes, les hauteurs et les mélodies, ni les différents types de musique. Cependant, elle continuait à écouter la radio ou ses anciens disques, prenant visiblement du plaisir à l'écoute de la musique. Le malade de Würtzen (1920), déjà cité, porteur de lésions cérébrales droites, éprouvait toujours "une grande joie" lors de l'écoute musicale alors que sa perception et son exécution étaient très perturbées.

Griffiths, Rees, Witton, Cross, Shakir et Green (1997) rapportent le cas d'un patient présentant une lésion des régions temporales médianes et postérieures de l'hémisphère droit, touchant l'insula. Le patient se plaint de ne plus apprécier la musique et une batterie de tests confirme un déficit sélectif de la perception musicale en l'absence de troubles de la perception des sons de l'environnement et des sons du langage. Sa capacité à détecter des changements continus de la fréquence des sons est préservée. Il existe, cependant, une perturbation dans l'analyse de séquences rapides de notes qui pourrait être à la base du déficit musical.

L'étude de cas de Mazzoni, Moretti, Pardossi, Vista et Muratorio (1993) est intéressante car la perte du plaisir musical observée chez leur patient est justifiée cognitivement par le malade lui-même. A la suite de lésions temporo-pariétales de l'hémisphère droit, ce musicien de jazz amateur se plaint d'avoir perdu la "qualité" de son audition musicale ; la

musique lui semble "plate" et sans émotion. L'examen de ses capacités perceptives (identification, reconnaissance, discrimination et production de mélodies ou de rythmes) est normal. Pour le patient, la musique qu'il affectionnait (le jazz) a perdu de son attrait car il n'est plus capable de comprendre les relations existantes entre l'accompagnement musical et le jeu du soliste.

CONCLUSION

Nous pouvons mesurer le chemin parcouru depuis la fin du XIX^e siècle dans notre connaissance plus détaillée des processus neurobiologiques sous-tendant la perception de la musique. Cependant de nombreuses questions restent en suspens, notamment le poids des caractéristiques individuelles dans ces mécanismes perceptifs et la dynamique fonctionnelle de ces processus. Le "cerveau musicien" semble bel et bien exister, mais il est de nature plus inconstante que le cerveau du langage et les régularités (cliniques comme expérimentales) sont plus subtiles à découvrir.

ABSTRACT

Which is the degree of cognitive and functional independence between language and music? Since the end of the 19th century, clinical observations in neuropsychology have shown the existence of dissociations between linguistic and musical abilities. It is reasonable to think that these two domains present common processes in their most simple expression (perception) and differences in their most complex capabilities (memory, decision ...). However, clinical observations show that what seems to be the simplest aspects of musical perception (such as perception of pitch or rhythm) can be selectively impaired after brain damage. Besides, since 1960, experimental studies in neuropsychology have shown that linguistic and musical perceptive tasks are underlined by different and specialized hemispheric networks. Recently, functional

studies have shed some new lights on this debate, and given further support to functional independence between linguistic and musical processing although the various levels of this independence still need to be clarified.

BIBLIOGRAPHIE

- Assal, G. (1973). Aphasie de Wernicke sans amusie chez un pianiste. *Revue Neurologique*, 129, 251-255.
- Bever, T. G., & Chiarello, R. (1974). Cerebral dominance in musicians and non musicians. *Science*, 185, 537-539.
- Bouillaud, J. B. (1865). Sur la faculté du langage articulé. *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 30, 752-768.
- Dorgeuille, C. (1966). *Introduction à l'étude des amusies*. Thèse de Médecine, Paris.
- Fries, W., & Swihart, A. (1990). Disturbance of rhythm sense following right hemisphere damage. *Neuropsychologia*, 28, 1317-1323.
- Gordon, H. W. (1975). Auditory specialisation of right and left hemispheres. In M. Kinsbourne & W. Smith (Eds.), *Hemispheric disconnection and cerebral function*. Springfield, IL: C.C. Thomas.
- Gordon, H. W. (1978). Left hemisphere dominance for rhythmic elements in dichotically-presented melodies. *Cortex*, 14, 58-70.
- Griffiths, T. D., Rees, A., Witton C., Cross, P. M., Shakir, R. A., & Green G. G. (1997). Spatial and temporal auditory deficits following right hemisphere infarction: A psychophysical study. *Brain*, 120, 785-794.
- Halpern, A. R., & Zatorre, R. J. (1999). When that tune runs through your head: a PET investigation of auditory imagery for familiar melodies. *Cerebral Cortex*, 9, 697-704.
- Kester, D. B., Saykin, A. J., Sperling, M. R., O'Connor M. J., Robinson L. J., & Gur, R. C. (1991). Acute effect of anterior temporal lobectomy on musical processing. *Neuropsychologia*, 29, 703-708.
- Kimura, D. (1961). Some effects of temporal lobe damage on auditory perception. *Canadian Journal of Psychology*, 15, 156-165.
- Lauter, J. L., Herscovitch, P., Fomby, C., & Raichle M. E. (1985). Tonotopic organization in human auditory cortex revealed by positron emission tomography. *Hearing Research*, 20, 199-205.
- Lechevalier, B., Rossa, Y., Eustache, F., Schupp, C., Boner, L., & Bazin, C. (1984). Un cas de surdité corticale épargnant en partie la musique. *Revue Neurologique (Paris)*, 3, 190-201.

- Lechevalier, B., Eustache, F., & Rossa, Y. (1985). *Les troubles de la perception de la musique d'origine neurologique*. Paris: Masson.
- Liégeois-Chauvel, C., Musolino, A., & Chauvel, P. (1991). Localization of the primary auditory area in man. *Brain*, *114*, 139-151.
- Liégeois-Chauvel, C., Peretz, I., Babai, M., Laguitton, V., & Chauvel, P. (1998). Contribution of different cortical areas in the temporal lobes to music processing. *Brain*, *121*, 1853-1867.
- Luria, A. R., Tsvetkova, L., & Futer, J. (1965). Aphasia in a composer. *Journal of Neurological Science*, *2*, 288-292.
- Mavlov, L. (1980). Amusia due to rhythm agnosia in a musician with left hemisphere damage: a non auditory supramodal defect. *Cortex*, *16*, 331-338.
- Mazzoni, M., Moretti, P., Pardossi, L., Vista, M., & Muratorio, A. (1993). A case of music imperception. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, *56*, 322.
- Milner, B. (1962). Laterality effects in audition. In V. B. Mountcastle (Ed.), *Interhemispheric relations and cerebral dominance* (pp. 244-257). Baltimore, MD: John Hopkins University Press.
- Pantev, C., Hoke, M., Lütkenhöner, B., & Lehnertz, K. (1989). Tonotopic organization of the human auditory cortex: pitch versus frequency representation. *Science*, *246*, 486-488.
- Peretz, I. (1990). Processing of local and global musical information by unilateral brain-damaged patients. *Brain*, *113*, 1185-1205.
- Peretz I. (1994). Les agnosies auditives. In X. Seron & M. Jeannerod (Eds.), *Neuropsychologie humaine* (pp. 205-216). Liège: Mardaga.
- Peretz, I., & Morais, J. (1980). Modes of processing melodies and ear asymmetry in non-musicians. *Neuropsychologia*, *18*, 477-489.
- Platel, H. (sous presse). Apport des études de Tomographie par Emission de Positons à la connaissance de la perception musicale. In B. Lechevalier, F. Eustache, & F. Viader (Eds.), *Le cerveau musicien*. Bruxelles: De Boeck.
- Platel, H., Price, C., Baron, J.-C., Wise, R., Lambert, J., Frackowiak, R. S. J., Lechevalier, B., & Eustache, F. (1997). The structural components of music perception: A functional anatomical study. *Brain*, *120*, 229-243.
- Polk, M., & Kertesz, A. (1993). Music and language in degenerative disease of the brain. *Brain and Cognition*, *22*, 98-117.
- Prior, M., Kinsella G., & Giese J. (1990). Assessment of musical processing in brain-damaged patients: implications for laterality of music. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *12*, 301-312.
- Robinson, G. M., & Solomon, D. J. (1974). Rhythm is processed by the speech hemisphere. *Journal of Experimental Psychology*, *3*, 508-511.
- Samson, S., & Zatorre, R. J. (1988). Melodic and harmonic discrimination following unilateral cerebral excision. *Brain and Cognition*, *7*, 348-360.

- Sergent, J., Zuck, E., Terriah, S., & McDonald, B. (1992). Distributed neural network underlying musical sight-reading and keyboard performance. *Science*, *257*, 106-109.
- Shankweiler, D. (1966). Effects of temporal-lobe damage on perception of dichotically presented melodies. *Journal of Comparative Physiology and Psychology*, *62*, 115-119.
- Signoret, J.-L., Van Eeckout, P., Poncet, M., & Castaigne, P. (1987). Aphasie sans amusie chez un organiste aveugle. *Revue Neurologique (Paris)*, *143*, 172-181.
- Zenatti, A. (1994). *Psychologie de la musique*. Paris: PUF.
- Zatorre, R. J., Evans, A. C., & Meyer, E. (1994). Neural mechanisms underlying melodic perception and memory for pitch. *Journal of Neurosciences*, *14*, 1908-1919.
- Zatorre, R. J., Evans, A. C., Meyer, E., & Gjedde, A. (1992). Lateralization of phonetic and pitch discrimination in speech processing. *Science*, *256*, 846-849.