

Entrainement à l'épreuve E3C

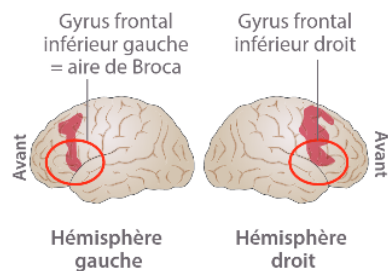
Durée (rédaction manuscrite type "examen") : 1h

LA GRAMMAIRE DE LA MUSIQUE

1 La grammaire de la musique telle que perçue par le cerveau

La musique est composée de séquences auditives complexes et l'harmonie d'un morceau est liée à la consonance des sons. Le cerveau est capable de percevoir ces harmonies et de détecter les dépendances musicales qui relient les différentes parties d'un morceau (couplets, refrains). Les chercheurs savent déjà qu'il existe une aire du cerveau essentielle à la parole et à la perception des dépendances dans les langues : le gyrus frontal inférieur gauche, connu aussi sous le nom d'aire de Broca. Le gyrus frontal inférieur gauche a une zone équivalente dans l'hémisphère droit, mais celle-ci n'a pas été identifiée comme liée au traitement de la parole.

Vincent Cheung de l'Institut Max Planck (Allemagne) et ses collaborateurs ont voulu vérifier si cette aire s'activait également pour le traitement des dépendances musicales. L'équipe a ainsi construit des « phrases musicales » composées d'une succession de triplés de sons. Ces suites de sons observaient une règle bien précise que les sujets, des musiciens ayant au moins sept ans d'expérience de pratique d'un instrument, devaient déterminer après plusieurs écoutes. Puis, des violations de la règle étaient intégrées afin de voir si les sujets les détectaient. Après avoir suivi par IRM l'activation de zones du cerveau lors des différentes écoutes, les chercheurs ont observé que



Données tirées d'IRM fonctionnelle montrant les zones activées lors de l'identification de phrases musicales non grammaticales. Plus la zone est rouge, plus elle est active.

l'aire de Broca ainsi que la zone située au même niveau dans l'hémisphère droit s'activaient à l'écoute des phrases musicales « conformes ». En revanche, c'est le gyrus frontal inférieur droit qui se montrait plus actif lors de la perception des violations des règles musicales.

Les chercheurs en ont ainsi conclu que le traitement de la syntaxe linguistique se faisait dans l'hémisphère gauche alors que le traitement de la syntaxe musicale se faisait plutôt dans l'hémisphère droit.

Adapté de Cheung, V. et al., The right inferior frontal gyrus processes nested non-local dependencies in music, *Scientific Reports*, 2018, Vol. 8.

2 La grammaire musicale testée par les chercheurs

Les séquences auditives ont été élaborées à partir de huit motifs sonores :

- quatre catégories : « arpège » (accord de trois notes), « gamme » (trois notes qui se suivent), « saut » (deux notes identiques qui se suivent puis une troisième différente) et « flèche » (deux notes identiques entrecoupées d'une note différente) ;
- deux états : un état normal (A) et un état inverse (B).

Les phrases grammaticales ont été construites avec quatre motifs et une logique de « miroir » : deux motifs en symétrie étant de même catégorie (arpège, gamme, saut ou flèche) mais d'état opposé (A ou B).

Cela donnait des séries de type A2 - A1 - B1 - B2, dans lesquelles la violation de grammaire consistait à changer soit l'état attendu (A ou B), soit la catégorie attendue (arpège, gamme, saut ou flèche).

N₁, N₂ et N₃ sont des notes dont on souhaite étudier les caractéristiques (voir le document 3).

Les illustrations de ce document sont adaptées de l'article publié par Vincent Cheung et son équipe.

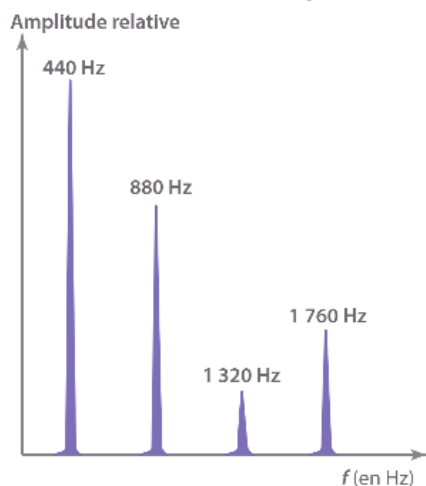
| | État A (normal) | État B (inverse) |
|--------------|--------------------|---------------------|
| — Arpège | | |
| ----- Gamme | | |
| Saut | | |
| ----- Flèche | | |

Séquence 1 : avec grammaire correcte.

Séquence 2 : avec grammaire incorrecte.

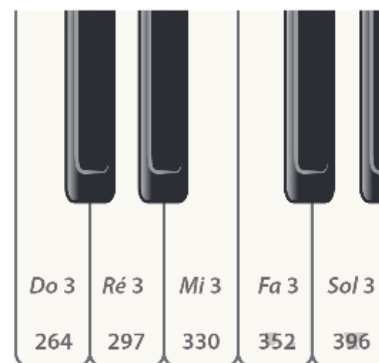
3 Spectre de la note N_1 jouée au piano

Le spectre de la note N_1 , visible dans le motif [flèche, état A] du **document 2** a été enregistré ci-dessous.



4 Fréquences fondamentales de cinq notes

Le document ci-dessous présente les fréquences fondamentales, en Hz, de cinq notes de piano de la troisième octave : *do*, *ré*, *mi*, *fa* et *sol*.



QUESTIONS

► Dans le **document 2** sont proposées deux phrases musicales : une séquence avec grammaire correcte et une séquence avec violation de la règle de grammaire étudiée.

1. (2 points) Proposer un motif parmi les huit possibles pour rendre la deuxième séquence correcte au regard de la règle musicale testée par les chercheurs.

► La musique est une vibration sonore captée par l'oreille. Cet organe est capable de traduire les vibrations en messages nerveux et de les transmettre au cerveau, qui les traite ensuite pour en donner une perception particulière.

2. (6 points) Rédiger une courte synthèse présentant le rôle de chaque partie de l'oreille dans la réception, la transmission et l'interprétation d'une vibration sonore. Votre paragraphe doit inclure une introduction, au moins un schéma et les résultats de l'expérience de Vincent Cheung.

► Aujourd'hui, la gamme utilisée en musique est à intervalles égaux, répartis sur une octave.

3. (2 points) Après avoir rappelé ce qu'est une gamme, dire si la note N_1 est un son pur ou composé. Justifier votre réponse.

4. (1 point) Identifier la fréquence fondamentale de la note N_1 .

5. (2 points) La fréquence fondamentale de la note N_3 est 660 Hz. Justifier que cette note soit séparée de la note N_2 (*mi 3*) par une octave. Nommer alors la note N_3 .

6. (3 points) Calculer les rapports de fréquences existant entre le *do 3* et les quatre notes suivantes : *ré 3*, *mi 3*, *fa 3* et *sol 3*. Quel intervalle correspond à une quinte ?

► Dans l'accord du motif sonore [gamme, état A], les notes sont les suivantes : *do - ré - mi bémol*. Il y a deux demi-tons d'écart entre le *do* et le *ré*, mais un seul demi-ton entre le *ré* et le *mi bémol*.

7. (2 points) Rappeler ce qu'est un demi-ton et quelle est sa valeur. Déterminer ensuite l'intervalle entre le *do* et le *mi bémol*.

► Afin de ne pas perdre la qualité audio des séquences étudiées, les chercheurs les ont enregistrées en « qualité CD ». S'ils avaient compressé les fichiers au format .mp3, leur taille serait passée de 40 Mo à 3,6 Mo.

8. (2 points) Calculer le taux de compression associé à la conversion « qualité CD » vers MP3.

Penser la science

Identifier la validité d'une pratique scientifique

Les chercheurs ont conclu que le traitement de la syntaxe musicale se faisait plutôt au niveau de l'hémisphère droit du cerveau.

■ Identifier certaines limites de l'étude présentée (résultats, échantillon testé), puis discuter de la possibilité de généraliser les conclusions formulées.