



Disponible en ligne sur www.sciencedirect.com

ScienceDirect

et également disponible sur www.em-consulte.com



Article original

Effets *On-Line* d'un environnement musical dans la lecture de texte : analyse oculométrique



On-Line effects of musical environment on text reading: Eye-tracking investigation

V. Draï-Zerbib^{a,b,*}, T. Baccino^b

^a UPMC Sorbonne universités, 4, place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France

^b Université de Paris VIII (Chart-LUTIN), cité des sciences et de l'industrie, 30, avenue Corentin-Cariou, 75930 Paris cedex 19, France

INFO ARTICLE

Historique de l'article :

Reçu le 18 novembre 2013

Accepté le 15 décembre 2014

Mots clés :

Mouvements oculaires

Lecture

Compréhension

Attention

Musique

RÉSUMÉ

Cette étude compare la lecture de textes effectuée par des musiciens ou des non-musiciens dans un environnement musical ou en silence. Trente textes expositifs étaient présentés avec ou sans mise en forme matérielle suivi chacun de deux questions à choix multiple. Les textes étaient lus en silence, ou bien en écoutant simultanément une chanson populaire française dans sa version chantée (paroles et musique) ou dans sa version instrumentale (uniquement musique). L'analyse des mouvements oculaires montre qu'un environnement musical ralentit la lecture mais cela dépend de la sensibilité musicale des participants, les musiciens étant moins affectés que les non-musiciens. Sur l'ensemble du texte, un environnement chanté provoque un nombre et une durée de fixation significativement supérieurs. Une analyse locale établie phrase par phrase permet d'observer (1) des fixations plus courtes avec une mise en forme textuelle, (2) une difficulté observée sur les deux premières phrases du texte avec la version chantée. Le chant perturbe davantage la lecture en provoquant une interférence

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : drai-zerbib@lutin-userlab.fr (V. Draï-Zerbib).

attentionnelle due à une confusion linguistique (texte écrit et texte chanté) et cette interférence affecte moins les musiciens. Les résultats sont discutés par rapport au modèle de gestion des ressources attentionnelles de Wickens (2002).

© 2015 Société Française de Psychologie. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

A B S T R A C T

Keywords:

Eye movements
Reading
Understanding
Attention
Music

This study compares the reading of texts made by musicians or non-musicians in a musical environment or silently. Thirty expository texts were presented with or without spatial layout followed each of two multiple-choice questions. Texts were silently read, either by listening simultaneously a French popular song in its sung version (lyrics and music), or in its instrumental version (only music). The analyses of eye movements shows that a musical environment slows down the reading but it depends on the musical sensibility of the participants, the musicians being less affected than the non-musicians. On the whole text, a sung environment causes a number and fixation durations significantly greater. A local analysis established phrase by phrase allows observing (1) shorter fixation durations with the spatial layout and (2) an inhibitive effect of the sung version, in particular on the first two sentences of the text. Reading is more disrupted by songs because of the attentional interference induced by a linguistic confusion (written text and sung text). This interference affects less musicians. These issues are discussed according to the model of multiple attentional resources of Wickens (2002).

© 2015 Société Française de Psychologie. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

1. Introduction

Depuis l'apparition des médias, on s'est habitué à étudier ou lire en écoutant la radio ou de la musique. Déjà en 1935, [Cantril et Allport \(1935\)](#) montraient que 68 % des étudiants travaillaient en écoutant la radio. D'autres études sont venues depuis étayer ce fait ([Tableau 1](#)) en explorant notamment l'impact de la musique (activité la plus courante) sur la lecture et la compréhension.

L'écoute de musique a-t-elle des effets facilitateurs ou inhibiteurs sur la compréhension de texte ? Est-elle traitée différemment si les individus sont experts en musique ? L'importance sémantique des différentes parties du texte est-elle repérée malgré cet environnement sonore ? Ces questions nécessitent d'aborder la gestion des ressources attentionnelles en lecture et les interférences que l'attention subit en contexte sonore, contexte beaucoup plus réel que celui épuré du laboratoire. Plus généralement il s'agit de traiter du rôle de l'attention en lecture, thème qui est négligé dans les modèles de lecture/compréhension classiques.

1.1. Lecture en contexte sonore et gestion de l'attention

À l'ère de la digitalisation, la lecture est de plus en plus souvent associée à l'écoute musicale. Pourtant, en lecture et compréhension de texte, la musique est généralement étudiée comme une *interférence attentionnelle* ([Fogelson, 1973](#) ; [Furnham, Trew, & Sneade, 1999](#) ; [Iwanaga & Ito, 2002](#) ; [Johansson, Holmqvist, Mossberg, & Lindgren, 2012](#) ; [Kiger, 1989](#)). Ainsi, il a été montré qu'une musique à tempo rapide et à forte intensité impacte davantage la compréhension de texte ([Thompson, Schellenberg, & Letnic, 2012](#)) et il vaut mieux travailler en silence qu'en écoutant de la musique

classique ou du Hip-Hop (Tze & Chou, 2010). De même, l'écoute d'une musique peu complexe (musique répétitive utilisant une gamme tonale étroite) qui mobilise une faible charge cognitive semble moins préjudiciable à la compréhension qu'une musique plus complexe (musique dynamique utilisant des effets dissonants et des rythmes variés) ou que le silence (Kiger, 1989). L'écoute musicale peut également dégrader la compréhension selon le niveau de lecture, les plus atteints étant les moins bons lecteurs (Fogelson, 1973). D'autres études affirment que l'interférence attentionnelle induite par la musique ne dépend pas des caractéristiques de cette musique : la performance du lecteur est dégradée quel que soit le tempo, le rythme, la mélodie (Furnham et al., 1999) et son comportement de lecture ne varie pas lorsque les morceaux écoutés font partie de ses morceaux favoris ou détestés (Johansson et al., 2012). La musique semble perturber la mémoire verbale et spatiale qu'il s'agisse de musique chantée ou instrumentale (Iwanaga & Ito, 2002). Dans une étude menée sur 334 adolescents, Anderson et Fuller (2010) montrent que la compréhension de texte décline significativement lorsqu'elle est associée à une écoute musicale, mais surtout, les adolescents les plus impactés sont ceux qui déclarent avoir l'habitude d'écouter de la musique en travaillant. Cela suggère que l'interférence attentionnelle induite par un environnement musical n'est pas mieux gérée au fil du temps mais au contraire dégrade progressivement les capacités d'attention soutenue, capacité nécessaire à tout apprentissage. Ce phénomène est lié au fait que focaliser son attention requiert un effort cognitif d'autant plus important que la tâche est complexe et riche sensoriellement. De nombreux modèles théoriques sur la gestion des ressources attentionnelles en situation multitâche illustrent ce phénomène (Kahneman, 1973 ; Wickens, 1984, 2002). En présence d'un contexte musical, le niveau de *vigilance* nécessaire au maintien de l'attention sur une activité décroît au cours du temps et rend la performance plus difficile (Kahneman, 1970).

En outre, focaliser son attention nécessite un exercice régulier et peut être l'apanage de certains experts notamment les musiciens. Par exemple, Rodrigues, Loureiro, et Caramelli (2013) soumettent à des musiciens d'orchestre et à des non-musiciens des tests d'attention. Les musiciens ont de meilleures performances sur tous les indicateurs attentionnels (attention soutenue, divisée et sélective). Cette augmentation de leurs capacités attentionnelles proviendrait de la pratique quotidienne de la musique en orchestre qui exige de gérer simultanément plusieurs types de stimuli (lire la partition, interpréter les mouvements du chef d'orchestre et des autres musiciens et en même temps jouer son propre instrument). Ainsi, cela suggère que la pratique répétée d'une activité (ici d'un instrument de musique en orchestre) améliore globalement la capacité à focaliser son attention sur la tâche importante à réaliser mais également à intégrer efficacement des informations émanant de différentes modalités : auditive, visuelle, motrice (Drai-Zerbib, Baccino, & Bigand, 2012). Même si d'autres activités (jeu d'échecs, jeu vidéo...) peuvent également augmenter les capacités d'attention, il semble que la musique produise des effets spécifiques (Norton et al., 2005). La multiplicité des aptitudes requises en musique (décoder une information visuelle simultanément à un acte moteur, mémoriser de longs passages musicaux, apprendre les règles d'harmonie...) conduirait à une *amélioration cognitive globale* (Piro & Ortiz, 2009). Enfin, cette amélioration des mécanismes attentionnels chez les musiciens se traduit également au niveau cérébral. Des travaux en IRMf montrent que de nombreuses régions associées au maintien de l'attention sont davantage activées chez les musiciens : plus forte activation du cortex pariétal (Schmithorst & Holland, 2003), du cortex cingulaire antérieur (Sluming, Brooks, Howard, Downes, & Roberts, 2007) et plusieurs aires du cortex frontal (Groussard et al., 2010 ; Huang et al., 2010). Il est ainsi tentant de savoir si une activité de lecture bruitée par un contexte sonore serait préjudiciable aux musiciens comparés à des non-musiciens.

1.2. Lecture et compréhension

La lecture est une tâche exigeante sollicitant différents niveaux de traitement cognitif : percevoir la forme des lettres, des mots, relier les mots entre eux selon des règles de syntaxe propres à la langue pour former les propositions dont le réseau constituera le texte à comprendre. Cette activité cognitive nécessite une bonne connaissance du lexique, de la langue elle-même, mais également une solide base de connaissances stockées en mémoire afin d'intégrer l'information nouvelle. Le modèle de Construction-Intégration (CI) (Kintsch, 1998) propose que la compréhension de texte s'établisse à trois niveaux de représentation textuelle qui sont liés entre eux par deux mécanismes, la construction

Tableau 1

Tableau récapitulatif des expériences croisant musique et lecture.

	Kiger (1989)	Fogelson (1973)	Furnham et Allass (1999)	Iwanaga et Ito (2002)	Tze et Chou (2010)	Johansson et al. (2012)	Thompson et al. (2012)
Objectif	Charge mentale (CM) musicale	Charge mentale (CM) musicale	Charge mentale (CM) musicale	Charge mentale (CM) musicale	Charge mentale (CM) musicale	Charge mentale (CM) musicale	Charge mentale (CM) musicale
Tâche	Lecture et compréhension	Lecture et compréhension	Lecture et compréhension	Mémoire verbale Mémoire spatiale	Lecture et compréhension	Lecture et compréhension	Lecture et compréhension
Facteurs	Complexité Musicale Importante/ Faible/Silence	Niveau de lecture Faible/Fort Musique instrumentale Avec/Silence	Niveaux de complexité Tempo, rythme, mélodie. . .	Type musical Vocale/ instrumentale/Son naturel/ Silence/Mémoire verbale/Spatiale	Type musical Classique/ Hip-Hop/Silence	Type musical Préférée/ Détestée/Bruit de fond d'un café/Silence	Musiciens/non-musiciens Musique Tempo Rapide/lent Intensité Forte/faible
Résultats principaux	Taux de compréhension Faible > Importante et Silence	Taux de compréhension Faibles : musique < Silence	Aucune différence	Rappel Mémoire verbale : vocale/ instrumentale < autres cond.	Taux de compréhension Hip-Hop < Classique < Silence	Taux de compréhension Musique détestée < autres conditions Mouvements oculaires Pas de différence	Taux de compréhension Musiciens > non-musiciens Rapide & fort < autres conditions

et l'intégration. Dans ce modèle d'activation, la signification des mots serait non pas stockée dans un lexique mental mais produite en contexte dans la mémoire de travail en lien avec l'expérience passée (Kintsch & Mangalath, 2011). Toutefois, ce modèle n'envisage pas la lecture/compréhension dans un contexte sonore. C'est d'ailleurs aussi le cas pour tous les autres modèles classiques de compréhension *Structure-Building Framework* (Gernsbacher, 1996); *Landscape Model* (van den Broek, Young, Tzeng, & Linderholm, 1999); *Event-indexing Model* (Zwaan, Magliano, & Graesser, 1995) qui considèrent le texte comme un objet décontextualisé. D'ailleurs aucun n'aborde non plus la question de l'attention. Pourtant la lecture s'effectue certes par des processus d'accès lexical, de résolutions anaphoriques ou d'inférences permettant de prélever du sens au fil des paragraphes lus mais toujours sous le contrôle de l'attention (Walczyk et al., 2007). Lire s'effectue toujours dans un environnement qui peut être propice ou pas à la concentration. Ainsi, les situations courantes de lecture électronique (ordinateurs, tablettes, smartphones. . .) dans le train, un bar, à l'université. . . sont très diverses et produisent une lecture avec un environnement sonore souvent bruyant. Qu'en est-il lorsque cet environnement est musical ?

Une étude récente utilisant l'enregistrement des mouvements oculaires (Johansson et al., 2012) et portant sur la lecture de textes dans quatre contextes sonores différents (musique appréciée, musique détestée, fond sonore d'un café, silence) montre que les participants (tous étudiants) comprenaient nettement moins bien les textes en présence d'une musique détestée. En revanche, aucune différence des contextes sonores n'est observée sur les paramètres oculaires (durées de fixation, l'amplitude des saccades, régressions, fixations first-pass ou second-pass, diamètre pupillaire). Toutefois, leur étude souffre de deux faiblesses : d'une part, le faible nombre de textes lus (4) pour le nombre de participants requis ; une analyse de puissance de test (Erdfelder, Faul, & Buchner, 1996) effectuée a posteriori indique que pour un tel plan, il faudrait au moins 36 participants pour atteindre une significativité de .05 (or leur expérience est passée sur 24 sujets). D'autre part, ils supposent que les étudiants sont identiques du point de vue de l'attention car ils ne contrôlent pas leurs capacités attentionnelles.

C'est la raison pour laquelle nous avons voulu comparer des musiciens supposés bénéficier de capacités d'attention augmentées (Brochard, Dufour, & Despres, 2004) à des non-musiciens lors de la lecture de textes. Trente-quatre participants lisaient trente textes expositifs en écoutant des chansons issues du répertoire populaire français selon trois contextes sonores : la version chantée, la version instrumentale (paroles effacées) et le silence. On enregistrait leurs mouvements oculaires durant la lecture. Après chacun des textes, deux questions à choix multiples portant directement sur le contenu du texte étaient présentées. On s'attend à ce que les mouvements des yeux et la compréhension de texte durant la lecture soient davantage affectés dans la condition chantée plutôt que dans les autres conditions. En effet la version chantée, sollicitant le même réservoir attentionnel verbal que la lecture (les deux en langue française) devrait constituer une interférence. Toutefois, la lecture des musiciens devrait être moins affectée que les celle des non-musiciens. Si de telles différences sont observées, elles pourront alors être expliquées par des capacités attentionnelles différentes acquises avec l'expertise.

2. Méthode

2.1. Participants

Trente-quatre étudiants volontaires ont participé à l'expérience. Dix-huit musiciens, moyenne d'âge 18 ans ($SD = 2,05$), étudiants au Conservatoire de musique de Nice et 16 non-musiciens, moyenne d'âge 24 ans ($SD = 4,75$) étudiants à l'université de Paris 8 et Paris 5. Une analyse de puissance (GPower 3.1.7) (Erdfelder et al., 1996) pour estimer la taille requise de l'échantillon des participants pour nos Anova montrent que 12 participants sont requis pour un niveau de significativité fixé à $\alpha = .05$ (power = .95, taille de l'effet = .25). Tous avaient une vision normale ou corrigée avec des lentilles de contact. Le critère d'inclusion absolu était d'être de langue maternelle française.

2.2. Appareillage et matériel textuel

Les mouvements oculaires étaient enregistrés durant toute la durée de l'expérience avec un système SMI RED500 Hz. La programmation de l'expérience, la présentation des stimuli ainsi que

la collecte des données ont été réalisés avec les logiciels SMI Experiment Center™ et IviewX™. L'oculomètre à infrarouge était fixé sous un écran Samsung™ 940B 19", l'écran réglé à une résolution de 1024 × 768 pixels. Les mouvements oculaires étaient enregistrés à courte latence (< 4 ms) et haut niveau d'échantillonnage (500 Hz), les textes étaient présentés à une distance de 60 cm.

Trente textes en langue française composés de 113 mots en moyenne portant sur 15 thèmes différents ont été sélectionnés. Chaque texte comprenait 8 phrases qui étaient hiérarchisées sémantiquement (Brown & Smiley, 1977) : une phrase d'introduction, une première phrase noyau (N1) introduisant une idée par rapport au thème énoncé dans l'introduction, suivie de deux phrases extensions (N1EXT1 & N1EXT2) développant l'idée introduite, puis une deuxième phrase noyau (N2) introduisant une idée supplémentaire par rapport au thème suivie de deux extensions (N2EXT1 & N2EXT2) développant cette deuxième idée. Et enfin une phrase de conclusion. Les textes étaient écrits en police courrier new 14, interlignes 2,5, justifiés (aligné à gauche et à droite de la ligne avec des espaces supplémentaires si nécessaire). La moitié d'entre eux étaient présentés sans mise en forme particulière (toutes les phrases se succédaient), l'autre moitié avec une mise en forme textuelle qui consistait en une indentation repérée par des puces pour chaque phrase et des retraits variables selon les niveaux de hiérarchie sémantique du texte afin de faciliter un parcours oculaire (Schmid & Baccino, 2002 ; Virbel et al., 2005). Deux questions à choix multiple portaient directement sur le texte. Par exemple concernant le thème de la culture des perles, une des questions était : « Dans quelle partie de l'huître naît la perle de culture ? », concernant le thème du réchauffement climatique : « Combien d'états ont signé le protocole de Kyoto ? ». Pour l'écoute musicale, 20 morceaux ont été extraits du répertoire de la chanson populaire française chacun décliné en deux versions chantée ou instrumentale (ce qui constituait en tout 40 items). Les chansons et playbacks ont été fournis par un professeur de chant. Douze extraits étaient chantés par des voix masculines, 8 par des voix féminines. Les extraits étaient comparables et tous issus du répertoire de la chanson populaire française (par exemple : « la chanson de Prévert », « les petits papiers », « la complainte du phoque » . . .). Afin qu'ils n'excèdent pas 60 secondes (durée de présentation maximale des textes), les morceaux ont été raccourcis à l'aide du logiciel Sound Forge 9™. Les fichiers sons des chansons ont été découpés afin de débiter directement sur la partie chantée en supprimant la partie instrumentale qui introduit généralement toutes les chansons, puis sauvegardés en format wav. Un casque SONY™ MDR710 permettait l'écoute musicale en stéréo à un niveau sonore de 50 dB.

2.3. Procédure expérimentale

Les participants étaient installés confortablement devant l'oculomètre, à 60 cm de l'écran et positionnaient le casque sur leurs oreilles. Ils étaient informés oralement que la tâche qui leur incombait était de lire les textes en écoutant dans certains cas de la musique, dans le but de répondre par la suite à des questions à choix multiple ; la présentation de chaque texte durant 60 secondes maximum pouvait être écourtée en appuyant sur la barre espace dès qu'ils avaient terminé leur lecture et se sentaient capables de répondre aux questions. Après une phase de calibrage en 9 points, la consigne écrite était présentée sur l'écran d'ordinateur. Les participants devaient fixer une croix qui déclenchait la présentation des textes (*triggers*), dès que le système repérait les yeux des participants sur cette croix. Dès qu'ils appuyaient sur la barre d'espace ou que les 60 secondes de présentation étaient écoulées, deux écrans suivants présentaient en silence deux questions à choix multiple portant directement sur le contenu du texte lu, auxquelles il fallait répondre en sélectionnant la bonne réponse à l'aide de la souris. Aucune limite de temps n'était prévue pour la réponse à ces questions. Après un entraînement sur deux textes et leurs QCMs permettant aux participants de se familiariser avec la tâche et à l'expérimentateur de contrôler le repérage des mouvements oculaires sur l'écran de contrôle, l'expérience débutait pour durer en moyenne 45 minutes par participant (voir procédure Fig. 1).

2.4. Plan expérimental

Le plan expérimental comprenait un facteur inter-sujet, expertise musicale (musicien vs non-musicien) et deux facteurs intra-sujets, la mise en forme textuelle (avec vs sans) et la condition sonore

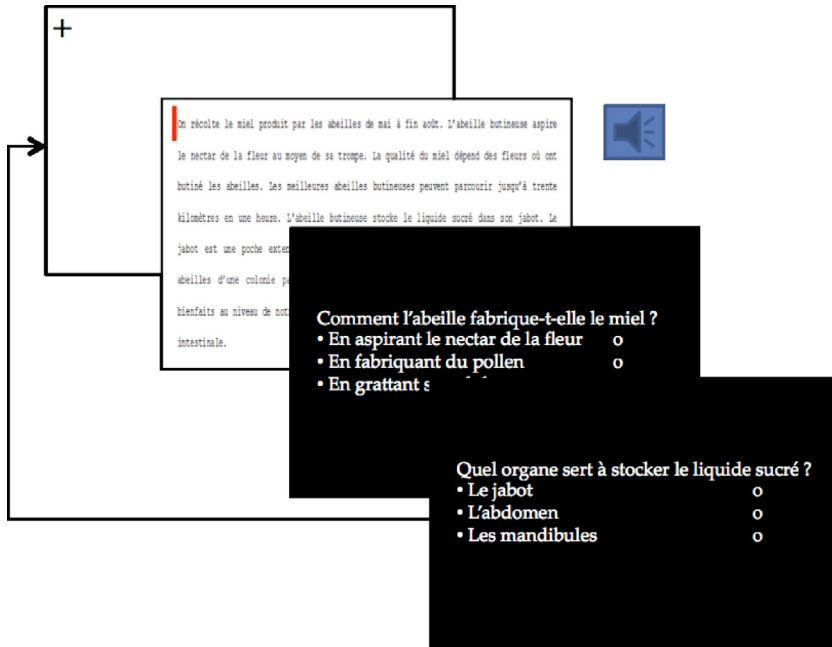


Fig. 1. Description schématique de la procédure expérimentale.

(version chantée, instrumentale et silence). Les 30 textes étaient randomisés et contrebalancés de manière à ce que chacun d'entre eux soit lu le même nombre de fois dans les 6 conditions expérimentales (5 textes par condition expérimentale). Après chaque présentation, les participants répondaient en silence à deux questions à choix multiple, chacune ayant trois options avec une seule réponse correcte possible.

2.5. Analyse des données

Fixations et saccades ont été extraites avec le logiciel SMI Begaze. Les mouvements oculaires et les scores aux questions de compréhension (% de réponses correctes) ont été analysés en procédant à plusieurs analyses de variance à mesures répétées (rmANOVA) et en calculant la taille de l'effet (partial eta squared & alpha .05). Les variables dépendantes étaient classées en deux groupes : indicateurs globaux (texte entier) et indicateurs locaux par zone d'intérêt (AOI). Six zones d'intérêt étaient découpées en fonction de la hiérarchie sémantique des phrases : AOI1 – Introduction, AOI2 – Noyau 1 (N1), AOI3 – Extensions du Noyau 1 (N1EXT1 & N1EXT2), AOI4 – Noyau 2 (N2), AOI5 – Extensions du Noyau 2 (N2EXT1 & N2EXT2), AOI6 – Conclusion. Les variables dépendantes analysées étaient les durées moyennes de fixations, le nombre de fixations et le diamètre pupillaire. Le diamètre pupillaire a auparavant été standardisé (score z) afin de réduire la variabilité inter-individuelle (i.e., chaque pupille a un diamètre différent). Lorsque la prise d'information est plus importante, le nombre et la durée de fixation témoignent d'une difficulté d'intégration cognitive (Rayner, 1998). Le diamètre pupillaire est habituellement utilisé comme indicateur de niveau de vigilance, d'émotion, de stress, de charge cognitive (Hess & Polt, 1960 ; Partala & Surakka, 2003 ; Pomplun & Sunkara, 2003) et il est proportionnel à l'effort cognitif (Causse, Sénard, Démonet, & Pastor, 2010 ; Hyönä, Tommola, & Alaja, 1995 ; Prehn, Heekeren, & van der Meer, 2011).

Concernant les traitements locaux par AOI, une durée de fixation moyenne pondérée par la taille de l'AOI a été calculée en divisant la somme des durées oculaires à l'intérieur d'une AOI (*Dwelltime*) par la taille de cette AOI en pixels (nous avons utilisé un multiplicateur 100 qui correspond environ à

Tableau 2

Présentation des durées moyennes de fixation, durée totale des fixations, nombre de fixation et taux de compréhension selon l'expertise en musique, la mise en forme textuelle (MFT) et la condition sonore (chant, instrumentale, silence).

Traitement global	Chant		Instrumentale		Silence	
	MFT	Sans MFT	MFT	Sans MFT	MFT	Sans MFT
Durée moyenne des fixations (ms)						
Musiciens	201 (4,8)	199 (5,3)	198 (5)	198 (5)	196 (5)	196 (4,8)
Non-musiciens	210 (5,1)	209 (5,6)	204 (5,3)	205 (5,3)	209 (5,3)	209 (5,1)
Nombre de fixations						
Musiciens	815 (48,8)	819 (45,7)	792 (55,7)	804 (50,5)	775 (43,81)	787 (57)
Non-musiciens	664 (51,8)	665 (48,5)	630 (59)	615 (63,1)	645 (46,5)	641 (60,4)
Diamètre pupillaire standardisé						
Musiciens	-0,24 (0,24)	-0,26 (0,24)	-0,28 (0,23)	-0,27 (0,24)	-0,41 (0,24)	-0,40 (0,25)
Non-musiciens	0,29 (0,25)	0,29 (0,25)	0,25 (0,24)	0,26 (0,25)	0,15 (0,25)	0,16 (0,26)
Taux de compréhension (%)						
Musiciens	67 (4,04)	72 (4,09)	72 (3,94)	69 (4,25)	74 (3,80)	65 (3,794)
Non-musiciens	75 (4,28)	74 (0,04)	78 (4,18)	74 (4,50)	81 (4,05)	84 (4,02)

la taille d'un mot). Cette mesure donne une durée de fixation pour 100 pixels et permet de pondérer les fixations par la taille différente des AOI. Le nombre de fixation par AOI a également été analysé ainsi que le diamètre pupillaire standardisé par AOI. La compréhension a été mesurée par un taux de réponses correctes pour les 60 QCM. Les données ont été filtrées à ± 2 écarts types.

3. Résultats

3.1. Analyse des mouvements oculaires

3.1.1. Traitements sur l'ensemble du texte

Les moyennes des mesures concernant le traitement global des textes sont présentées dans le [Tableau 2](#).

La durée moyenne des fixations varie significativement en fonction de la condition sonore, ($F(2,64) = 3,95, p < .025; \eta_p^2 = .11$). Elle est supérieure pour le chant plutôt qu'en version instrumentale et silence, ($F(1,32) = 5,60, p < .025$). Il existe aussi une interaction entre l'expertise en musique et la condition sonore, ($F(2,64) = 3,45, p < .05; \eta_p^2 = .01$). Les non-musiciens fixent en moyenne moins longtemps les textes lorsqu'ils écoutent de la musique instrumentale plutôt que du chant ($F(1,32) = 9,96, p < .01$) ou du silence ($F(1,32) = 8,13, p < .01$). Il n'y a aucune différence significative entre le chant et le silence. Ces différences n'existent pas chez les musiciens, ($F_s < 1$) (voir [Fig. 2](#)).

Les musiciens font davantage de fixations oculaires que les non-musiciens, ($F(1,32) = 5,20, p < .05; \eta_p^2 = .14$) et il y a un effet marginalement significatif de la condition sonore, ($F(2,64) = 2,81, p = .07; \eta_p^2 = .08$). L'écoute des chansons entraîne davantage de fixations que celle de la version musicale ou du silence, ($F(1,32) = 5,23, p < .05$).

Enfin le diamètre pupillaire varie significativement selon la condition d'écoute, ($F(2,64) = 48,62, p < .001; \eta_p^2 = .06$). Il est supérieur en version chantée plutôt qu'en version instrumentale ($F(1,32) = 4,38, p < .05$) ou en silence ($F(1,32) = 72,62, p < .001$) et supérieur en version instrumentale plutôt qu'en silence ($F(1,32) = 52,23, p < .001$). Aucun autre effet significatif n'est notable concernant le traitement sur l'ensemble du texte.

3.1.2. Traitements par phrases (AOI)

La durée de fixation pondérée par la taille des phrases est inférieure en condition Mise en Forme Textuelle plutôt que sans Mise en Forme, ($F(1,27) = 154,42, p < .001; \eta_p^2 = .85$). Elle varie selon la condition sonore, ($F(1,54) = 10,75, p < .001; \eta_p^2 = .29$), elle est supérieure pour le chant plutôt que sur les autres conditions, ($F(1,27) = 16,26, p < .001$) (l'écart entre la version musicale et le silence n'est pas significatif). La durée des fixations varie également selon la hiérarchie sémantique des phrases,

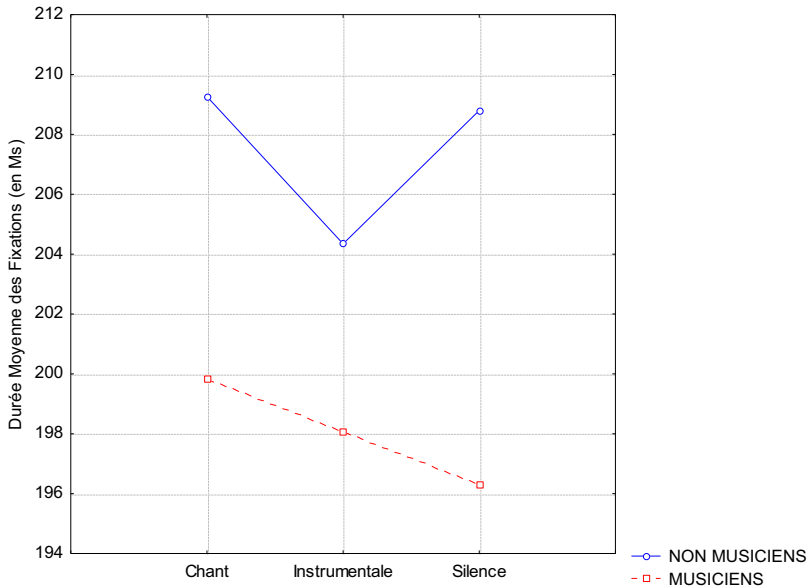


Fig. 2. Durée moyenne de fixation selon la condition sonore et l'expertise en musique.

($F(5,135)=13,48$, $p < .001$; $\eta_p^2 = 33$). Les phrases plus longuement fixées sont N1, EXTN1, N2 dont les moyennes ne sont pas significativement différentes entre elles mais supérieures à celles des autres phrases ($F(1,27)=28,36$, $p < .001$). Cette hiérarchie interagit significativement avec la Mise en Forme Textuelle, ($F(5,135)=17,47$, $p < .001$; $\eta_p^2 = 39$). Une mise en forme textuelle induit des durées de fixation plus courtes, ($F(1,27)=182,81$, $p < .001$) sauf sur la phrase d'introduction sur laquelle la comparaison n'est pas significative (voir Fig. 3).

Enfin, la hiérarchie des phrases interagit significativement avec la condition sonore, ($F(10,270)=3,30$, $p < .001$; $\eta_p^2 = 11$). L'introduction ($F(1,27)=17,80$, $p < .001$) et le noyau 1 ($F(1,27)=13,63$, $p < .001$) sont plus longuement fixés en condition d'écoute chantée alors que les autres comparaisons ne sont pas significatives (Fig. 4).

Le nombre de fixations est supérieur dans la condition MFT, ($F(1,27)=980,85$, $p < .001$; $\eta_p^2 = .97$). Ce nombre de fixations varie selon la condition sonore, ($F(2,54)=3,63$, $p < .05$; $\eta_p^2 = 12$). L'écoute de la version chantée entraîne un nombre de fixations supérieur à celui de la version instrumentale ou du silence, ($F(1,25)=5,85$, $p < .025$). Le nombre de fixations varie selon la hiérarchie sémantique des phrases, ($F(5,135)=63,93$, $p < .001$; $\eta_p^2 = 70$) et ce dernier facteur interagit significativement avec la mise en forme textuelle, ($F(5,135)=136,74$, $p < .001$; $\eta_p^2 = 84$), et la condition sonore, ($F(10,270)=3,30$, $p < .001$; $\eta_p^2 = 11$). Similairement aux durées, le nombre de fixations est supérieur sur l'introduction et le Noyau 1 (c'est-à-dire les deux premières phrases du texte) que sur les autres phrases lorsqu'un chant est écouté plutôt qu'une musique ou un silence, ($F(1,27)=19,71$, $p < .001$).

Le diamètre pupillaire varie significativement selon les conditions d'écoute, ($F(2,62)=65,21$, $p < .001$; $\eta_p^2 = .68$). Il est supérieur en version chantée plutôt qu'en version instrumentale ($F(1,31)=13,92$, $p < .001$) et supérieur en version instrumentale plutôt qu'en silence ($F(1,31)=65,84$, $p < .001$). Il varie également selon la hiérarchie sémantique des phrases ($F(5,155)=11,82$, $p < .001$; $\eta_p^2 = .28$). Ce dernier facteur interagit également significativement avec l'écoute, ($F(10,310)=5,47$, $p < .001$; $\eta_p^2 = 15$). Le diamètre pupillaire est supérieur en version chantée surtout en début de texte (introduction et N1), ($F(1,31)=13,92$, $p < .01$). Il interagit significativement avec la mise en forme du texte, ($F(5,155)=9,47$, $p < .001$; $\eta_p^2 = 23$). La double interaction significative entre l'écoute, la hiérarchie sémantique du texte et l'expertise en musique, ($F(10,310)=2,46$, $p < .001$; $\eta_p^2 = .07$) indique, d'une part, que la lecture en silence induit dans tous les cas un diamètre pupillaire inférieur en

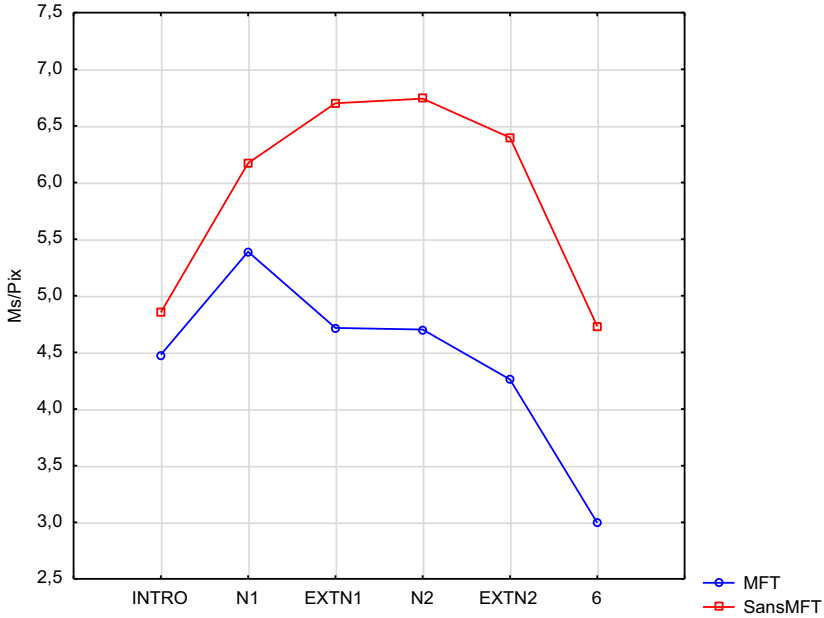


Fig. 3. Durée de fixation pondérée par l'AOI selon la mise en forme textuelle et la hiérarchie sémantique des phrases.

comparaison des deux autres conditions d'écoute (non-musiciens : $F(1,31)=48,29, p < .001$; musiciens : $F(1,31)=55,66, p < .001$) et, d'autre part, que le chant comparé à la version instrumentale augmente le diamètre pupillaire surtout pour les non-musiciens, ($F(1,31)=14,06, p < .001$) (Fig. 5). On ne note pas de différence significative entre la version chantée et instrumentale pour les musiciens.

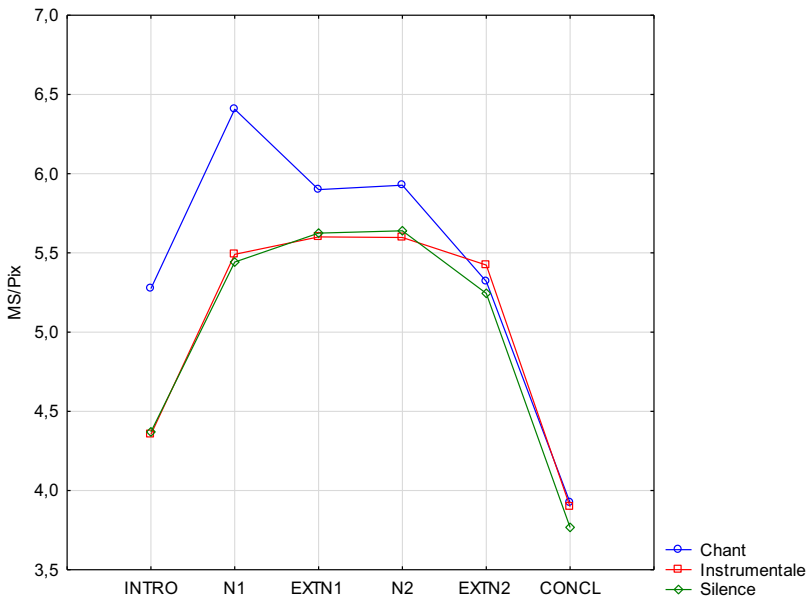


Fig. 4. Durée de fixation pondérée par la taille de l'AOI selon la condition sonore et la hiérarchie sémantique des phrases.

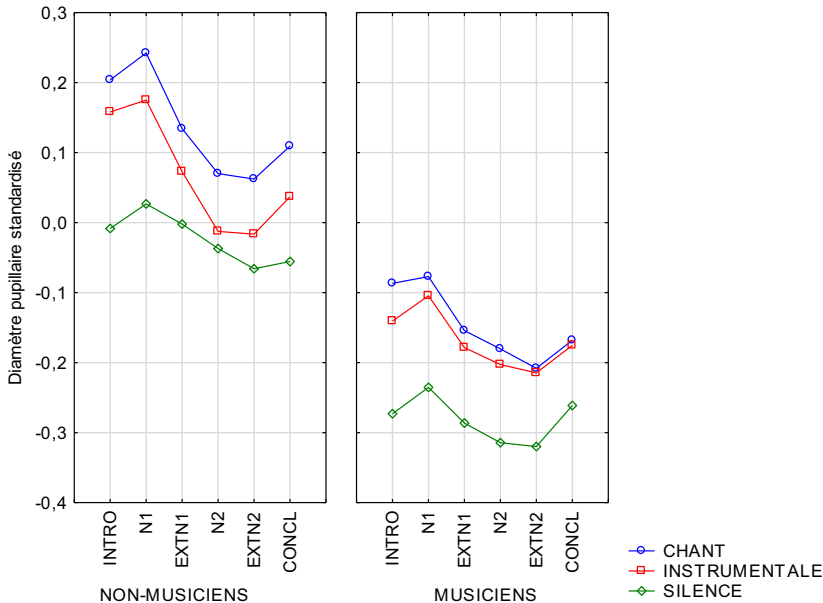


Fig. 5. Diamètre pupillaire standardisé selon l'expertise en musique (non-musicien, musicien), la condition sonore (chant, version instrumentale, silence) et la hiérarchie sémantique des phrases (Introduction, Noyau 1, Extension du noyau 1, Noyau 2, Extension du Noyau 2, Conclusion).

3.1.3. Analyse des réponses aux QCM

Le taux de compréhension a été calculé ainsi : nombre de bonnes réponses/nombre d'items par condition $\times 100$. Le taux de compréhension est supérieur à 70 % pour tous les participants (70 % musiciens et 78 % pour les non-musiciens). Néanmoins, cette différence apparente de 8 % entre les groupes n'est pas significative et peut s'expliquer par un effet de l'âge (âge moyen musicien = 18 ans, $SD = 1,42$; âge moyen non-musiciens = 24 ans, $SD = 4,28$). Une analyse de covariance (ANCOVA menée en mettant l'âge en covariable) ne montre aucune différence significative entre les groupes.

Le taux de compréhension ne varie pas non plus selon le contexte sonore ou la mise en forme textuelle.

4. Discussion

Les résultats de cette expérience peuvent être résumés ainsi. Le nombre et de la durée des fixations lors de la lecture des textes ont été plus importants en situation d'écoute de chansons que lors de l'écoute de musique seule (version instrumentale) ou du silence. L'analyse met ainsi en évidence une difficulté de la lecture lors de l'écoute de chansons.

Toutefois, la musique est traitée différemment lorsque les individus sont musiciens. En effet, le nombre et la durée des fixations oculaires des non-musiciens diminuent lorsqu'ils écoutent la version instrumentale alors qu'il n'y a pas de différence entre la version chantée et le silence. Un tel résultat avait déjà été mis en évidence dans l'étude de Kiger (1989) qui montrait que l'écoute d'une musique peu complexe sollicitait une faible charge cognitive induisant une meilleure compréhension que l'écoute d'une musique complexe ou le silence. En revanche, cette perturbation ne semble concerner que les non-musiciens puisqu'ils sont les seuls à présenter des comportements oculaires différents selon l'écoute.

Un autre fait intéressant est le *trade-off* observé entre nombre et durée de fixations oculaires. Les musiciens réalisent davantage de fixations mais de durée plus courte que les non-musiciens pour parvenir tous deux à une même performance aux QCM. Cette différence de comportement oculaire peut

trouver deux explications dans la littérature. D'une part, des études ont mis en évidence des stratégies visuelles différentes pour les musiciens (Gruhn et al., 2006 ; Kopiez & Galley, 2002), d'autre part, ce *trade-off* entre le nombre de fixations et leur durée serait induit par l'expertise dans le traitement d'un code particulier. Par exemple, Rayner, Li, Williams, Cave, et Well, 2007 postule que la lecture du chinois détermine en partie l'inspection visuelle des images des locuteurs de cette langue. L'expérience acquise par un système d'écriture particulier semble exercer une influence importante sur les mouvements oculaires (Rayner et al., 2007 ; Chua, Boland, & Nisbett, 2005). Ainsi un transfert de stratégie induit par la lecture du code musical pourrait s'appliquer également aux musiciens habitués à lire des partitions et déterminer leur comportement oculomoteur dans d'autres situations.

Toutefois, cette différence n'est pas seulement de surface, liée à la culture ou à l'entraînement du traitement d'un code particulier comme le montre les mouvements oculaires mais également plus profonde comme le montre l'analyse du diamètre pupillaire témoin de l'effort cognitif et du niveau d'éveil indique que la version chantée est plus perturbante que la version instrumentale, elle-même plus perturbante que la lecture en silence. Cette différence entre chant et silence n'était pas notable au niveau des fixations (nombre et durée). Cet effet intéressant indique que l'effort cognitif est particulièrement soutenu en lecture et écoute de chant mais surtout en début de texte (introduction et N1), mais le chant augmente le diamètre pupillaire surtout pour les non-musiciens. On ne note pas de différence significative entre la version chantée et instrumentale chez les musiciens. Grâce à une pratique musicale régulière exigeant concentration, attention focalisée et contrôle des mouvements volontaires, les musiciens développent un contrôle attentionnel soutenu (Gruhn et al., 2006).

En revanche, bien que les musiciens réalisent davantage de fixations oculaires que les non-musiciens, la durée de leurs fixations est systématiquement inférieure aux non-musiciens et ne varie absolument pas selon les conditions d'écoute. L'importance sémantique des différentes parties du texte semble également être repérée malgré cet environnement sonore. L'introduction et la phrase qui suit (Noyau 1) sont davantage traitées que les autres phrases. Cet effet classique de la compréhension textuelle se rapporte à la mise en place du schéma mental (modèle mental) que le lecteur active lorsqu'il découvre un nouveau texte (Kintsch, 1998). Mais ce qui est intéressant est que cet effet observé sur la lecture des premières phrases est perturbé lorsque le lecteur entend une chanson en même temps. Dans cette condition sonore, le nombre et la durée de fixation sont plus importants sur les deux premières phrases du texte comparé aux conditions musique et silence. Seul le chant semble donc interférer avec la lecture et les processus de compréhension. C'est d'autant plus compréhensible que les chansons étaient en français car la langue orale interférerait avec la langue écrite du texte. Le modèle de Wickens (2002) est approprié pour rendre compte de cette interférence attentionnelle causée par un conflit de code linguistique. Il envisage différents réservoirs de ressource attentionnelle, indépendants les uns des autres et qui par conséquent peuvent traiter des informations différentes simultanément. Ces réservoirs sont au nombre de quatre :

- les étapes de traitement (encodage, traitement, réponse) ;
- les modalités perceptives (visuelle, auditive) ;
- les canaux visuels (vision focale, ambiante) ;
- les codes de traitement (spatial, verbal).

Le point important pour notre propos est que le modèle prédit des interférences qui proviendraient du partage des ressources pour une même activité. Ainsi une activité qui nécessiterait une double tâche puisant dans le même réservoir (par exemple lire son journal en regardant la télévision) provoquerait une baisse de performances. Dans notre expérience, l'interférence apparaît principalement lorsque le chant est associé à la lecture. Ce n'est certes pas un conflit des modalités perceptives puisque l'une auditive (la musique) n'interagit pas avec la seconde visuelle (le texte) mais le conflit existe sur les codes de traitement. À la fois, le chant et la lecture du texte puisent des ressources dans le réservoir verbal ce qui réduit les performances. En outre, le conflit est d'autant plus perturbant que ce code verbal ne traite pas du même thème en écoute et en lecture. Cela peut expliquer la difficulté de mise en place du schéma mental initial et les processus de compréhension. C'est ainsi que de manière plus générale Shih, Huang, et Chiang (2012) préconisent d'éviter la musique chantée dans un environnement

de travail car celle-ci réduit attention et performance des travailleurs. Enfin, le conflit n'apparaît que si l'on décide de gérer les deux activités en parallèle comme dans les situations de double tâche. Lorsqu'une des tâches est secondaire (par exemple écouter de la musique) et non pertinente par rapport à l'activité à accomplir, elle peut être ignorée. L'attention est alors focalisée sur l'activité principale réduisant le conflit de la gestion des ressources. La question est de savoir si certaines personnes sont plus compétentes pour focaliser leur attention au milieu d'un bruit ambiant. Même si les réservoirs sont identiques (et du coup la possibilité d'un conflit verbal), le moindre impact chez les musiciens s'expliquerait par leur plus grande capacité à focaliser leur attention. Par exemple, les musiciens réussissent mieux les tests d'attention visuelle classique grâce à cette meilleure focalisation (Patston, Hogg, & Tippett, 2007 ; Patston & Tippett, 2011) et cette aptitude se développerait par la pratique répétée de leur instrument (Rodrigues et al., 2013). En effet, jouer d'un instrument signifie lire la partition et la jouer simultanément, traduisant l'information visuelle en réponses motrices tout ayant un feed-back auditif, mais également suivre les directives du chef d'orchestre et celles de ses partenaires musiciens. Cet apprentissage ardu, répété jour après jour, nécessiterait une attention soutenue, focalisée sur la tâche et par conséquent permettrait de développer une résistance à l'interférence attentionnelle. Il est à noter que la musique dans notre expérience n'était que la version instrumentale des chansons, il est probable que cette résistance à l'interférence attentionnelle soit moins importante pour de la musique classique chez les musiciens. Musique qu'ils ont appris à jouer et analyser. Cet aspect sera testé dans une expérience ultérieure.

Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

Remerciements

Nous tenons à remercier le Conservatoire national à rayonnement régional de Nice, plus particulièrement Monsieur André Peyregne (Directeur) et Madame Bernadette Hudelot (Directrice des études) pour l'accueil toujours chaleureux et efficace qu'ils réservent à la recherche. Nous remercions vivement Pierre Capelle professeur de chant pour son aide lors de la construction du matériel.

Annexe 1. Texte 12 présenté avec MFM (texte du haut) et sans MFM matérielle (texte du bas).

Un certain nombre d'effets néfastes pour l'Homme ont été mis en évidence.

- Les états qui se sentent concernés par le réchauffement de la planète Terre envisagent de prendre des mesures radicales.
 - En décembre 1997, au Japon, 180 états ont signé un traité : le protocole de Kyoto.
 - Trente-huit pays industrialisés se sont engagés à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre.
- Il est particulièrement inconfortable d'appliquer certaines mesures surtout à une époque basée sur le rendement.
 - Les énergies renouvelables constituent l'un des moyens de stabiliser les émissions de gaz à effet de serre.
 - L'efficacité des énergies renouvelables s'améliore avec les progrès technologiques.

Le devenir de notre planète et l'avenir de l'Homme en dépendent.

Un certain nombre d'effets néfastes pour l'Homme ont été mis en évidence. Les états qui se sentent concernés par le réchauffement de la planète Terre envisagent de prendre des mesures radicales. En décembre 1997, au Japon, 180 états ont signé un traité : le protocole de Kyoto. Trente-huit pays industrialisés se sont engagés à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre. Il est particulièrement inconfortable d'appliquer certaines mesures surtout à une époque basée sur le rendement. Les énergies renouvelables constituent l'un des moyens de stabiliser les émissions de gaz à effet de serre. L'efficacité des énergies renouvelables s'améliore avec les progrès technologiques. Le devenir de notre planète et l'avenir de l'Homme en dépendent.

Annexe 2. Texte segmenté en six AOI (Introduction, Noyau 1, Extension du Noyau 1, Noyau 2, Extension du Noyau 2, Conclusion).

intro	N1
Un certain nombre d'effets néfastes pour l'Homme ont été mis en évidence.	Les états qui se sentent
concernés par le réchauffement de la planète Terre envisagent de prendre des mesures radicales.	EXT1
décembre 1997, au Japon, 180 états ont signé un traité : le protocole de Kyoto. Trente huit pays	EXT1
industrialisés se sont engagés à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre.	N2
Il est particulièrement inconfortable d'appliquer certaines mesures surtout à une époque basée sur le rendement.	N2
Les énergies renouvelables constituent l'un des moyens de stabiliser les émissions de gaz à effet	EXT2
de serre. L'efficacité des énergies renouvelables s'améliore avec les progrès technologiques.	EXT2
devenir de notre planète et l'avenir de l'Homme en dépendent.	concl

Références

- Anderson, S. A., & Fuller, G. B. (2010). Effect of music on reading comprehension of junior high school students. *School Psychology Quarterly*, 25(3), 178–187.
- Brochard, R., Dufour, A., & Despres, O. (2004). Effect of musical expertise on visuospatial abilities: Evidence from reaction times and mental imagery. *Brain and Cognition*, 54(2), 103–109.
- Brown, A. L., & Smiley, S. S. (1977). Rating the importance of structural units of prose passages: A problem of metacognitive development. *Child Development*, 48(1), 1–8.
- Cantril, H., & Allport, G. W. (1935). *The psychology of radio*. Oxford, England: Harper.
- Causse, M., Sénard, J. M., Démonet, J. F., & Pastor, J. (2010). Monitoring cognitive and emotional processes through pupil and cardiac response during dynamic versus logical task. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 35(2), 115–123.
- Chua, H. C., Boland, J. E., & Nisbett, R. E. (2005). Cultural variation in eye movements during scene perception. In *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102 (pp. 12629–12633).
- Draï-Zerbib, V., Baccino, T., & Bigand, E. (2012). Sight-reading expertise: Cross-modality integration investigated using eye tracking. *Psychology of Music*, 40(2), 216–235.
- Erdfelder, E., Faul, F., & Buchner, A. (1996). GPOWER: A general power analysis program. *Behavior Research Methods*, 28(1), 1–11.
- Fogelson, S. (1973). Music as a distractor on reading-test performance of eighth grade students. *Perceptual and Motor Skills*, 36(3), 1265–1266.
- Furnham, A., & Allass, K. (1999). The influence of musical distraction of varying complexity on the cognitive performance of extroverts and introverts. *European Journal of Personality*, 13(1), 27–38.
- Furnham, A., Trew, S., & Sneade, I. (1999). The distracting effects of vocal and instrumental music on the cognitive test performance of introverts and extroverts. *Personality and Individual Differences*, 27(2), 381–392.
- Gernsbacher, M. A. (1996). The structure-building framework: What it is, what it might also be, and why. In B. K. Britton, & A. C. Graesser (Eds.), *Models of understanding text* (pp. 289–311). Hillsdale, NJ England: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Groussard, M., Rauchs, G., Landeau, B., Viader, F., Desgranges, B., Eustache, F., et al. (2010). The neural substrates of musical memory revealed by fMRI and two semantic tasks. *NeuroImage*, 53(4), 1301–1309.
- Gruhn, W., Litt, F., Scherer, A., Schumann, T., Wei, E. M., & Gebhardt, C. (2006). Suppressing reflexive behaviour: Saccadic eye movements in musicians and non-musicians. *Musicae Scientiae*, 10(1), 19–32.
- Hess, E. H., & Polt, J. M. (1960). Pupil size as related to interest value of visual stimuli. *Science*, 132(3423), 349–350.
- Huang, Z., Zhang, J. X., Yang, Z., Dong, G., Wu, J., Chan, A. S., et al. (2010). Verbal memory retrieval engages visual cortex in musicians. *Neuroscience*, 168, 179–189.
- Hyönä, J., Tommola, J., & Alaja, A. M. (1995). Pupil dilation as a measure of processing load in simultaneous interpretation and other language tasks. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 48A(3), 598–612.

- Iwanaga, M., & Ito, T. (2002). Disturbance effect of music on processing of verbal and spatial memories. *Perceptual and Motor Skills*, 94(3, Pt2), 1251–1258.
- Johansson, R., Holmqvist, K., Mossberg, F., & Lindgren, M. (2012). Eye movements and reading comprehension while listening to preferred and non-preferred study music. *Psychology of Music*, 40(3), 339–356.
- Kahneman, D. (1970). Remarks on attention control. *Acta Psychologica*, 33, 118–131.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and Effort*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Kiger, D. M. (1989). Effects of music information load on a reading comprehension task. *Perceptual and Motor Skills*, 69(2), 531–534.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. New York: Cambridge University Press.
- Kintsch, W., & Mangalath, P. (2011). The construction of meaning. *Topics in Cognitive Science*, 3(2), 346–370.
- Kopiez, R., & Galley, N. (2002). The musicians' glance: A pilot study comparing eye movement parameters in musicians and non-musicians. In *Proceedings of the 7th International Conference on Music Perception and Cognition* 17–21 July, Sidney, Australia.
- Norton, A., Winner, E., Cronin, K., Overly, K., Lee, D. J., & Schlaug, G. (2005). Are there pre-existing neural, cognitive, or motoric markers for musical ability? *Brain and Cognition*, 59(2), 124–134.
- Partala, T., & Surakka, V. (2003). Pupil size variation as an indication of affective processing. *International Journal of Human-Computer Studies*, 59(1–2), 185–198.
- Patston, L., Hogg, L., & Tippett, L. (2007). Attention in musicians is more bilateral than in non-musicians. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 12(3), 262–272.
- Patston, L., & Tippett, L. (2011). The effect of background music on cognitive performance in musicians and nonmusicians. *Music Perception*, 29(2), 173–183.
- Prehn, K., Heekeren, H. R., & van der Meer, E. (2011). Influence of affective significance on different levels of processing using pupil dilation in an analogical reasoning task. *International Journal of Psychophysiology*, 79, 236–243.
- Piro, J. M., & Ortiz, C. (2009). The effect of piano lessons on the vocabulary and verbal sequencing skills of primary grade students. *Psychology of Music*, 37(3), 325–347.
- Pomplun, M., & Sunkara, S. (2003). Pupil dilation as an indicator of cognitive workload in human-computer interaction. In D. Harris, V. Duffy, M. Smith, & C. Stephanidis (Eds.), *Human-centred computing: Cognitive, social, and ergonomic aspects* (pp. 542–546). Crete, Greece: Vol. 3 of the Proceedings of the 10th International Conference on Human-Computer Interaction, HCI 2003.
- Rayner, K. (1998). Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372–422.
- Rayner, K., Li, X., Williams, C. C., Cave, K. R., & Well, A. D. (2007). Eye movements during information processing tasks: Individual differences and cultural effects. *Vision Research*, 47(21), 2714–2726.
- Rodrigues, A. C., Loureiro, M. A., & Caramelli, P. (2013). Long-term musical training may improve different forms of visual attention ability. *Brain and Cognition*, 82(3), 229–235.
- Schmid, S., & Baccino, T. (2002). Perspective shift and text format: An eye-tracking study. *Current Psychology Letters: Behaviour, Brain & Cognition*, 9, 73–87.
- Schmithorst, V. J., & Holland, S. K. (2003). The effect of musical training on music processing: A functional magnetic resonance imaging study in humans. *Neuroscience Letters*, 348(2), 65–68.
- Shih, Y.-N., Huang, R.-H., & Chiang, H.-Y. (2012). Background music: Effects on attention performance. *Work: Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*, 42(4), 573–578.
- Sluming, V., Brooks, J., Howard, M., Downes, J. J., & Roberts, N. (2007). Broca's area supports enhanced visuospatial cognition in orchestral musicians. *The Journal of Neuroscience*, 27(14), 3799–3806.
- Thompson, W. F., Schellenberg, E. G., & Letnic, A. K. (2012). Fast and loud background music disrupts reading comprehension. *Psychology of Music*, 40(6), 700–708.
- Tze, P., & Chou, M. (2010). Attention drainage effect: How background music effects concentration in Taiwanese college students. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 10(1), 36–46.
- van den Broek, P., Young, M., Tzeng, Y., & Linderholm, T. (1999). The landscape model of reading: Inferences and the online construction of memory representation. In H. van Oostendorp, & S. R. Goldman (Eds.), *The construction of mental representations during reading* (pp. 71–98). Mahwah, NJ US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Virbel, J., Garcia-Debanco, C., Baccino, T., Carrio, L., Dominguez, C., Jacquemin, C., et al. (2005). Approches cognitives de la spatialisation du langage : le cas de l'énumération. In C. Thinus-Blanc, & J. Bullier (Eds.), *Agir dans l'espace* (pp. 233–254). Paris: Éditions de la MSH.
- Walczyk, J. J., Wei, M., Griffith-Ross, D. A., Goubert, S. E., Cooper, A. L., & Zha, P. (2007). Development of the interplay between automatic processes and cognitive resources in reading. *Journal of Educational Psychology*, 99(4), 867–887.
- Wickens, C. (1984). Processing resources in attention. In R. Parasuraman, & D. R. Davies (Eds.), *Varieties of attention* (pp. 63–102). New York: Academic Press.
- Wickens, C. (2002). Multiple resources and performance prediction. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 3(2), 159–177.
- Zwaan, R. A., Magliano, J. P., & Graesser, A. C. (1995). Dimensions of situation model construction in narrative comprehension. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(2), 386–397.