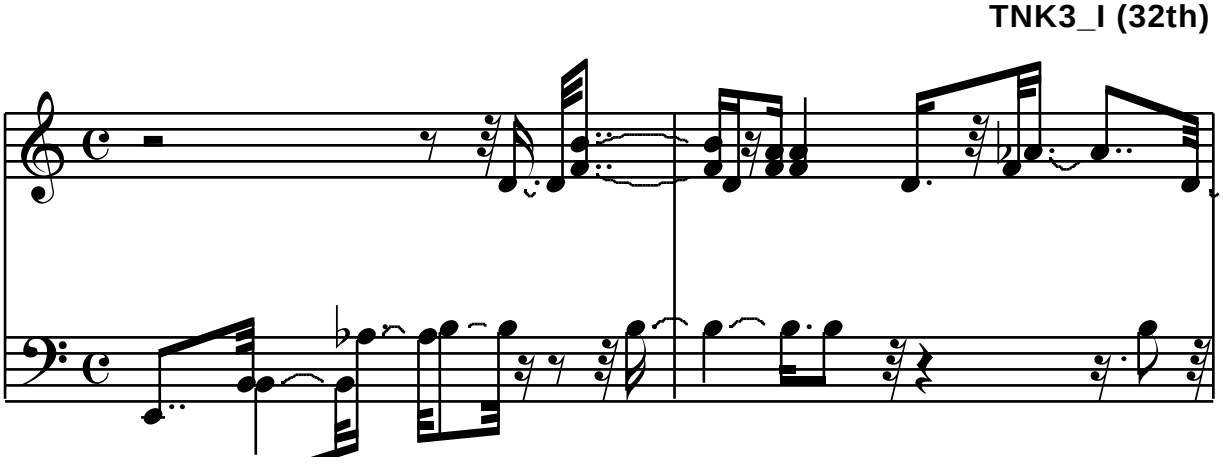
Lecture à vue chez des pianistes virtuoses : temps réel et procédures de regroupements, une analyse assistée par ordinateur.

Computer assisted analysis of expert sight reading in piano performance : real time, chunking and patterning.



Diego Corti
Curio, TI

Mémoire de licence dirigé par
le Professeur Jean Retschitzki
Chaire de psychologie générale et pédagogique
Institut de Psychologie, Faculté des Lettres
Université de Fribourg, Suisse, 1995

RESUME I
ABSTRACT II
Remerciements III
Avertissements III
INTRODUCTION : l'ouverture 1
LA LECTURE A VUE: DEFINITION 1
POURQUOI LA LECTURE A VUE? COMMENT? 1
REVUE DE LITTERATURE : DIVERSES APPROCHES DE LA LECTURE 3
0. L'ENSEIGNEMENT (quelques pratiques de l'enseignement...) 3
Les bons et les mauvais élèves 3
Les doués et les autres... 4
Un handicap ? 4
Les débuts 5
Le solfège et la lecture globale 6
Quels objectifs? 7
1. ART, MESSAGE, LANGAGE 9
Musique : langage ou poésie? 9
Du sens, signifié et signifiant 9
Le temps et l'espace 11
2. LE SUPPORT, LA NOTATION, L'ECRITURE 13
Du disque au sacrifice de la lecture à vue 13
Le soin de l'écriture 14
Structure des portées 14
Expérimentations sur la présentation des relations 16
Segmentation de l'écriture en unités 17
3. MOUVEMENTS DES YEUX - FIXATION - EMPAN 19
Fixations, saccades et régressions 19
Tachistoscope : l'empan d'une seule fixation 20
D'un point de fixation à l'autre 22
Quelques règles de déplacements 23
Le point de vue de la vision périphérique 23
Voir en avant 24
Lecture rapide 25
4. ECHANTILLONNAGE, TEMPS et ESPACE 26
L'écriture n'est pas analogique 26
Echantillonnage et écriture 26
La taille de l'échantillon 28
Moduler le pas d'échantillonnage 28

5. CODES : VISUEL, THEORIQUE, ACOUSTIQUE et KINESTHESIQUE....29
Déchiffrer, décoder....29
Le développement ontogénétique des codes....29
Quatre modalités de codes à disposition de la lecture à vue....30
Codes et représentations....31
Code kinesthésique....31
Code visuel....32
Code théorique....33
Code acoustique....33
Coexistence des niveaux de développement des codes....34
Transfert d'un code à un autre....35
6. TRAITEMENT SIMULTANE - SUCCESSIF et HEMISPHERES....37
Vertical-simultané, horizontal-successif ?....37
Coexistence des traitements simultanés et successifs : transfert et substitution....38
Hémisphères....40
Le modèle de Luria : de l'observation de cas cliniques....40
Spécialisation des hémisphères....41
Accords/hémisphère droit, mélodie/hémisphère gauche?....41
Apprentissage....42
Correspondances des hémisphères avec les mains au piano....43
Vitesse de transferts, échanges des hémisphères, traduction de codes....44
7. TRANSFERT-COMMANDE et TEMPS....45
La mesure des temps de réaction....45
Les étapes, les détours et les contrôles de vitesse....45
8. MCT / MLT MEMORISATION....49
Mémoire à court terme, mémoire à long terme : définitions....49
Mémoires et codes....50
Accès, organisation et structure de la MCT et de la MLT....52
L'empan de la MCT....53
Chunks, auto répétition, association....54
Mémorisation, stockage en MLT....56
9 PATTERN ET ANTICIPATIONS....60
Définitions chunk, patterns....60
Echantillonnage....61
Unités informationnelles discrètes....62
Mouvements des yeux....64
Unité initiale signifiante....66
Top-down, bottom-up....67
Anticipation, prédictibilité, contexte....69

Dépendance du champ 71
Plurimodalité des patterns 72
Groups of notes having higher-order interrelationships 72
Visuel (contour) 72
Acoustique 72
Kinesthésique 73
Théorique 74
Rythmique 75
10. STRATEGIE, PROCEDURE, APPRENTISSAGE, METHODE 76
Définitions : procédure, stratégie 76
MLT / MCT et temps 77
Méthode de lecture rapide / lecture globale 78
Apprendre à apprendre, quelles stratégies? 80
"Remedial defective cognitive strategy program" : quels objectifs? 81
11. LES MODELES COGNITIFS 85
THE MODEL OF INFOMATION INTEGRATION de DAS 85
THE COGNITIVE MODEL de WOLF 88
DISCUSSION DES MODELES 89
INTRODUCTION A L'EXPERIMENTATION 95
HYPOTHESES GENERALES : 97
HYPOTHESES OPERATIONNELLES : 99
METHODE 100
Plan expérimental 100
Deux tâches 100
Variable indépendante : contexte musical 100
Variable indépendante : contexte graphique 101
Variables dépendantes 104
• 1ère variable dépendante : nombre de regroupements 104
• 2ème variable dépendante : taille du premier regroupement 105
• 3ème variable dépendante : les notes manquées 107
• 4ème variable dépendante : les notes justes 107
• 5ème variable dépendante : le temps à la 20ème note jouée 107
• 6ème variable dépendante : le temps par notes justes 107
Sujets 108
Matériel 108
Stimuli 109
Procédure 109
RESULTATS ET INTERPRETATIONS 111
Résultats globaux : tendances générales 111

Les nombres de notes justes jouées par seconde (ou temps par note juste) 113
Indices descriptifs (généralités) 114
Effet global du facteur "contexte musical" : 117
Discussion : 118
Effet global du facteur "contexte graphique" : 119
Discussion : 120
Effet de l'interaction des deux variables contextes : 121
Effet global du facteur "lecteur" 122
Discussion : 123
Effet de l'interaction des facteurs lecteur et contexte musical 124
Effet de l'interaction des facteurs lecteur et contexte graphique 126
Discussion : 127
Effet des différentes partitions musicales sur les conduites des lecteurs : 128
Corrélations inter modalités et inter tâches : 131
Discussion : 133
Discussion : 134
Discussion globale des différents indices pour cette variable: 135
Les groupements ou unités de transfert (numChunks et Chunk_1) : 136
Indices descriptifs (généralités) 137
Discussion : 137
Effet global du facteur "contexte musical": 141
Discussion : 142
Effet global du facteur "contexte graphique" : 144
Discussion : 145
Effet de l'interaction des deux variables contextes : 147
Discussion : 148
Effet global du facteur "lecteur" 150
Discussion : 151
Discussion : 154
Effet de l'interaction des facteurs lecteur et contexte musical 155
Discussion : 156
Effet de l'interaction des facteurs lecteur et contexte graphique 159
Discussion : 162
Effet des différentes partitions musicales sur les conduites des lecteurs 164
Corrélations inter modalités et inter tâches : 169
Discussion : 170
Discussion : 172
Discussion : 173
Discussion : 176

Discussion globale des différents indices pour ces variables:....176
Les nombres de notes manquées (missingNotes) :....177
Indices descriptifs (généralités)....177
Effet global du facteur "contexte musical" :....179
Discussion :....179
Effet global du facteur "contexte graphique" :....180
Discussion :....180
Effet de l'interaction des deux variables contextes :....181
Effet global du facteur "lecteur"....182
Discussion :....183
Effet de l'interaction des facteurs lecteur et contexte musical....184
Discussion....185
Effet de l'interaction des facteurs lecteur et contexte graphique....186
Effet des différentes partitions musicales sur les conduites des lecteurs....188
Corrélations inter modalités et inter tâches :....191
Discussion....191
Discussion....192
Discussion :....197
ANALYSE MULTIVARIEE (interactions des variables dépendantes et corrélations):....198
Discussion :....203
Discussion :....206
Discussion :....208
Discussion :....210
Discussion :....211
MANOVA : interactions des variables entre elles....215
CONCLUSION:....216
1.La vitesse, le débit....217
2. Les unités de transfert, les groupements effectués....218
3. L'interaction, compromis d'une optimisation-maximisation....220
4. Le modèle dynamique des transferts de patterns....222
5. Critiques et perspectives....224
BIBLIOGRAPHIE....225
ANNEXES....230
Annexe 1 : Tableaux récapitulatifs....230
Annexe 2 : Extraits des présentations de quelques stimuli....235
Annexe 3 : Code source de l'application de conversion des formats MIDI en texte.....239
Annexe 4 : Exemple de conversion d'un fichier MIDI (AK.1 Bello)....243
Annexe 5 : Extrait de la macro algorithme de comparaison des partitions....246

RESUME

LECTURE A VUE CHEZ DES PIANISTES VIRTUOSES : TEMPS REEL ET PROCEDURES DE REGROUPEMENTS, UNE ANALYSE ASSISTEE PAR ORDINATEUR.

Six pianistes virtuoses ont interprété 432 partitions en situation de lectures à vue sur un piano connecté à un ordinateur qui enregistre l'exécution en temps réel. Les performances sont analysées en regard des contextes musicaux opérationnalisés en trois catégories : contenu aléatoire atonal, à prédominance kinesthésique ou tonale non kinesthésique. Les contextes graphiques sont aussi un facteur contrôlé suivant la précision de l'écriture en trois unités de temps étalon de plus en plus fines : croche, double ou triple croche. Deux tâches sont présentées : l'une avec l'exécution des partitions au tempo imposé et le rythme indiqué, l'autre au tempo libre et sans les signes rythmiques dans la notation. Nous relevons quatre indices : la taille des premiers groupements effectués, les nombres de groupements, de notes manquées et de notes correctes jouées par seconde. Notre définition du groupement (chunk) est dépendante du sujet et de la situation: elle tient compte de l'écart type des décalages entre les temps d'exécution de chaque note et la partition. • Les débits de notes correctes présentent des corrélations significatives entre toutes les conditions expérimentales : cet indice est discriminant et stable. • Les groupements sont irréguliers entre les présentations successives de mêmes contenus musicaux (signifiés ou aléatoires), tant en nombres qu'en tailles, indiquant probablement une faible correspondance avec des patterns familiers stockés en MLT. • Seule la tâche avec le rythme montre une corrélation positive entre les nombres de groupements et les débits de notes correctes. La particularité des meilleurs lecteurs est de présenter systématiquement de plus grandes variations dans les tailles des groupements. Nous proposons un modèle dynamique des transferts de patterns alliant l'optimisation des groupements à la maximisation des débits.

ABSTRACT

COMPUTER ASSISTED ANALYSIS OF EXPERT SIGHT READING IN PIANO PERFORMANCE: REAL TIME, CHUNKING AND PATTERNING.

We recorded six expert piano players in sight-reading tasks of 72 scores with a computer-MIDI interface. We observed four dependent variables: the size of every first "chunk" played, the count of "chunks", the count of missing notes and the average count of correct notes that were played in one second (personal tempo). Our definition of "chunk" is subject and context dependent: it was computed from the standard deviations of time differences between every single note played by one specific reader and its matching note on the score. We explored two tasks: first, the scores were played with rhythm and tempo, second, they were played a-tempo, and without any rhythm notation. We presented three categories of musical contexts: kinesthetic-a-tonal, non-kinesthetic-tonal, and random controlled scores. The rhythm's notation was also systematically quantified to either the 8th, 16th or 32nd note. • We reported a significant correlation between the tasks and between some musical matching contexts, but for the average count of correct notes only. • There were probably no regular "familiar patterns" being transferred from any MLT storage, since the "chunks" were not the same between successive executions of similar musical contents (either meaningful or randomized contexts). • In the rhythm task, the data showed a positive correlation between the count of chunks, and the count of correct notes. The proficient readers surprisingly show the greatest variations in the patterns' sizes. We refer to a dynamic model of a moving balance between the size and the speed of one particular transferred pattern.

Remerciements

Au travers de cette recherche, j'ai abusé de la patience pourtant infinie de nombreux collègues et amis que je voudrais remercier ici, à commencer par mes six honorables lecteurs qui m'ont fait la grâce de perdre tellement de temps à lire mes horribles tests (je vous demande pardon, ...au nom de la science...). Mon épouse (héroïque), mes parents, - une mention spéciale pour ma maman, lectrice assidue et "docteur ès orthographe", embarqués contre leur gré dans mon "unendliche Geschichte" et ma soeur (infatigable) revenue souvent chargée de bouquins des Amériques... Mes collègues du Centre de Loisirs qui m'ont arrangé des grilles horaires sur mesure! Et récemment ma fille (...) qui a compris très tôt que son papa n'avait pas les réponses à toutes les questions.

Je pense aussi à mes collègues de l'université qui m'ont accordé leur confiance et au Prof. Jean Retschitzki qui a soutenu mon (trop) ambitieux projet depuis mes premiers pas en psychologie, avec le sourire du sage.

Avertissements

Aux lecteurs,

Ce travail est composé de deux parties de natures très différentes : d'abord une revue de littérature dans laquelle nous mentionnons quelques conseils d'ordre pédagogique avec de nombreuses citations dans la langue d'origine. Ensuite, une partie expérimentale rédigée sur un modèle scientifique : l'introduction de la méthode et la conclusion nous paraissent suffisantes, les nombreux tableaux et graphiques entre deux pourraient sembler trop détaillés pour un lecteur qui ne songe pas poursuivre dans ce domaine.

INTRODUCTION : l'ouverture

LA LECTURE A VUE: DEFINITION

> "Und in was besteht die Kunst, prima vista zu lesen? In diesem: das Stück im rechten Tempo, wie es seyn soll, zu spielen, alle Noten, Vorschläge etc mit der gehörigen Expression und Gusto, wie es steht, auszudrücken, so dass man glaubt, derjenige hätte es selbst componirt, der es spielt." (MOZART, 1778, cit. in HERMANN, 1971, p.9)

Pour un musicien, "jouer en lecture à vue" signifie jouer en temps réel une oeuvre musicale dont il voit pour la première fois la partition.

POURQUOI LA LECTURE A VUE? COMMENT?

L'étude de la lecture à vue nous a permis de faire le lien entre trois domaines dans lesquels nous avons travaillé ces dernières années: la psychologie, l'enseignement de la musique et l'informatique.

Du point de vue de la psychologie, nous allons considérer la tâche de lecture à vue de partitions musicales comme une acquisition chez un individu d'une connaissance experte dans une activité spécialisée. Nous emprunterons des parcours théoriques divers, illustrés d'expériences classiques de l'histoire récente de la psychologie cognitive en particulier:

> Of the many contributions by cognitive psychologists to the literature on reading, none is more fundamental or important than the notion that skilled reading is a special instance of information processing and problem solving (Neisser, 1967; Kolers, 1970; Geyer and Kolers, 1974). (WOLF, 1976, p.152)

Nous quitterons la spécificité des recherches axées sur la lecture "musicale" et nous ferons aussi appel aux travaux sur la lecture de textes, menés dans le cadre de la psycholinguistique (concepts de signifiant et signifié), ainsi qu'aux études touchant la psychomotricité (mouvements oculaires), ou encore de neuropsychologie (aires corticales de traitement de l'information visuelle ou auditive).

Nous avons volontairement mis de côté la dimension affective de la musique, bien que la motivation des sujets soit aussi une variable "parasite" à prendre en compte dans les expérimentations: le travail de lecture d'une pièce pour laquelle le sujet ne ressent aucune affinité est d'autant plus ardu qu'il est démobilisant de son attention.

Sous le couvert de l'enseignement des conservatoires de musique, des professeurs, ici et là réclament des outils pédagogiques, - comment apprendre à apprendre; la lecture de partitions étant trop souvent associée uniquement aux classes de solfège, qui comptent pour beaucoup de musiciens parmi les corvées du parcours de formation, c'est à l'élève seul de se débrouiller pour trouver "sa propre méthode" de lecture adaptée et ajustée à la pratique de son instrument. Démunis devant la "boîte noire" de l'élève qui présente des difficultés en

lecture, - ou même devant ses lacunes personnelles à lire couramment la musique, les enseignants sont les premiers intéressés à comprendre les processus qu'ils devraient "mettre en jeu" lors de la lecture de nouvelles partitions.

> The inadequacies of music reading instruction are demonstrated by the failure of researchers to find instrumental training to be a factor influencing ability to read music. (MACKNIGHT, 1975, p.24-25)

Notre ambition dans cette recherche, est aussi de suggérer des voies utiles à l'enseignement de la lecture musicale.

Dans la deuxième partie de ce travail, nous avons adopté une démarche expérimentale - dans la ligne des SHAFFER et SLOBODA - "sur le terrain" des principaux intéressés, à savoir les musiciens-professeurs-de-musique, afin de sonder quelques-unes de nos hypothèses théoriques issues de notre revue de littérature.

Le développement de logiciels informatiques musicaux a connu des perfectionnements remarquables ces deux dernières années, nous disposerons de ces artifices technologiques pour une analyse très fine des réactions du sujet en situation réelle, impraticable jusqu'à présent, relativement simple et peu coûteuse.

> This paper is motivated by the belief that only by direct observation of musicians engaged in reading tasks in the context of controlled experimental situations can one hope to achieve any substantial understanding of this complex skill. (SLOBODA, 1978, p.10)

REVUE DE LITTERATURE : DIVERSES APPROCHES DE LA LECTURE

0. L'ENSEIGNEMENT (quelques pratiques de l'enseignement...)

Les bons et les mauvais élèves

Un phénomène reconnu et pourtant étonnant à propos de la lecture à vue, est que l'on rencontre des musiciens professionnels, véritables virtuoses de leur instrument, qui semblent embarrassés à chaque présentation d'une nouvelle partition. Nous pourrions aisément distinguer dans un groupe de pianistes professionnels, les lecteurs "à leur aise" de ceux qui éprouvent des difficultés en situation de lecture à vue, - ceci indépendamment de leurs qualités d'interprètes:

> Remarkably, there seems to be only a slight correlation between proficiency on a musical instrument and better than average sight-reading. Indeed, many gifted players are poor sight-readers. (WOLF, 1976, p.143)

Bien que ces musiciens eux-mêmes soient conscients de ces différences, et reconnaissent les compétences des autres dans ce domaine, celui qui se sait faible, est habituellement résigné à supporter cette étiquette de "pauvre" lecteur toute sa vie de musicien sans trop se demander d'où lui est venu son "handicap"; ainsi, au lieu de chercher à combler cette lacune, il l'aura compensée par un travail de mémorisation "à la maison" avant les premières répétitions avec d'éventuels instrumentistes.

> "To confess that you are a bad reader is to confess laziness..." (Seashore, 1938, cit. in SLOBODA, 1978, p.4)

Cette réputation de fait et ce renoncement dans l'adoption d'une stratégie de substitution - apprendre par coeur à la maison - n'ont certainement pas contribué à développer l'enseignement de la lecture à vue dans les conservatoires. Il se trouve bien entendu dans les écoles de musique des cours "sectorisés" de solfège, de dictée musicale, de théorie musicale, d'harmonisation, mais rien qui aborde de front la lecture à vue en elle-même; elle est censée faire communément corps avec... - l'enseignant - de l'instrument:

> Nearly all instrumental teachers have to spend some time with their pupils on sight-reading, if only to prepare them for examinations. If my experience is typical, this vagueness about one's own sight-reading extends to all facets of it and makes the teaching of sight-reading an almost impossible assignment. (SLOBODA, 1978, p.9)

Nous entendions il y a un mois, une commission pédagogique de professeurs enseignant dans un conservatoire suisse, s'interroger sur l'existence d'une recherche fondamentale sur la lecture musicale, suite à leur confrontation quotidienne à des lacunes incompréhensibles de lecture chez les étudiants en classes professionnelles. A notre connaissance et dans aucun des ouvrages cités, il n'est fait mention d'une didactique appliquée à l'enseignement de la lecture à vue! Faut-il s'en étonner si l'on s'accorde avec le paradoxe déjà dénoncé par

DROZ en 1987 concernant une forme plus "courante" de lecture, celle de textes:

> L'apprentissage de la lecture, un processus dont on peut pour le moins affirmer qu'il est actuellement assez répandu, devrait avoir fait l'objet de nombreuses recherches, ne serait-ce qu'à cause de son importance culturelle et des difficultés relativement nombreuses qu'on rencontre dans l'enseignement. La réalité est décevante (...) (DROZ, 1987, p.640)

Nous naviguons donc en eaux troubles, au milieu des a priori et des attitudes défaitistes.

Les doués et les autres...

On peut apprendre à lire à vue des partitions, bien que certains considèrent parfois cette aptitude comme un don inné et certains personnages historiques donneraient à croire qu'elle l'est effectivement :

> Hans von Bülow, der den siebenjährigen Henri Ketten (geboren 1848) geprüft hatte, schrieb an Liszt:"Dieser kleine Junge liest alles, was man ihm vorlegt, vom Blatt, und spielt korrekt und peinlich genau alle Mittelstimmen in den kompliziertesten Werken. Er transponiert Stücke, die er das erstemal sieht, in alle möglichen Tonarten. Eine erstaunliche Fingerbeweglichkeit und ein fabelhaft feines Ohr machen diese kleine Kreatur wirklich interessant. Selbst in rascher Folge entziffert er die ungewöhnlichsten Akkorde, ohne sich je um eine Note zu versehen." (HERMANN, 1971, p.21)

A l'âge de sept ans, - bien avant le stade des opérations formelles de Piaget (nous y reviendrons / *domain specific*), cet enfant prodige nous montre des compétences que bien peu de musiciens professionnels parviennent à acquérir, et cela même au prix de durs labeurs! Nous pourrions nous arrêter là, devant ce même constat de Goldovsky :

> Dr. Goldovsky, who has attempted to devise a system by which sight-reading can be taught, reported that some of the finest musicians can never be taught to sight-read: "The result of my teaching sessions was that people who seemed to be gifted for sight-reading improved; and people who seemed ungifted for sight-reading did not improve. " (WOLF, 1976, p.152)

Le défi posé ainsi est d'importance : si la lecture à vue est un don, un privilège réservé à quelques élus, à quoi bon chercher à l'enseigner, à la rendre accessible à chacun? De plus, si cette compétence apparaît comme quelque chose d'annexe, d'accessoire à la réalisation d'un grand musicien, pourquoi s'en préoccuper? Mais si nous refusons l'idée qu'un musicien présentant des difficultés à lire des partitions restera médiocre toute sa carrière, alors, nous devons montrer que son handicap ne constituera pas nécessairement une infirmité ... indéfinie.

Un handicap ?

Sous des compétences apparemment pareilles lors de l'exécution d'une pièce musicale, stockée en mémoire et rendue publique, couvent de multiples étapes dans l'apprentissage de cette pièce et de procédures élaborées par le sujet qui ne resurgissent pas soudain dans l'exécution elle-même. Les voies polymorphes et

tortueuses qui ont conduit l'interprète à la parfaite maîtrise d'une pièce restent dans l'ombre des coulisses. Il est certain que les stratégies adoptées par l'artiste pour travailler une nouvelle pièce de son répertoire, n'ont pas toujours fait l'objet ni de choix conscients, ni surtout d'évaluations systématiques de leur pertinence.

> It may be that poor readers work very industriously at their reading, but in an inappropriate way. (SLOBODA, 1978, p.4)

S'agit-il de *reprogrammer* les stratégies déficientes du lecteur? Si, dans une analogie ordinateur-individu, on considère que les programmes installés sur une machine sont différents de ceux installés sur une autre qui dispose en outre d'un processeur moins performant, mais que l'on constate que les temps de calcul pour la même tâche sont identiques, il est probable que le logiciel de la deuxième machine exploite au mieux ses propres ressources pour pallier aux handicaps du processeur. De la même analogie, il découle qu'il est aussi possible, soit de rendre compatible un programme qui aurait déjà fait ses preuves sur une machine différente, soit de modifier le programme pas suffisamment performant (p. ex. algorithme trop complexe ou mauvaise gestion du système d'exploitation) en implantant des routines plus rapides et des raccourcis de procédures. Nous reprendrons l'idée de DAS d'un "remedial defective program" au chapitre 10 qui traite des stratégies.

L'enseignant semble débattre des performances (outputs) de son élève, il se place en modèle à imiter : *-voilà ce vers quoi il faut tendre*, mais il manque de s'intéresser très tôt à comprendre comment singulièrement l'élève s'y est pris pour parvenir à l'exécution de ses premières partitions. Un professeur nous confiait que ses élèves qui éprouvaient de la peine à lire la musique étaient ceux-là mêmes qui disposaient d'une musicalité plus éveillée; pour les autres, les partitions leur semblaient a priori trop faciles et avaient tendance à se reposer sur leur aisance naturelle! Un autre enseignant reconnaissait considérer la lecture à vue comme n'ayant rien à voir avec la musique... En fait, l'un et l'autre s'accommodent à leur façon des imprévisibles singularités de leurs élèves : s'il s'agit d'un lecteur "infus de lecture à vue" c'est bien, sinon, ...c'est aussi bien ! Effectivement, l'histoire nous a montré que le fait de présenter des lacunes en lecture à vue n'est jamais considéré comme un handicap sérieux qui pourrait porter préjudice à la carrière d'un musicien, comme c'est le cas par contre, à l'école pour un enfant qui a de la peine à lire des textes. Cette attitude de l'enseignant de "laisser faire la nature" des dispositions "innées ou acquises spontanément" en lecture à vue de l'élève reste tabou.

La fin justifie-t-elle les moyens? On se contente généralement du résultat: l'exécution de l'interprète. Mais cela ne date pas d'hier.

Les débuts

Les premiers pas vers de fausses destinations deviendront autant de freins et de voiles à un apprentissage rationnel de la lecture, aux services de la connaissance et de l'interprétation de la musique.

> "On devrait ne commencer à montrer la tablature aux enfants qu'après qu'ils ont une certaine quantité de pièces dans les mains. Il est presqu'impossible, qu'en regardant leur Livre, les doigts ne se dérangent;

> et ne se contorsionnent..." (François COUPERIN, L'Art de toucher le Clavecin, 1717, cit. in HERMANN, 1971, p.59)

> (...) it would seem reasonable to seek to attempt to develop musical sensibility before embarking on training in reading. No-one would consider teaching a normal child to read while he was at a very early stage of learning spoken language. Yet it seems the norm to start children off on reading at the very first instrumental lesson without establishing the level of musical awareness already present. Without some musical knowledge a beginner has no expectancies which can be used in reading. (SLOBODA, 1978, p.15)

Si l'enfant à qui l'on présente un livre de lecture sait en général déjà parler depuis 3 ou 4 ans, il n'en va pas de même lors de sa première leçon de musique: l'élève n'aura pas l'occasion de se familiariser ainsi pendant quelques années avec la "langue" de son instrument, à seulement toucher, "faire parler" son instrument comme il... l'entend (!) (le petit Mozart disait chercher les "notes qui s'aiment"...) mais son professeur va trop tôt lui "prescrire" une sorte de route balisée de diverses interdictions, qui vont lui servir à la fois d'oeillères, de mémoire et de devoirs pour la prochaine leçon... Ce premier contact avec la musique (réduite ici à sa plus simple expression : une note après l'autre), dans une correspondance univoque entre un symbole visuel et un doigt pressant sur une touche, est assimilable ici, à un autre modèle d'apprentissage : celui de *conditionnement opérant*, où la note de papier prend la fonction de *stimulus*, la touche correspondante du clavier, de *réponse* et le son émis par l'instrument, de *renforcement* positif en cas de justesse et négatif en cas de fausse note. L'élève ne se rendant pas compte lui-même de ses notes fausses, c'est le professeur (ou la maman à la maison!) qui devra jouer le rôle de censeur.

Ce premier contact est malheureusement fatal : pour certains individus, leur représentation de l'apprentissage de la lecture va se concrétiser et se réduire à une réponse mécanique de plus en plus rapide à chaque note présentée, *temps de réactions* qui atteindront rapidement leurs plafonds (voir la partie expérimentale de notre recherche).

> In a study by Colwell, the lack of achievement among high school instrumentalists, even after an additional year of instruction, was attributed to a rote learning experience that excluded continued emphasis on reading skill. For the same reason, Petzold concluded that instrumental training might be more effective "if greater emphasis were given to the meaning of musical notation rather than to mere mechanical responses to a visual symbol."(MACKNIGHT, 1975, p.25)

Le solfège et la lecture globale

L'élève qui souhaite apprendre à jouer d'un instrument aura été contraint - sur la base d'une justification prétendument pédagogique -, de suivre au préalable une année de solfège. Cette approche détournée de l'instrument aurait pour effets secondaires pervers de coder la musique en séquences verbales discrètes (un seul phonème articulé à la fois), non simultanées et à une seule voix bien sûr : transposée ensuite sur l'instrument, elle induit chez l'élève une lecture note à note, au pire, qu'il prononce mentalement le nom de chacune d'elles!

> (...) sight-reading performed note-by-note is unlikely to improve however frequently practised. (SLOBODA, 1978, p.15)

Dans ce cadre, nous pouvons suggérer un rapide parallèle avec la méthode de lecture globale, où la phrase appréhendée par ses composants syntagmatiques, n'est pas réduite à ses dimensions (micro-)alphabétiques. Par analogie, est-ce que ce solfège note-à-note condamne la lecture de la phrase musicale à une épellation perpétuelle et préalable à l'exécution?

Au contraire du solfège, l'étude d'un instrument polyphonique n'arrive qu'en fin de formation. C'est peut-être trop tard... A nos yeux, le solfège, en tant qu'étude des symboles de l'écriture musicale, ne trouverait sa justification pédagogique que dans une application immédiate sur un instrument polyphonique; ceci de façon à susciter aussitôt une identification des relations réciproques et "plurimodales" de ces notes qui s'enchevêtrent dans une partition. (Nous aborderons en détails la question de "l'unité initiale signifiante" (syntagme) au chapitre 9. Cette thèse est au centre de nos arguments, nous aurons maintes fois l'occasion d'y revenir.)

> Although instrumental teachers would not dispute the importance of learning to group notes, they very often teach music reading note-by-note. A new note is presented and learned as an isolated pitch whose meaning is that of a letter name, fingering, and lastly a sound. The danger in this approach lies in encouraging the reader to concentrate on individual notes, thereby shortening his span of vision, slowing his pace, and restricting his ability to think musically. In an effort to correct the problem, the teacher frequently advises the student to "read ahead". Possessing a larger span of vision, however, does not imply cognition; nor does the ability to react to single pitches necessarily provide the reader with the musical insight required to understand the meaning of a tone within a phrase, or prepare him for a change of meaning in other musical contexts.(MACKNIGHT, 1975, p.24)

Quels objectifs?

> (...)denn Lesen kann erlernt werden. Lesen, nicht Buchstabieren, heisst Denken. Sinnvolles flüssiges Lesen verlangt rasches Denken, Vorausdenken, und das wiederum ist nicht möglich ohne theoretische Kenntnisse.(HERMANN, 1971, p.94)

La lecture à vue a-t-elle un sens? Est-elle une performance accessoire de "second rôle" ou plutôt un instrument d'éveil et d'enrichissement de la compétence musicale? Si l'objectif inavoué de l'enseignant est d'amener l'élève le plus rapidement possible à une exécution virtuose stéréotypée, cette fin justifiant certains moyens, il évitera de trop s'attarder à développer des compétences de lecture à vue au-delà d'un minimum, nécessaire à jouer finalement les notes écrites sur la partition dans le bon ordre... Si telle est l'intention d'un enseignant, autant alors faire enregistrer les *inputs* un à un, comme dans un ordinateur qui reproduira tout ce que le professeur sait beaucoup plus rapidement que le plus doué de ses élèves; si par contre, l'on souhaite faire découvrir à l'élève la structure de la pièce, ses articulations, ses phrases, ses voix, son approche immédiate en lecture à vue serait peut-être une méthode privilégiée à approfondir, afin que l'élève apprenne à y... voir un sens et non plus simplement une corvée à apprendre par coeur une note après l'autre, le plus vite possible. Par analogie, si l'on apprend à l'école à lire rapidement des textes, c'est avant tout pour nous permettre d'en lire le plus possible et d'acquérir des connaissances de plus en plus larges et non pour les apprendre

chaque fois par coeur. Dans cette optique, la lecture à vue nous apparaît comme un instrument pédagogique, une voie royale pour sensibiliser l'élève à la musicalité d'une nouvelle pièce.

Souvent, les professeurs entament le travail à l'envers : ils donnent à apprendre la nouvelle pièce à la maison, en donnant carte blanche des moyens à l'élève, et ensuite, dès la leçon suivante, ils dissèquent ensemble les articulations de l'oeuvre. Combien d'enseignants mettent l'accent sur la lecture à vue d'une nouvelle pièce pendant le cours? Ne préfèrent-ils pas jouer d'abord, - en modèles et pour gagner du temps, cette pièce devant l'élève, au mépris d'une première lecture ânonnée et ennuyeuse de leur disciple?

En résumé, de la pratique de l'enseignement, ressortent quelques indices et déjà quelques lacunes à combler :

- la compétence de lecture à vue n'est certainement pas simplement un don "inné" que l'on a ou pas,

- on peut apprendre la lecture à vue

- pour ce faire, sensibiliser l'enfant à la musique sur l'instrument d'abord, avant de lui présenter une partition

- solfier (au sens d'étude des symboles) et analyser les pièces en polyphonie

- la lecture à vue est un instrument pédagogique puissant pour une connaissance de la musique

1. ART, MESSAGE, LANGAGE

> Cette alliance avec la parole qu'il aspirait à réaliser, il essaya de la célébrer en théorie. Musique et langage, selon lui, allaient de pair, au fond ne faisaient qu'un, le langage était musique, la musique langage et, séparés, chacun des deux s'efforçait vers l'autre, l'imitait, lui empruntait ses moyens d'expression, chacun cherchant toujours à se substituer à l'autre. (MANN, 1950, p.227)

Si nous voulons emprunter quelques pistes aux recherches effectuées dans le cadre de la lecture de textes, il nous faut d'abord justifier les comparaisons possibles entre la musique et le texte, et préciser les limites de ce type d'analogie.

Musique : langage ou poésie?

La musique, comme le langage, est aussi message, dans le sens général de transmission d'informations d'un émetteur à un récepteur, message véhiculé essentiellement sous forme acoustique mais aussi visuelle par l'écriture (voir au chapitre 4 où l'on traite de l'échantillonnage du message).

Comme la littérature, la musique est un art qui joue de ses formes, mais de ses formes seules : les formes conjuguées du temps et de l'espace sonore.

> In this view, music, with its intrinsic rewards, is more like literature (an art form) than language (a utility). (CAMPBELL, HELLER, 1981, p.6-7)

Plus proche encore de la poésie, la musique joue aussi sur le rythme des sons, la redondance de figures rythmiques et sonores, où le sens des mots se perd dans les consonances.

> Les règles de l'organisation sonore des formes poétiques ont fait l'objet de recherches importantes en linguistique (...). On doit les rapprocher de productions qui ont des propriétés analogues: les productions musicales. Dans celles-ci, on peut mettre en évidence les bases d'une organisation complexe, avec des caractères universels, articulée avec des propriétés biologiques des systèmes auditif et acoustique. Dans la musique, on a des règles d'enchaînement de motifs définis par leurs propriétés de formes. On engendre ainsi des productions qui répondent à des règles d'écriture de type syntaxique, mais il n'y a ni organisation d'un sens, ni relation référentielle. (BRESSON, 1987, p.973-974)

Du sens, signifié et signifiant

> As Meyer (1956, p.35) has pointed out, meaning in music is embodied rather than designative. Music stimuli do not point to extramusical concepts, but to other musical events. (CAMPBELL, HELLER, 1981, p.9)

Au contraire de BRESSON cité plus haut, nous pensons avec CAMPBELL qu'il y a bel et bien "organisation d'un sens"[1], mais "introverti" , - tourné vers lui-même, dont le référent n'est peut-être qu'un autre élément du même message (p. ex. une mélodie transposée) ou un message stéréotypé et conventionnel d'une

[1] cf. les définitions de "pattern familier" et "chunk" : "regroupement organisé d'éléments"

culture musicale donnée (p. ex. une cadence usuelle d'accords). De même, dans un énoncé, le signifiant renvoie non seulement à un signifié mais aussi aux autres signifiants, unis dans leur composante contextuelle. Aussi, la lecture - du sens - de la partition ne s'effectue pas simplement dans une mise en relation étroite et univoque des signifiants à leurs signifiés (associationnisme) respectant simplement des règles explicites d'une culture musicale donnée, nous voudrions nous rapprocher plutôt d'une perspective constructiviste à la Piaget, où c'est le sujet "épistémique" lui-même, le lecteur en l'occurrence, qui construit continuellement ses propres signifiants et adapte ses schèmes aux circonstances locales (voir BRONCKART plus loin):

> (...)the spoken word does not tell us about the world in any direct way, but only indicates the conceptual state and present view of the speaker, then music easily fits within the same definition of function. That is, both speech and music convey information about the cognitive and affective states of the performer. The latter is a Saussurian view of language - "The linguistic sign unites, not a thing and a name, but a concept and a sound image" (Saussure, p.66) - and is the point of view we adopt in order to provide a basis for comparing music and langage. (CAMPBELL, HELLER, 1981, p.6-7)

Cette lecture plurielle, que nous appellerons plus tard "plurimodale" repose sur les constructions du lecteur, ses liaisons internes, ses propres connexions de signifiants et de signifiés. Il nous faut souligner la dimension dynamique et évolutive de ces connexions, et par là s'éloigner de la conception statique et associationniste du caractère conventionnel et social de la correspondance signifiant-signifié.

> Le signe verbal relie deux "entités psychiques" pour de Saussure ou deux représentations, une image acoustique et un concept. Il n'est pas issu d'une relation tissée directement entre les sons et les contenus mais entre des représentations élaborées à partir du matériau phonique et à partir du matériau référé. Ces représentations sont de nature individuelle puisqu'elles sont le résultat de l'application des opérations cognitives du sujet sur les sons et sur les contenus. Ce sont ces deux images qu'une langue met en relation pour constituer un signe verbal, en choisissant de manière conventionnée socialement et arbitraire une séquence sonore pour représenter un concept particulier. (VINTER, 1987, p.424-425)

Nous pourrons ainsi développer les notions de signifié et de signifiant en matière de musique, sous l'éclairage de leur conception piagétienne, mais pas seulement dans leur expression ultime de la pensée formelle, telle la pensée d'HERMANN que nous avions déjà citée : "Sinnvolles flüssiges Lesen verlangt rasches *Denken*, Vorausdenken (...)"(op. cit.) ; car nous voudrons justement montrer la présence et la participation de tous les avatars du signifié que l'on avait cru disparus au cours de l'ontogenèse et désuets, puisque substitués de formes plus subtiles, soudain renaître, au service des procédures expertes[1] de lecture à vue.

> Le signifié n'est en effet que le contenu que le sujet assimile, et cette assimilation n'est elle-même possible que grâce aux schèmes dont le sujet

[1]le terme "expert" est utilisé dans ce travail souvent de façon allusive aux travaux de CHASE et SIMON (1973b), nous avons dit qu'il n'est véritablement pas d'expert en lecture à vue, au sens où les procédures développées chez eux (proficient readers) seraient plutôt de l'ordre des automatismes fonctionnels que du registre de la métaconnaissance de la tâche.

> dispose; Piaget affirmera dès lors que le signifié c'est en fait ce que le sujet est capable de construire avec ses instruments opératoires, et il remplacera ce concept par celui de domaine opératif. Dans cette nouvelle optique, les signifiants deviennent des instruments figuratifs, de niveau de complexité variable. (BRONCKART, 1987, p.687)

La notion de signifié développe ici une dimension à caractère subjectif, dans sa dépendance de l'individu, de ses propres schèmes opératoires, et cette conception essentiellement dynamique va nous conduire à l'une des clés de l'acquisition de l'expertise en lecture à vue.

Compte tenu des définitions que nous avons apportées aux notions de signifiant et de signifié, nous reviendrons à nouveau au cours de cet exposé à la notion de *"sens"* dans une partition que nous développerons selon divers éclairages. (cf. les chapitres 4 et 9)

Autre aspect qui caractérise la lecture à vue de partitions par rapport au texte et dont il nous faudra prendre garde dans nos comparaisons : les dimensions intrinsèques du message musical.

Le temps et l'espace

La musique ne peut être séparée de ses composantes temporelles et spatiales, en fait, de son existence et de son essence. La nature du message musical repose sur un encodage de configurations spatio-temporelles indissociables stockées à long terme telles quelles par le récepteur.

Dans le langage, les dimensions de temps et d'espace dans le flux du message ne sont généralement pas prises en compte dans le codage de l'information, elles affectent en partie l'encodage à court terme (modalité acoustique) qui coïncide avec le moment de la réception du message, le rythme et les intonations du message verbal sont ensuite filtrées, condensées ou même avantageusement éliminées lors du stockage de l'information, ne subsiste à long terme que le souvenir du contenu sémantique du message.

> Nous avons vu qu'un message apporte de l'information dans la mesure où il spécifie un modèle de représentation. Déjà (pp.1668-1671), nous avons observé que, du point de vue opératoire, un modèle de représentation ne peut admettre qu'un nombre fini de réalisations distinctes en raison des limites de résolution de l'appareil perceptif. Par ailleurs, lorsque la construction ontogénétique du modèle est achevée, le temps et l'espace physique disparaissent de la représentation des états possibles du réel et de leurs transformations, ou, à la rigueur, subsistent en tant que variables opératoires sans dimension perceptive. (...) Par contre, les messages perceptifs qui spécifient le modèle ne sont une réalité que grâce, justement, à l'existence du temps et de l'espace en tant que catégories perceptives du receveur. (VIVIANI, 1987, p.1687)

La musique est essentiellement un découpage du temps et de l'espace, comme le langage, sauf qu'elle se suffit de cela, nécessairement, d'une chaîne de transformations spatio-temporelles, de configurations sonores et rythmiques qui renvoient à d'autres configurations, - renvois qui participent, comme nous le verrons plus loin, aux chapitres 2 et 4, à l'identification du sens d'un message musical. On pourrait dire que ces configurations se donnent mutuellement un sens.

Compte tenu de ces quelques précisions, nous pensons que les rapprochements du texte et de la musique sont partiellement justifiés mais ne se réclament pas d'un isomorphisme latent.

> (...)the parallel to sight reading in music cannot be "exact" because there are no exact parallels to words, phrases, clauses, and sentences which make up the larger units of language. Until the aspiring reader knows what the larger units are - chords, bars, beats, or whatever, Seashore's parallel could not be applied. (SLOBODA, 1978, p.3)

Ou alors, il ne s'agit que de métaphores : à parler la "langue" de Mozart...

> Proficiency at reading Mozart only predicts proficiency in reading Messiaen insofar as their languages overlap. (SLOBODA, 1978, p.13)

2. LE SUPPORT, LA NOTATION, L'ECRITURE

Du disque au sacrifice de la lecture à vue

> There are basically two types of composer, the improviser and the writer. The improviser (or composer/performer) conceives a musical idea which he communicates to his listeners directly in performance. The writer communicates indirectly through a score which must be read, understood, and realised by a performer. It would not, I think, be unfair to say that the composer-writer predominates in our musical culture. Musical notation is therefore the medium, or language, of his communication. (SLOBODA, 1978, p.4)

A l'ère de l'enregistrement et des médias, l'interprète régional chargé autrefois de transmettre la culture musicale à ses contemporains, a perdu beaucoup de son prestige passé, dommage... car l'oeuvre reste aujourd'hui prisonnière de son interprétation la plus diffusée dans ces medias, celle dont on trouve évidemment une copie conforme dans notre discothèque et nous avons tous perdu par là une certaine ouverture au changement et notre sensibilité à la qualité de l'ici et maintenant.

La lecture d'une partition, comme la lecture d'une oeuvre littéraire, est un acte de recréation, le lecteur donne la "parole à l'écriture", donne vie aux personnages, à la polyphonie. Là est le miracle de l'écriture, une renaissance sans cesse renouvelée au travers d'une interprétation personnelle. Si l'écoute peut rester passive, la lecture active nécessairement le lecteur, elle le fait prendre part à la création de l'auteur, du compositeur.

Nous pensons que cette prolifération d'enregistrements des interprétations plus brillantes les unes des autres a contribué à détourner l'attention des musiciens de la lecture à vue pour viser la maîtrise technique absolue, à rivaliser ainsi de virtuosité avec leur chaîne hi-fi domestique! De frustrations en compétitions, les objectifs du métier d'interprète ont ainsi changé.

Pourtant, il serait temps de replacer la partition au milieu du conservatoire. Souvent les musiciens défenseurs de l'improvisation la considèrent comme quelque chose de rigide, qui empiète sur leur créativité. Quoi de plus rigide qu'un disque, sans surprise, péremptoire et statique, sans opportunité d'y mettre une touche personnelle! La partition, elle, offre toutes les libertés d'une véritable recréation. Le compositeur confie son oeuvre au plus grand nombre d'interprètes de tous les temps, à eux d'y donner corps.

La notation est volontairement grossière[1] pour rester "lisible", elle fournit des indications relativement peu précises sur l'interprétation du rythme, des variations du tempo, des accents, des nuances, du touché, du timbre... L'écriture d'une partition est adaptée aussi aux propriétés d'un instrument particulier, elle est en principe "jouable" uniquement sur cet instrument, les intervalles entre les notes et les écarts correspondants sur les touches respectent la morphologie de la main.

[1] voir le chapitre 4, quantification et échantillonnage et notre expérimentation

Pouvant faciliter (ou gêner) la réception du message, nous devons accorder une attention toute particulière à la présentation, c'est-à-dire à la qualité de la mise en page des différents graphèmes lors de l'analyse des mécanismes de la lecture.

Le soin de l'écriture

> (...) Il parla de l'aspect visuel de la musique notée, assura qu'il suffisait au connaisseur de jeter un coup d'oeil sur la graphie pour se faire une idée décisive de l'esprit et de la valeur de la composition.(...) D'autre part, il nous décrivit la jouissance exquise que la figure optique d'une partition de Mozart offrait à l'oeil exercé, la clarté de la disposition, la belle répartition des groupes d'instruments, la conduite spirituelle et riche en sinuosités de la ligne mélodique. (MANN, 1950, p.91)

La qualité de l'édition de la partition peut grandement faciliter la lecture, à l'image d'un plan bien conçu, où d'un seul coup d'oeil, nous pouvons reconnaître et comprendre les articulations de l'oeuvre, par la clarté de ses répartitions spatiales, la netteté de ses lignes, les groupements redondants mis en valeur.

> Many of the difficulties involved in reading, however, may be attributable to faults in the score itself, and not the reader. (...) There has been little research on factors of presentation in musical text which affect the ease and speed of reading, although practically every musician has come across examples of presentation practices which have seriously upset his reading performance. (...) How big should a stave be? Are clef changes preferable to ledger lines? How wide should a page of music be, and how many notes to the inch should a line contain on average? What is the best shape for note-heads? How thick should stems be, and how high should they be? (SLOBODA, 1978, p.16)

Alors que dans un texte, l'auteur dispose de multiples moyens typographiques pour faire ressortir la structure de son texte: titres, paragraphes, marges, polices de caractères, tailles de caractères, souligné, gras, italique... le compositeur est bien plus limité dans ses choix de présentation :

> Der Notenstecher kann nicht wie der Schriftsetzer unter den vielen Letterformen die wählen, die den Inhalt und Rhythmus des Textes besonders lebendig machen. Die Form der Einzelnote lässt keine Varianten zu. Daher muss er versuchen, durch eine übersichtliche Gruppierung horizontaler oder vertikaler Einheiten Notenbilder zu schaffen, die zugleich eine Ahnung vom Charakter der Musik vermitteln. Je mehr er von Musik versteht, desto besser wird ihm die Aufgabe gelingen. Ubersichtlichkeit ist oberstes Gebot. Der Taktraum ist der Leseschwierigkeit anzupassen, d.h., er darf weder zu weit, noch zu eng sein, auch nicht willkürlich die Dimension verändern. In polyphonen Stücken müssen die Fäden des Stimmengeflechts leicht zu verfolgen sein. Die Anzahl der Zeilen pro Seite sollte nicht über sechs hinausgehen, damit sich ein gutes Gesamtbild ergibt. (HERMANN, 1971, p.85)

Structure des portées

Non seulement le contenu d'une portée mais aussi l'agencement de ce contenu sont sensiblement différents et soutiennent mal la comparaison avec une ligne de texte, PICK, UNZE & all. (1982) répertorient ci-dessous les principaux points de divergences :

> In spite of the fact that both music notation and alphabetic text have structure that skilled readers use, there are some differences between the

> two representational systems. For example, the elements of the two systems are different. Letters have several distinctive features, and most children have relatively difficulty distinguishing among the members of the set. The notes of music have considerably fewer distinctive features; notes representing different pitches vary basically along just one dimension - vertical height on the staff. Further, there is a straightforward relation between that dimension and the variations in pitch that it represents, whereas the relation between letters and the speech sounds they represent is obviously not simple and unidimensional. In addition, many musical instruments are constructed so that there is a direct spatial relation between where notes are played and the notation that is read, e.g., the case of a keyboard instrument where the left-right spatial dimension corresponds to relative height on the staff. This too is different from the case of alphabetic text where there is no simple relation between the system of features that distinguished among letters and their corresponding sounds. (PICK, UNZE, METZ, RICHARDSON , 1982, p.34)

Le positionnement des notes sur la portée respecte des lois relativement souples qui s'éloignent des modes rigoureux de représentation métriques à l'échelle comme des cartes topographiques ou des graphes à deux axes (abscisse et ordonnée) avec lesquels on pourrait trouver quelque parenté : l'axe vertical (ordonnée) de la partition étant réservé à la localisation spatiale et l'axe horizontal (abscisse) renvoyant à la représentation du temps[1]. La distance horizontale entre deux notes ne représente qu'un indice relativement peu fiable des temps relatifs auxquels elles devront être jouées, mais d'autres relations spatiales à l'intérieur de la portée préfigurent des correspondances stables, p. ex. trois notes superposées et espacées verticalement à intervalles donnés représentent un accord facilement identifiable.

Le pont qui mène de la réalité musicale acoustique à sa représentation écrite est étroit, nous verrons qu'il échantillonne au passage le flux continu d'informations en unités discrètes (voir chapitre 4), celui qui relie la notation à l'instrument est certes moins sélectif : toutes les taches noires et blanches de la portée trouvent leurs exactes correspondances parmi les touches du clavier. Cependant, sur les douze tons de la gamme chromatique, il n'y en a que sept qui ont leur place réservée sur la portée, les cinq autres sont défavorisées, comme "entre deux chaises" et qualifiées d'altérées, elles n'ont pas leur identité propre. Cette discrimination arbitraire sur la portée n'a pas d'équivalent sur l'instrument, au contraire, si les dièses et les bémols sont perçus comme indicateurs de complications dans la partition, les touches noires du piano sont plutôt bien "vues" et aident au positionnement des mains sur le clavier.

> Unsere Notenschrift ist eine C-dur Schrift. Das heisst, die Noten ohne zusätzliche Zeichen geben nur die weissen Tasten von c bis h wieder. Jede schwarze Taste fordert ein Kreuz oder Bee, entweder vor der Note oder am Zeilenanfang. Damit wird das Bild etwas komplizierter und erschwert dem Anfänger das Lesen. Diese Erwägung scheint den Beginn mit C-dur zu rechtfertigen. Die Hand jedoch, die sich ausschliesslich auf weissen Tasten bewegt, hat keinerlei orientierende Stütze. (HERMANN, 1971, p.58)

[1] voir en annexe, la représentation de notes dans un graphe à l'échelle et les correspondances d'une notation standard du même contenu sous forme de partition.

Cette échelle de la portée basée sur la gamme de do majeur, est un compromis qui conduit à quelques conflits perceptifs flagrants en donnant aux échelons des valeurs différentes, ils brisent par deux fois au moins l'analogie espace vertical et hauteur du son (p. ex. les intervalles demi-ton entre mi-fa et si-do). Quelques chercheurs ont tenté de modifier cette structure, tant dans ses dimensions verticales qu'horizontales, pour rapprocher l'écriture de l'intuition du lecteur.

Expérimentations sur la présentation des relations

Une première série d'études à la suite de WHEELWRIGHT en 1939 se sont attachées à modifier la présentation du rythme dans la partition :

> The studies of three other researchers are especially significant for the present concern because they represent attempts to increase the clarity of rythmic relationships by making music notation more logical. Wheelwright (1939) found that patterns of notes are perceived with more accuracy when spaced in ratio to their represented time values, than when they are traditionally printed. Kendall (1966) developed a "sausage notation" in which note heads were elongated according to their duration. Osborn (1966) pointed out that the representation of Kendall's note durations was only approximate, the measure lines were not equidistant, and the positions of the individual beats within the measure were not indicated. He proposed a modification of Kendall's notation that would eliminate these shortcomings. Kendall and Osborn's notations are intended primarily as an introductory method for beginners, with the inference that they are more logical than conventional notation in their mode of presentation. (GREGORY, 1972, p.462-463)

> The study sought to identify error differences resulting from four different representations of rythmic stimuli : in notation spaced conventionally in regard to rythm, notation spaced conventionally in regard to rythm but with the beats indicated, notation spaced in proportion to its rythmic duration, and notation incorporating stemless note heads elongated in proportion to the notes' durations. (GREGORY, 1972, p.463)

Les premiers résultats de WHEELWRIGHT ne sont pas surprenants, mais ils ne sont pas directement applicables dans l'édition professionnelle de partitions, subissant les contraintes de coûts de production en fonction de l'espace utilisé et de la quantité de feuilles nécessaires.

Une autre recherche s'est intéressée à l'apprentissage chez des enfants de la relation verticale des notes écrites sur une portée et la disposition de ces notes sur un clavier : les auteurs ont travaillé sur un matériel simplifié qui faisait ressortir une correspondance intuitive et logique de la hauteur des sons et de leur localisation sur l'instrument. Ils ont pris soin de noter le caractère systématique de la relation représenté-représentant, propre à la dimension sur laquelle ils ont testé ces enfants.

> It has been demonstrated that one aspect of the notation structure can be perceived and used immediately by beginning readers. Of course, much more than pitch information is represented in music notation -rhythm, tempo, dynamics, etc. However, the form in which these aspects are represented varies greatly in its relation to the music itself. For example, the notation for rhythm is related less systematically (although still consistently) to the aspect of music that it specifies than is the case for the notation for pitch. The notation for dynamics and tempo is even less

> systematic. In order to understand the course of learning to read music, it will be important to consider these various forms in which information about music is preserved and represented in notation. Variations in the arbitrariness or systematicity of the relation between the representational information and the music specified suggest hypotheses about the course of learning to perceive and use the representational system. In particular, it can be predicted that children will perceive sooner those equivalences that are systematic, and that the more arbitrary the equivalence, the more difficult will be its detection and learning. (PICK, UNZE, METZ, RICHARDSON, 1982, p.45)

Dans cette expérience, les notes avaient été présentées soit une à une, hors contexte, soit toutes ensembles; les résultats mettent en évidence chez ces enfants, la mise en place de processus d'identifications précoces, - aux premiers jours de l'apprentissage de la lecture -, de relations "relatives" entre les notes et non pas de leurs positions absolues. Etonnamment, ces enfants ont ainsi déjà découvert d'eux-mêmes et très tôt dans ces conditions expérimentales contrôlées, une fonction transcendante à la portée, en fait, qu'une note n'a de sens que dans sa mise en relation avec d'autres notes.

Les expériences que nous venons de mentionner ont tenté de faire varier une seule dimension du message et de voir les conséquences sur la perception du lecteur; dans la réalité de l'écriture musicale, les relations qui doivent apparaître ne sont pas unidimensionnelles (il ne s'agit pas que de relations rythmiques ou de hauteurs tonales). L'écriture de la partition procède d'abord d'un échantillonnage[1] des éléments pertinents du message musical suivant un seuil fixé de l'unité signifiante minimale de référence (quantification).

Segmentation de l'écriture en unités

Une partition musicale est une division du temps et de l'espace sonore (et visuel dans l'écriture) en "unités" comme nous l'avons déjà suggéré. Ce découpage peut se constituer de tranches larges ou au contraire d'unités fines, d'égales grandeurs ou de proportions variées. Nous verrons au chapitre 9 les variations des dimensions d'une *unité signifiante*.

> Nous savons, par la considération des écritures par exemple, que plusieurs formes de segmentation existent. Les écritures alphabétiques renvoient à une segmentation à deux niveaux, lettres (y compris le signe intervalle) et mots, correspondant approximativement aux deux niveaux d'articulation distingués par les linguistes. On peut considérer que les écritures idéographiques, comme l'écriture chinoise, correspondent approximativement à une segmentation directe en unités lexicales. (BRESSON, 1987, p.950-951)

Quelle est la taille critique d'un segment de l'écriture musicale en dessous de laquelle le message est illisible et en dessus de laquelle il est tronqué? Il s'agit bien d'un compromis, cette fois dans les mains du compositeur-écrivain.

A titre d'illustration de notre propos, nous pouvons trouver plus d'une similitude entre l'écriture musicale et la sténographie, où des groupements sonores sont condensés et l'unité lettre disparaît totalement au profit du phonème, de même, une note représente en réalité une fréquence composée d'harmoniques diverses qui révèlent le timbre de l'instrument. Si le compositeur s'était obstiné à écrire

[1] voir les procédés de quantification et d'échantillonnage aux chapitres 4 et 9.

exactement toutes les harmoniques qu'il souhaitait entendre à un moment précis, la complexité de l'écriture serait telle que personne ne serait capable d'exécuter son oeuvre. Paradoxalement, la qualité d'une interprétation dépend tellement du dosage infinitésimal de ces timbres, qui ne sont pourtant pas du tout écrits!!!

3. MOUVEMENTS DES YEUX - FIXATION - EMPAN

Fixations, saccades et régressions

> Les mouvements oculaires procèdent toujours par saccades, l'information étant recueillie principalement aux arrêts, pendant les temps de fixation. La majeure partie du temps, les yeux sont stationnaires et restent fixés sur un point ou un autre du texte. Chaque fixation dure entre une centaine de millisecondes et quatre à cinq cents millisecondes. Les saccades, elles, ne durent que quelques dizaines de millisecondes. On constate donc que le regard est en fait immobile pendant les neuf dixièmes du temps passé à la lecture. (...)
>
> Fixations, saccades et régressions permettent d'évaluer le degré de difficulté de la lecture, car plus le texte est difficile pour le lecteur examiné, plus les fixations durent longtemps, les saccades sont petites, et les régressions sont nombreuses. (LEVY-SCHOEN et O'REGAN, 1989, p. 746-749)

L'enregistrement des mouvements oculaires réalisé lors de la lecture de texte montre qu'un lecteur expert effectue de nombreuses fixations mais de brève durée, avec peu de régressions; tandis qu'un lecteur lent présentera des fixations plus longues et moins espacées les unes des autres, ainsi que plus de régressions. Ces résultats concordent avec ceux de HAMMER :

> Hammer (1976) mentions the lack of eye movement as a clear indication of poor sight-reading ability. (DECUIR et MARANTO, 1979, p.660)

tandis qu'ils sont partiellement contredits avec ceux de SCHMIDT, dans cette recherche sur les mouvements oculaires de sujets flûtistes :

> Sight-reading expertise of the subjects significantly affected the mean number of eye regressions per second. However, sight-reading expertise did not significantly affect either the mean number of eye fixations per second, or the mean duration of the eye fixations and the eye regressions. (SCHMIDT, 1981)

SCHMIDT ne dit pas si les mouvements oculaires de ses sujets "non-experts[1]" allaient, chaotiques, dans tous les sens, à la recherche désespérée du ...temps perdu. Dans ce cas, nous pourrions simplement expliquer les différences non significatives constatées. En effet, nous verrons plus loin dans ce chapitre, que les mouvements des yeux du lecteur expert obéissent nécessairement à des règles, - tactiques et stratégiques, selon LEVY-SCHOEN. SCHMIDT s'est contenté de comptabiliser et de chronométrer les mouvements oculaires de ses sujets, il ne s'est pas préoccupé de localiser précisément les points de fixations et d'estimer leurs pertinences (voir "d'un point de fixation à l'autre").

Ces données ne laissent présager aucune indication ni sur la quantité, ni sur la qualité des informations recueillies à chaque fixation. Par contre, les recherches

[1] rappelons que le terme "expert" est utilisé dans ce travail souvent de façon allusive aux travaux de CHASE et SIMON (1973b), nous avons dit qu'il n'est véritablement pas d'expert en lecture à vue, au sens où les procédures développées chez eux (proficient readers) seraient plutôt de l'ordre des automatismes fonctionnels que du registre de la métaconnaissance de la tâche.

entreprises par BEAN, en 1938 déjà, portaient sur la mesure de la capacité moyenne d'informations retenue lors d'une seule fixation visuelle de fragments variés d'une partition, présentés au tachistoscope.

Tachistoscope : l'empan d'une seule fixation

> (...)BEAN (1938) presented notated melodies to adults tachistoscopically, at durations that allowed only one fixation, and he assessed how much of the melody could be read and played. (PICK, UNZE, METZ et RICHARDSON, 1982, p.33-34)

> Bean performed two experiments with 50 and 24 subjects, respectively. In the first, he presented subjects with tachistoscopic flashes of three types of music melodic (one line), polyphonic (more than one line), and harmonic (groups of chords). Bean measured the speed and accuracy of recall when subjects were asked to play the visual presentations on the piano. At the same time, he established the mean number of notes that each subject could play back correctly. (...) divided in two groups nonprofessionals and professionals. For the 30 nonprofessionals, mean recall was about three notes per presentation for melodic music and two notes for polyphonic. For the ten professionals, mean recall was almost five notes per presentation in both categories. Bean accounts for the differences in recall between the two groups on the basis of reading strategies. Of the ten professionals, eight were "pattern-readers" according to Bean; many of the nonprofessionals read the music note-by-note. (WOLF, 1976, p.151)

Une seule fixation visuelle, comme nous le verrons plus tard, ne suffit cependant pas à repérer un "pattern" en situation réelle de lecture à vue - au contraire des conclusions de BEAN : son plan expérimental ne lui permettait pas de l'affirmer, il nous faut cependant relever la justesse de son intuition quand il caractérise ses sujets experts de "pattern-readers". L'identification du *pattern* tel que nous le définirons au chapitre 9 va nécessiter plusieurs points de fixations visuelles. Le nombre de cinq notes nous semble quelque peu éloigné de la réalité musicale, puisqu'il porte sur l'identification de notes (pitches) dénudées d'indices rythmiques et disposées suivant des intervalles spatiaux trop réguliers.

Nous pourrions nous livrer ici à un petit calcul sur la base de quelques chiffres tirés de ces résultats : d'abord, BEAN trouve une moyenne de 5 notes en une seule fixation visuelle, si ce temps de fixation est d'environ 200 millisecondes tel que mesuré par LEVY-SCHOEN, nous en déduisons une capacité théorique maximale de 25 notes à la seconde dans le cumul de 5 fixations. Nous verrons dans notre expérimentation dans une tâche comparable avec des notes sans rythme, que ce résultat théorique est très éloigné du débit de notes qu'un lecteur expert confronté à une vraie partition en lecture à vue est capable d'assurer[1]. Le score de BEAN rend compte de la capacité du *registre d'information sensorielle* en situation de *rappel libre*, nous verrons cependant que la tâche de lecture à vue fait essentiellement appel aux capacités de traitement de la mémoire à court terme (voir chapitre 8). Si BEAN avait présenté successivement à ses sujets 5 fragments, toujours avec les même temps de présentation, il n'aurait évidemment pas obtenu 5 x 5 notes lors du rappel total.

[1] nos résultats montrent des pointes de moins de huit notes justes à la seconde

Ces travaux nous rappellent ceux de SPERLING en 1960, sur la capacité de la mémoire *iconique*, dans des conditions expérimentales très similaires, mais en plus avec la méthode de *rappel indicé*, vingt ans après BEAN. Dans la situation de *rappel libre*, sur les trois rangées de trois caractères indépendants, SPERLING avait aussi obtenu une moyenne de 4 à 5 réponses correctes. Nous retrouvons en 1989 dans la recherche de LEVY-SCHOEN, trente ans après SPERLING, cinquante ans après BEAN, des résultats tout à fait comparables, mais à l'aide d'un appareillage différent (lunettes à diodes reliées à un moniteur d'ordinateur) :

> (...) si les lettres n'ont aucun lien entre elles, seules trois ou quatre lettres d'une ligne sont clairement identifiables en une seule fixation. (...) (LEVY-SCHOEN et O'REGAN, 1989, p. 747)

De 3 à 5 éléments distincts saisis en une seule fixation visuelle : une similitude existe bel et bien entre la fixation visuelle de notes et celle de lettres. Pourtant les lettres sont en principe adjacentes, donc plus rapprochées entre elles que des notes, plus resserrées dans le champs fovéal du point de fixation (voir les figures ci-dessous). Nous pourrions donc nous attendre à un taux de reconnaissance supérieur dans le cas des lettres. Mais comme nous l'avons déjà mentionné au chapitre précédent, les lettres en rapport aux notes se composent d'un plus large éventail de traits distincts qui dessinent chacun des caractères selon un arrangement type. Nous savons d'après diverses études qu'il peut en découler diverses confusions soit lors de la reconnaissance, soit au cours du rappel, et aussi bien au niveau de la forme (l et t p. ex.) que du codage (confusion acoustique entre c et t, par ex.). Les scores des résultats que nous avons mentionnés ne rendent pas compte d'analyses plus qualitatives, d'autres variables dépendantes qu'il faudrait considérer, comme par exemple, quelles caractéristiques des cartes stimuli induisent systématiquement quels types d'erreurs chez les lecteurs, quels écarts par rapport aux réponses correctes mais aussi quels liens (codage visuel ou acoustique?) avec la réponse correcte?

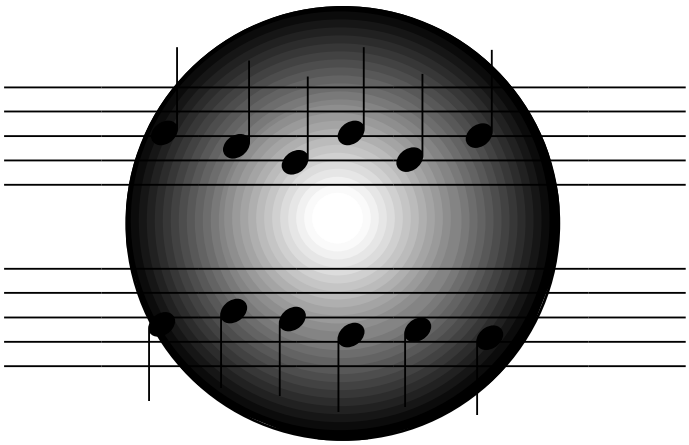


Fig. 1 Illustration du champ de la vision fovéale de deux portées d'après l'expérience de BEAM (1938)

De plus, il ressort de la deuxième phase de l'expérimentation de SPERLING *(technique de rappel partiel ou indicé)* que les sujets avaient saisi en fait non pas seulement 4 ou 5 lettres éparses de la carte stimulus mais toutes les lettres, c'est-à-dire 9! Ces résultats ne sont pas contradictoires avec ceux de LEVY-SCHOEN, pourtant trois fois supérieurs. LEVY-SCHOEN a pris ses mesures

sur une seule ligne de texte, dans la situation habituelle de lecture, tandis que SPERLING avait disposé ses caractères sur trois lignes superposées. Les résultats de SPERLING montrent qu'en une seule fixation oculaire, le sujet est capable de saisir les 9 caractères. Ce mode de présentation verticale est plus proche d'une partition musicale, où les notes sont aussi disposées les unes sur les autres. Il est donc probable que BEAN aurait aussi obtenu des scores supérieurs avec la technique de rappel partiel. SPERLING a bénéficié de la saisie circulaire de la fovée, autour du point de fixation au centre de la carte (voir la figure) tandis que LEVY-SCHOEN ne faisait appel qu'à l'empan de l'axe horizontal.

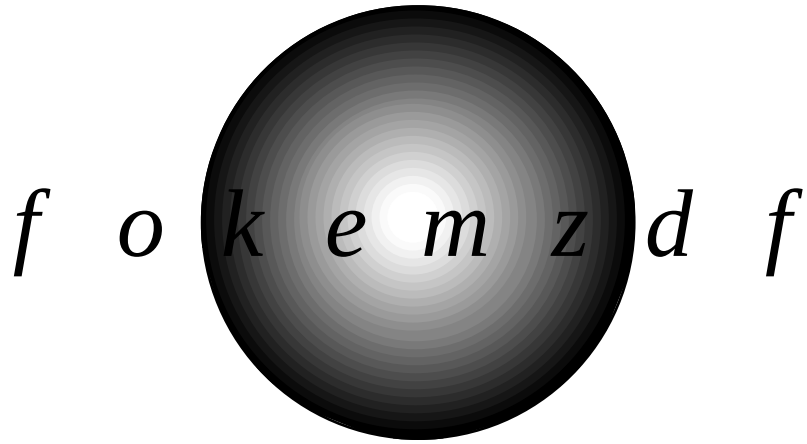


Fig. 2 Illustration du champ de la vision fovéale des mêmes lettres espacées pareillement mais disposées sur une seule ligne, selon l'expérience de LEVY-SCHOEN (1989) : 3 à 4 lettres visibles en une seule fixation

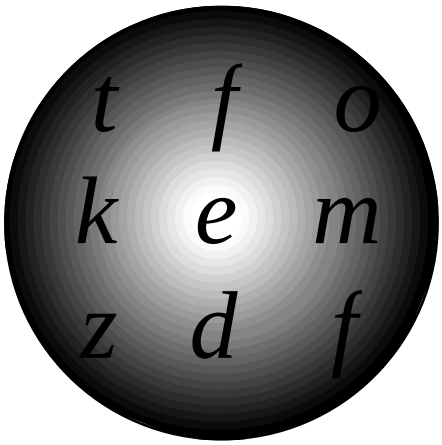


Fig. 3 Illustration du champ de la vision fovéale dans l'expérience de Sperling (1962) : 9 lettres visibles en une seule fixation

D'un point de fixation à l'autre

Qu'est-ce qui, dans la partition, dirige le regard dans ses déplacements d'un point précis à un autre?

Quelques règles de déplacements

Les mouvements exploratoires du regard lors de la lecture obéissent d'une part, à certaines règles générales de l'écriture (p. ex. de gauche à droite) et d'autre part, ils suivent des pistes singulières orientées par quelques indicateurs (p. ex. marques de segmentations).

> (...)une stratégie globale incite le regard à se déplacer d'un mot au suivant, vers la position présumée optimale. Cette stratégie est économique parce qu'elle ne se base que sur des indices visuels faciles à extraire (début et fin des mots). Mais, on l'a vu, elle peut amener à des visées inefficaces. Dans ce cas, un ensemble de tactiques locales de récupération permet alors d'interrompre ce mode de fonctionnement et de réajuster la visée en fonction d'un traitement plus élaboré des informations visuelles et linguistiques recueillies.(LEVY-SCHOEN et O'REGAN, 1989, p.752)

En cela, les études faites sur les mouvements oculaires des joueurs d'échecs montrent aussi que les visées successives des fixations visuelles dérivent de règles tactiques définies. Les endroits où se posent les regards du joueur ne sont pas tirés au hasard, SIMON et BARENFELD semblent avoir décelé quelques règles qui président à des choix conscients :

> In Simon and Barenfeld's experiment, the actual eye movements of chess players were recorded. Fixations occurred around pieces of tactical significance (attacking, defending, attacked, defended) and involved the perception of relations between pieces on the board. The sequence of fixations indicated that no piece was fixated on (except the first) unless another piece, fixated immediately prior to it, stood in some significant relation to it. (...) Future fixation points are always visible peripherally from the fixation points which immediately precede them. (WOLF, 1976, p.154-155)

Les relations entre les notes se lisent à plusieurs niveaux et selon de multiples dimensions pas seulement spatiales, sans doute irréductibles à de simples renvois linéaires et séquentiels, de l'une vers la suivante, nous y reviendrons. Nous n'aborderons pas ici la nature centrale des *relations entre les notes* (voir chapitre 9) étroitement liée à notre définition du *pattern* où nous reprendrons à ce propos, le "guidage" de type top-down (dirigé par concepts) du regard.

Le point de vue de la vision périphérique

Jusqu'ici, nous avons traité des caractéristiques de la vision fovéale, elle n'est cependant pas seule à intervenir lors de la lecture: les événements qui surgissent de l'ombre de la vision périphérique contribueraient aussi aux choix des différents tracés suivis par le regard.

En effet, la vision périphérique supplée à la relative pauvreté du contenu saisi en vision fovéale, elle permet aussi l'économie de multiples fixations hasardeuses en quête d'informations complémentaires, ou d'un point d'ancrage consistant; pourtant, elle ne "fait pas dans le détail", ainsi, pour optimiser ses performances, elle nécessite que les marques de segmentations ressortent clairement du texte ou de la partition (cf. le soin de l'écriture au chapitre précédent). Dans l'ombre ou le flou qui la caractérise, la vision périphérique ne sera à même de distinguer que des formes grossières et bien marquées que le lecteur pourra ensuite viser presque... les yeux fermés.

Les données de SPERLING pourraient donner raison à WOLF que nous citons après, mais sur la base de ses interviews de lecteurs experts, il ne nous convainc pas : nous doutons que la vision périphérique puisse se substituer totalement à des fixations alternées sur les deux portées de la partition pour piano. Les mouvements oculaires ne suivent probablement pas une ligne virtuelle située quelque part entre les deux portées (voir SLOBODA, 1985, p.102), d'une part parce que la qualité du champ fovéal d'exploration serait "sous-alimentée" - car ne reposant sur "rien de consistant" : les marques de segmentations et les noyaux d'informations régnant entre les lignes des portées attirent le regard, magnétisent son attention. D'autre part, ce serait aussi étendre démesurément le champ fovéal ou alors prêter à la vision périphérique des fonctions trop subtiles d'extractions des caractéristiques du stimulus.

> For a pianist, peripheral vision is of additional importance for it allows the eye to take in the span of two clefs without requiring additional fixation points : "When you read music, you see them (the staffs) both simultaneously.(...) For the sight-reader, too, peripheral vision serves to locate significant clusters of notes on which the eye will fixate: (...) (WOLF, 1976, p.154)

Nous suggérons un plan expérimental "à la" SPERLING (rappel partiel et rappel libre), avec le contrôle de l'effet de la présentation de notes sur deux portées en faisant varier la distance entre les portées, un temps de présentation varié de 100 à 500 ms et peut-être un contrôle de la fréquence des mouvements oculaires en fonction du temps de présentation.

Voir en avant

A quel moment l'oeil va-t-il être libéré de son point d'attache ? Où se situent les mouvements oculaires par rapport à ce qu'est en train de jouer le lecteur?

Nous nous trouvons à nouveau en désaccord avec les "introspections" de WOLF car elles contiennent pour le moins, un malentendu :

> In sight-reading, hearing the music appears to provide a kind of verification mechanism. It allows the musician to make sure that the transfer of information from eye to fingers has gone smoothly and accurately, and it releases the eye to move to the next significant cluster (...) (WOLF, 1976, p.154)

En aucune façon les yeux ne seraient tenus d'attendre le son avant de poursuivre leur exploration (voir 5 et 10) : les impératifs de temps ne le permettent pas!

Sur cette question, la recherche de SLOBODA (1974) sur l'empan "yeux-mains" (*eye-hand span*) a montré que le temps du "joué" et celui du regard sont décalés d'au moins quelques notes et jusqu'à 7 notes chez des lecteurs experts, nous en déduisons qu'il s'agit là de la récolte amassée lors de plusieurs fixations visuelles, compte tenu du temps réel nécessaire pour jouer ces 7 notes au tempo, en rapport au temps de fixation visuelle moyen de 250 ms. Ce score peut paraître étonnamment bas en regard de ceux obtenus par BEAN (5 notes par fixation chez les experts), mais il faut se rappeler que ses résultats portaient sur un matériel simplifié et avec des temps de présentation extrêmement plus réduits. Nous verrons qu'il a trait aux limitations de la MCT (voir le chapitre 5).

> A standard method of estimating the amount of preview in normal reading, and thus by inference the capacity of short-term memory store,

> involves measuring the "eye-voice span". This technique, and a modification of it suitable for application to music reading, has already been described in this journal (Sloboda, 1974). It was shown that better readers had larger spans for single line melodies. The best reader had a span of 6.5 notes, whereas the poorest reader had a span of only 3.5notes. So the common advice to "look ahead more" seems to be enacted by proficient readers. (SLOBODA, 1978b, p.12)

Le regard prépare le terrain en quelque sorte, aplanit les éventuelles embûches, de manière à ce que la langue ne fourche pas, ni les doigts ne s'emmêlent, que la fluidité de l'action soit préservée avant tout. Pour que cela se réalise, le lecteur force non seulement ses yeux à aller de l'avant, mais il exploite tout le potentiel de sa vision, aussi bien périphérique que fovéale. La vision périphérique engloberait un champ de près de 240 degrés : elle distingue ainsi suffisamment les doigts, si besoin est, sans nécessiter un déplacement coûteux du regard vers le clavier dans le but d'assurer un changement de position.

> Das gibt eine Anderung des Blickwinkels um etwa 45 Grad, und das 15 bis 20 mal in der Minute. Also in der Weise: Noten - Tasten - Noten - Tasten wobei es oft passiert, dass der nächste Notenort nicht gleich gefunden wird. Und diese unsinnige Strapaze soll zu einem fliessenden Spiel führen! (HERMANN, 1971, p.26)

Aller de l'avant ne suffit pas si l'on ne se fixe des objectifs et si l'on n'essaye pas de savoir d'avance ce que l'on pourrait y trouver. Qu'est-ce que l'on doit chercher, sur quoi doit porter notre attention, qu'est-ce que l'on va probablement trouver? Les techniques de lecture rapide puisent dans ces questions une bonne part de leur stratégie et de leur efficacité. Il serait bon d'évaluer l'opportunité de leurs applications dans la lecture à vue de partitions.

Lecture rapide

> Certains lecteurs sont capables de parcourir un texte très rapidement et - chose importante qu'on oublie parfois de prendre en compte - ils parviennent à le comprendre et à le mémoriser aussi bien et parfois mieux qu'un lecteur beaucoup plus lent. Une analyse de ce type de performances montre que c'est par une réduction importante du nombre de fixations (par rapport au nombre total, et non à la seconde!) que le gain de temps est réalisé, et aussi, dans une moindre mesure, par une certaine réduction de la durée de chacune de ces fixations. Un lecteur lent, par contre, se caractérise généralement par le grand nombre des régressions qui ramènent son regard en arrière sur le texte. (LEVY-SCHOEN et O'REGAN, 1989, p. 748)

La double contrainte de l'articulation de toutes les notes et du tempo imposé, pourrait signifier a priori la contre-indication d'un quelconque dérivé des techniques de lecture rapide pour la lecture à vue de partitions, voire même trouver la question incongrue car ces techniques ne visent surtout pas à renforcer la qualité prosodique d'un texte déclamé à haute voix. Cependant, lors d'un aperçu préalable à l'exécution d'une première lecture de la partition, il nous apparaît comme nécessaire et pertinent d'opérer quelques repérages en diagonale des portées. En quelques coups d'oeils lancés sur la partition, le lecteur expert aura anticipé les points chauds et tracé sa représentation de la structure générale de l'oeuvre. Avant de se jeter corps et âme dans le feu de l'action, il aura su apprécier d'un peu plus loin les esquives et l'issue du combat.

4. ECHANTILLONNAGE, TEMPS et ESPACE

L'écriture n'est pas analogique

> Toute configuration temporelle ou spatiale d'une forme mesurable d'énergie, donc, en particulier, tout message, recèle en soi une double infinité : celle du nombre d'instants (ou de points) entre deux instants (ou deux points) pour lesquels la configuration est définie, et celle du nombre de valeurs que la configuration prend entre deux valeurs données. Le stockage et la retransmission telle quelle du message nécessite, par conséquent, la reproduction du flux d'énergie sur un support physique aussi flexible que celui d'origine. Ce traitement analogique de l'information ne peut être fait convenablement que par des machines (appareils photographiques, enregistreurs magnétiques, etc.). Avec quelques exceptions remarquables (les faux monnayeurs, les imitateurs, etc.), les êtres vivants, bien que capables de produire et de recevoir au niveau sensoriel des messages continus, se montrent singulièrement défaillants lorsqu'il s'agit de manipuler ces mêmes messages dans la modalité analogique. Chez l'homme, la première et la plus importante réponse à cette difficulté a été le développement du langage, doublé plus tard par celui de l'écriture. (VIVIANI, 1987, p.1681)

Le flux énergétique du message musical contient aussi une quantité infinie d'informations, la partition qui le représente résulte en fait d'un découpage grossier de ce flot continu : des valeurs ont été attribuées aux notes selon un choix très pragmatique de quantifications, à seule fin de rendre mesurables les rapports de temps et d'espace entre ces notes. Ces mesures relatives doivent être aisées à lire et puisqu'il s'agit essentiellement de rapports, de proportions, - et non de mesures absolues; l'unité de mesure étalon de l'échelle de référence sera choisie selon un seuil de différenciation significatif entre deux notes différentes (intervalle de demi ton de la gamme chromatique pour la dimension du son, croche, double, triple ou quadruple croche pour le temps). Cette "double infinité du message musical" s'illustre par exemple dans le *timbre* - une seule note se compose en fait d'une multitude d'autres, dites "harmoniques", qui donnent la couleur de l'instrument - et *l'attaque*, qui varie aussi d'un instrument à l'autre; ainsi, une note écrite sur une partition est déjà, à elle seule, une représentation extrêmement condensée et tronquée de la réalité sonore. (voir illustrations)

La traduction du message musical d'un mode analogique en une succession d'échantillons - configurations spatio-temporelles - est établie par le compositeur au moment de l'écriture, nous allons examiner maintenant en quoi elle consiste. Nous verrons plus loin, qu'une des clés de l'expertise en lecture à vue serait de retrouver la flexibilité des pas d'échantillonnage adoptés par le compositeur au fil de l'écriture.

Echantillonnage et écriture

> Le message physique ne trahit en rien sa nature combinatoire, qui ne peut être récupérée par le receveur qu'en intervenant activement sur la donnée sensorielle brute. Cette intervention est un exemple particulièrement intéressant, parce que particulièrement complexe, d'un procédé général - l'échantillonnage - "feature extraction" (...)qui consiste à résumer une configuration continue, dans le temps ou dans l'espace, par un nombre

> fini de configurations discrètes (échantillons), chacune d'elles dépendant exclusivement des propriétés locales de la configuration de départ. Nous verrons, plus tard, que, dans cette acception générale, l'échantillonnage est à la base de la prise d'information. (VIVIANI, 1987, p.1682)

La naissance de l'écriture ne se suffit pas d'un échantillonnage systématique et rigide[1] d'indicateurs stables à même de résumer au temps *t* l'état des variables considérées d'une configuration discrète (échantillon) en regard des temps *t-1* et *t+1*. Nous connaissons les difficultés de l'homme à stocker et à manipuler l'information dans un mode analogique telle qu'elle se trouve un bref instant dans le registre d'information sensorielle (RIS)[2], le stockage en mémoire à plus long terme (au-delà de 250 ms) et par analogie l'écriture qui constitue à l'origine une réponse au problème de stockage, nécessite une organisation codée de l'information qui soit adaptée aux propriétés du contenu de *l'input* et de la tâche et qui supporte la correspondance avec une variété de modèles de représentations personnels: l'écriture de l'information musicale est destinée à l'exécution sur l'instrument, si possible en temps réel, et pour ce faire, elle doit aussi viser l'adéquation à des modèles possibles[3] de représentations des lecteurs-exécutants et non pas à garder une trace extrêmement fidèle de la réalité sonore originelle (comme ce serait l'objectif pour l'enregistrement d'un disque).

> La prise d'information comporte donc nécessairement la réduction de l'univers phénoménal continu, avec sa structure spatio-temporelle, à l'univers représentationnel discret qui n'a pas cette structure. L'échantillonnage est précisément l'interface entre ces deux univers et, en tant que tel, il fait partie intégrante de tout mécanisme de prise d'information. Il convient, par conséquent, de distinguer soigneusement les modèles de représentation[4] des modèles d'échantillonnage. (VIVIANI, 1987, p.1687)

Nous assistons dans la lecture à l'interaction entre le modèle d'échantillonnage de l'information musicale originelle adopté par le compositeur pour l'écriture et les modèles de représentation du lecteur. Ainsi, une priorité de l'écriture musicale est de *marquer* les formes rythmiques et tonales qui composent le sens de la musique, qui puissent s'imbriquer dans la construction d'un modèle de représentation cohérent pour le lecteur, comme nous l'avons déjà suggéré auparavant.

Nous pouvons condenser et varier la forme d'un texte tout en y gardant le fond, donc sans perdre l'essentiel du message; en musique, bien au contraire, il s'agit de compromis : si nous élaguons la forme, c'est au risque d'y perdre le *sens* musical.

---

[1] cf. l'adaptation de la taille du pas d'échantillonnage au point suivant de ce chapitre

[2] il en était question à propos des fixations visuelles

[3] de taille et de complexité raisonnables

[4] schème et signifié (domaine opératif) vs. signifiant (instrument figuratif) = modèle d'échantillonnage

La taille de l'échantillon

Moduler le pas d'échantillonnage

Si le compositeur adoptait pour la notation un pas d'échantillonnage fixe (comme par exemple les 24 images par seconde dans le cinéma, c'est-à-dire des pas de 42 ms) et déposait sur le papier la succession chronologique d'états de configurations, et donc sans tenir compte des changements d'états significatifs, les structures de formes (rapports) seraient difficilement repérables et mesurables, parce que décomposées trop finement et segmentées non pas en fonction de changements significatifs des configurations, mais en fonction du temps écoulé tous les pas définis a priori. Encore une fois, ce sont les rapports qui fondent l'information pertinente du message, et non pas un découpage infinitésimal temporel des changements de configurations spatiales.

Aussi, comme nous le verrons au chapitre 9, en situation de lecture à vue, le lecteur devrait adapter ses pas d'échantillonnage aux formes rythmiques de la musique - et bénéficier des segmentations opérées par le compositeur dans la notation - et non pas rester rivé à une fréquence d'échantillonnage calquée sur le tempo et appréhender toute forme musicale comme un multiple ou un dérivé complexe d'une unité étalon (triple ou quadruple croche).

> Le pas d'échantillonnage dépend toujours du modèle d'échantillonnage correspondant et, pour le même modèle, peut changer d'un segment à l'autre. Plus la complexité du modèle d'échantillonnage augmente, plus il devient intéressant de moduler le pas en fonction de l'approximation locale à la configuration en exploitant ainsi à fond le potentiel de synthèse de cette complexité. Lorsqu'on a affaire à un message structuré par un double système d'oppositions, un découpage tant soit peu efficient doit être capable de s'adapter au moins à ses articulations syntagmatiques du premier ordre. Quelques efforts ont été faits, principalement dans le domaine de la reconnaissance automatique de la voix, pour atteindre une telle efficience au moyen de dispositifs électroniques (Lindgren, 1965). Cependant, c'est chez les organismes vivants que l'échantillonnage adaptatif devient la règle, surtout lorsque l'organisation oppositive se double de la fonction signifiante symbolique. Certaines observations suggèrent en effet que le découpage perceptif est, dans une certaine mesure, calqué sur le découpage du message physique en unités signifiantes. (VIVIANI, 1987, p.1684)

Nous renvoyons le lecteur au chapitre 9 pour une définition des *unités signifiantes* en lecture musicale, concept clé de notre argumentation. Nous avions déjà esquissé quelques manoeuvres d'approche quand nous parlions de *rapports* entre les notes, de *formes*...

5. CODES : VISUEL, THEORIQUE, ACOUSTIQUE et KINESTHESIQUE

Déchiffrer, décoder

Lire à vue une partition, c'est la *déchiffrer*, c'est-à-dire décoder le message, trouver les liens entre les graphèmes ordonnés, groupés et répétés sur la page d'écriture.

> Es fehlt das, was der französische Begriff "déchiffrer" als Forderung enthält, nämlich das sinngemässe Entziffern der Notenschrift als eines verschlüsselten Textes. (HERMANN, 1971, p.9)

Les signes musicaux n'ont véritablement de sens que mis en relation les uns avec les autres (cf. 4). Nous allons voir dans ce chapitre comment les relations entre les notes sont identifiées, d'une part selon les codes utilisés (VISUEL, THEORIQUE, ACOUSTIQUE ou KINESTHESIQUE) et d'autre part selon leurs niveaux propres de développement (sensoriel, perceptuel, conceptuel ou formel) chez un individu.

Le développement ontogénétique des codes

> Mounoud (1976, 1979; et Vinter, 1981) définit la représentation comme le résultat d'activités d'analyse ou d'échantillonnage et de mise en relation de différentes dimensions des objet et de leurs variations. Fonctionnant comme des modèles ou des mémoires, les représentations organisent ou structurent de manière interne au sujet les contenus du réel et interviennent donc aussi bien dans l'opération d'identification, de reconnaissance d'un objet que dans celle d'évocation. Les représentations sont spécifiées par rapport au type de code utilisé pour assurer cette structuration des contenus. Quatre types de codes sont distingués, leur apparition étant assujettie à un réglage maturationnel: le code sensoriel, propre au système de représentations existant à la naissance, le code perceptif, qui permet l'élaboration de nouvelles représentations durant le stade sensori-moteur, le code conceptuel, qui assure la construction d'un troisième système entre 2 et 9-10 ans et le code formel, caractéristique des représentations élaborées durant l'adolescence. Ces systèmes ne se substituent pas l'un à l'autre ni ne dérivent directement l'un de l'autre mais coexistent. (VINTER, 1987, p.421-422)

Nous partageons avec MOUNOUD et VINTER la conception d'un développement ontogénétique de différents systèmes de représentations dépendant de l'état de maturation des codes propres à un individu particulier. Nous garderons aussi l'idée que ces systèmes de représentations coexistent, c'est-à-dire que l'on retrouve *(idéalement*) à l'âge adulte, la présence simultanée de ces différents niveaux de représentations.

Nous ajouterons la variabilité probable des états de maturations des codes - indépendamment de l'âge, ou de l'expérience du sujet - en décalage horizontal des compétences du sujet. Nous en voulons pour preuve les exemples tirés de l'histoire d'enfants prodiges qui semblent avoir développé - par exemple dans l'activité spécifique[1] de la lecture à vue - des compétences du niveau *formel*,

[1] "domain specific" selon l'appellation américaine du phénomène

selon la définition de MOUNOUD. Nous ferons attention à ne pas généraliser la compétence d'un code à toutes les habiletés cognitives, nous pensons en effet que le stade atteint dans un code n'est pas forcément le même pour toutes les situations problèmes.

De plus, nous proposerons l'idée selon laquelle, la résolution d'un problème ne demande pas nécessairement de faire appel au système de représentations le plus "élevé", et le plus récent, de type formel. Il peut s'agir dans certaines tâches d'activer, - de réanimer - un système de représentations que l'on croyait disparu ou pour le moins dépassé.

Nous suggérons l'analyse des compétences développées par un lecteur expert dans la tâche de lecture à vue comme une illustration de choix de ce modèle théorique et des propositions que nous venons d'avancer.

Quatre modalités de codes à disposition de la lecture à vue

Si la vision est le seul sens immédiatement sollicité lors de la lecture d'un texte écrit ou d'une partition, il apparaît que dès les premières étapes du traitement des signaux, au-delà du RIS[1], le lecteur fait appel à ses systèmes de représentations issus du codage "phonético-acoustique" (LINDSAY et NORMAN, 1980, RICHARD, 1987, p.995).

Aussi, il n'est pas surprenant que dans l'activité particulière de la lecture à vue de partitions, nous ayons distingué chez les auteurs consultés dans cette revue de littérature, pas moins de quatre codes, chacun pour lui-même, dépendant de facteurs "maturationnels" ou ontogénétiques (VINTER, 1987, voir ci-dessus) : les codes visuel, acoustique, kinesthésique et théorique.

> Auge, Ohr, Tastsinn und strukturelles Denken wirken in einer Art "common sense" zusammen, wobei je nach der Natur des Künstlers einmal die eine, einmal die andere Seite zum dominierenden Faktor wird. Diese Art des Gedächtnisses vermag nicht nur Wochen und Monate, sondern Jahre und Jahrzehnte zu überdauern. (HERMANN, 1971, p.104)

Le modèle théorique de VINTER et MOUNOUD que nous citions précédemment rejoint ici l'intuition d'HERMANN : tout est dit.

A la suite d'HERMANN, nos hypothèses théoriques supposent idéalement que ces quatre codes - chez un lecteur expert - collaborent, se complètent, s'échangent leurs "points de vue" mais aussi qu'ils ont développé leurs propres voies en parallèle et renforcé les canaux d'échanges de leurs informations avec les autres codes(cf. modèle de VINTER).

Nous pensons qu'il est pour cela difficile de tenter de les isoler, de contrôler précisément dans quelles situations l'un "domine" les autres,

> Birch (1961) studied the relationship between reading ability, visual, auditory, and kinesthetic sensory dominance. He hypothesized that tactile-kinesthetic dominance over vision and audition would produce reading difficulties. Rudnick, Sterritt, and Flax (1967) emphasized that an individual's ability to read "is almost exclusively dependent on pure visual-auditory connection." (DECUIR et MARANTO, 1979, p.659-660)

et pourquoi les conclusions de ce type de recherches divergent pareillement :

[1] voir le point à propos des fixations visuelles

> Thus it appeared that the musicians' superiority arose because of more efficient storage of the material in some non-verbal, non-acoustic type of memory. It seemed as though the visual input was obtaining direct access to some abstract form of representation which was not aurally based. The precise nature of this representation is yet unknown, although visual contour seems to be an important aspect of the input for musicians (Sloboda, 1978). In a sense, independence of the reading system from vision-to-sound translation is not surprising. Proficient readers are always looking at one thing while listening to something else, simply because they read ahead. (SLOBODA, 1978, p.14)

Si les résultats des recherches semblent aboutir à des contradictions évidentes, c'est que les hypothèses proposées ne restent pas impartiales : elles visent à privilégier un code à l'exclusion des autres. Nous pensons au contraire, - et nous touchons ici au coeur de nos hypothèses, que les divers codes sont pertinents dans des situations particulières, mais qu'aucun n'est préférable en toute situation[1]. Or, les chercheurs ont tenté d'isoler un code spécifique ou hybride, - sorte de panacée - qui serait adapté à toutes les situations (contextes musicaux) :

> If reading ability depends upon rapid memorization of notes in advance of their performance it becomes of central importance to determine the form in which the material is held. Is the representation acoustic (a set of imagined sounds), articulatory (a set of specifications for muscular movement), or what? (SLOBODA, 1978, p.14)

Nous pensons que les conduites d'un lecteur se rapprochent d'autant plus de celles qui caractérisent un expert en lecture à vue, qu'il dispose de différentes modalités de codes sans en privilégier un seul pour le traitement de l'information visuelle d'une partition.

Notons qu'il s'agit de lire et non pas de mémoriser une nouvelle partition par coeur; nous verrons (chapitre 8) dans quelles mesures les différents registres de la mémoire interviennent dans la tâche de lecture à vue.

Nous parlerons aussi au chapitre 9 de l'identification de relations entre les signes musicaux suivant des codes précis; voyons maintenant quelques *esquisses* de représentations spécifiées par les différents codes que nous avons distingués dans la tâche de lecture à vue.

Quelles sont les métamorphoses de ces représentations selon les degrés de maturation et d'activation des codes?

Codes et représentations

Code kinesthésique

WOLF (1976) cite l'un de ses sujets experts qui dit voir les notes de la partition comme étant les touches du clavier ("seeing the notes as the keys on the keyboard", p.158): voilà un exemple d'un système de représentations dérivé vraisemblablement d'une dominante kinesthésique; sur la base de cette seule donnée "introspective" nous ne pourrions qualifier ce fonctionnement du sujet d'un niveau formel (VINTER, 1987) , ou le situer à quelque autre stade du développement des opérations cognitives. Nous ne pouvons pas non plus en

[1] voir notre expérimentation

conclure - comme WOLF semble s'en être convaincu - que ce sujet fonctionne en priorité, voire exclusivement sur ce mode kinesthésique!

Nous devinons divers niveaux de lecture de la partition dans cette modalité kinesthésique. Le plus bas, peut-être *perceptif* selon le modèle de VINTER et MOUNOUD, est celui dont nous avions déjà parlé dans un chapitre précédent : une association mécanique et note-à-note d'une touche du clavier avec une note singulière. C'est un mode de représentations qui garde un caractère statique, attaché à des références discontinues de la réalité, il ne permet pas encore d'opérer des mises en relations sur les manipulations concrètes. Le niveau le plus élevé, sans doute *formel* , se distingue du précédent par la mobilité de ses représentations et leurs structurations plus complexes en catégories indexées et en réseaux de connections dynamiques (p. ex. groupes de notes = accords ou gammes).

Ce système de représentations kinesthésiques est des plus séduisants car il parle à notre intuition comme il parlait au sujet expert de WOLF que nous avons cité : nous parvenons aisément à nous imaginer ces notes de papier transmuées en touches qu'il nous suffira de presser de nos doigts. Il est d'autant plus parlant qu'il est proche du but que nous croyons devoir atteindre, au plus pressant.

> (...)the reader must wean himself away from a direct association between a written note and a hand movement on the instrument. A good reader should appreciate the music "in his head" without playing it at all. (SLOBODA, 1978, p.15)

Pourtant, le code en phase terminale de la procédure de conversion du signal visuel en mouvements sur le clavier est nécessairement kinesthésique, car il conduit la commande aux muscles de la main; faut-il systématiquement tenter de *formaliser* la partition en une suite de mouvements des mains sur le clavier?

Code visuel

Le code de la première phase du traitement des informations contenues dans une partition est forcément visuel et nous pouvons le qualifier plus précisément, selon le modèle ontogénétique de MOUNOUD et VINTER cité plus haut, comme idéalement *formel* : à ce stade, le code visuel, pleinement opérationnel, comme nous le verrons (chapitre 9), sera à même d'identifier des groupements signifiants qui seront ensuite adressés aux autres modalités de codages (transcodage).

Mais le niveau *formel* du code visuel n'a pas nécessairement été atteint chez le sujet qui lit à vue, il peut en être resté à l'état d'une simple coordination de la préhension et de la vision où l'apparition d'une tache noire (note sur la partition) dans le champ visuel du lecteur éveillerait simplement chez lui, un souvenir plus ou moins vivace d'une forme familière, apparentée à une touche singulière du clavier qui se trouve placé devant lui.

Nous avons déjà insisté dans les chapitres qui traitent des mouvements oculaires et de l'écriture, sur l'importance de la qualité de présentation de la partition : marques de segmentation, espacement entre les notes et les portées, etc. afin que le contour mélodique des notes mais aussi le contour général de la structure de l'oeuvre soient remarqués en quelques coups d'oeils.

> The precise nature of this representation is yet unknown, although visual contour seems to be an important aspect of the input for musicians (Sloboda, 1978, p.14)

La capacité de repérer aisément ces contours, de remarquer des groupements, des sous-structures redondantes va permettre au lecteur de les manipuler, de les déplacer (p. ex. pour la reconnaissance d'une forme mélodique transposée), de les comparer, de les superposer, voire de les renverser tout en restant dans une modalité visuelle, et ô combien *formelle* !

Code théorique

> "strukturelles Denken" (HERMANN, 1971)

La plupart de la musique écrite respecte les règles strictes d'une culture musicale d'une époque donnée que l'on peut apprendre à reconnaître en situation de lecture, - en tous cas de *pré-lecture*, et qui vont aider à identifier la structure de l'oeuvre et à anticiper une partie de son contenu.

La compétence théorique est ici essentiellement une connaissance des règles de l'harmonisation en vigueur à une époque ou des figures de styles chères à un auteur, elle peut s'étendre de la simple identification d'une tonalité jusqu'à l'habileté à harmoniser une mélodie dans un style particulier.

> At the present time, it seems most plausible to suppose that the musical memory code is a representation of the visual input in abstract tonal and rhythmic space, consisting of a set of tonal centres, or harmonies, together with a more or less detailed specification of the structural-temporal relations between them. (...) That such a memory system is directly involved in reading awaits experimental demonstration. A possible approach would be to look for interference between reading and a concurrent task which required tonal analysis. (SLOBODA, 1978, p.14)

Ce code théorique, pour être pleinement opérationnel en situation de lecture à vue, devra lui aussi avoir atteint sa maturité, c'est-à-dire le stade "formel"; il permettra dès lors les anticipations d'accords à l'intérieur de cadences types (voir 9), des transpositions de tonalités, une harmonisation consciente et participante du suivi mélodique, tout cela dans le feu de la lecture à vue.

Code acoustique

Le code acoustique est placé en très haute estime par certains auteurs, à tel point qu'il est parfois considéré comme une étape obligée dans la lecture à vue, un outil indispensable (un "must"):

> Rudnick, Sterritt, and Flax (1967) emphasized that an individual's ability to read "is almost exclusively dependent on pure visual-auditory connection." (DECUIR et MARANTO, 1979, p.659-660)

> Augen, Ohren, Finger - welch kluge Reihenfolge! Denn sie zeigt den einzigen musikalisch sinnvollen Weg an : Den Notentext sehen, ihn innerlich hören und dann erst in Klang umsetzen.(HERMANN, 1971, p.11)

Là encore, le lecteur devrait avoir développé ce code jusqu'au stade *formel*, de manière à pouvoir s'abstraire des limitations de la réalité sonore, non seulement de l'instrument mais de la voix humaine et de la pensée monophonique; par

exemples en condensant les rapports temporels, ou à l'écoute de la réversibilité, la relation réciproque depuis le point de référence d'une note vers une autre, ou dans les deux sens, indifféremment du point d'ancrage : à l'écoute de la polyphonie. La lecture d'une seule voix par contre ressort du registre d'un niveau perceptuel et découle d'une simple séquence d'opérations additives - un intervalle plus un intervalle, suite de binômes unidimensionnels - et proche d'un penchant naturel à traiter un seul "point de vue" (ancrage) à la fois, et à juger de l'un par rapport à l'autre, deux par deux. (JONES, 1981, SIMON, 1968)

La compétence en improvisation reflète aussi la maturité de ce code. Dans ce sens qu'elle fait appel à un système de représentations complexe qui permet à l'interprète d'anticiper et d'entendre ce qu'il pourrait jouer à la suite d'un contexte particulier. Celle-là travaillera en complément de l'analyse théorique lors de l'harmonisation "sur le vif" d'une lecture à laquelle il manque quelques trous à combler.

Paradoxalement, ce code acoustique pourtant au plus près du sujet de l'écriture musicale, semble apparaître tardivement et au prix d'un effort démesuré, - chez quelques élus seulement, un peu comme la presque mythique "oreille absolue" (voir HURNI-SCHLEGEL, 1983).

Allez dire à un débutant qu'il doit parvenir à entendre la note qu'il voit avant de "frapper" son instrument! Vous le renvoyez à des principes de "zen musical"... Quelques étapes sont peut-être ainsi brûlées au départ.

Nous verrons cependant, qu'à lui tout seul, le code acoustique fait aussi face à son insuffisance (voir 9, 10).

Coexistence des niveaux de développement des codes

Nous avons parlé d'idéal *formel* pour ces codes, rappelons que selon le modèle de VINTER et MOUNOUD, ces stades coexistent, ils "ne se substituent pas l'un à l'autre", ainsi, bien que parvenu à un stade formel, le code devrait aussi fonctionner dans une situation particulière sur un mode perceptif par exemple. Nous verrons (chapitre 9) ce que nous entendons par "situation particulière" lors de l'identification des *patterns*.

Cette qualité du code est notamment envisagée en regard des propriétés proprioceptives du code kinesthésique :

> Another hallmark of the good reader is the ability to correct mistakes rapidly and efficiently. (...) they have the ability to monitor their own performances. (...)It would be interesting to know at what level good readers monitor their performance. One possibility is that they listen to what they produce. Another is that they monitor kinaesthetic feedback, or even the "motor commands" themselves, so that they know even before hearing a note that they have played it wrongly. (SLOBODA, 1978, p.12)

> (...) il existe des "cercles de nerfs" entre le cerveau et les appareils périphériques d'exécution: "Des nerfs achemineraient les commandes motrices du cerveau vers les muscles." D'autres, que nous appellerions aujourd'hui sensitifs, donnent au cerveau des informations sur "les conditions dans lesquelles se trouvent les muscles". Cette affirmation d'un "sens musculaire" sera empiriquement acceptée et deviendra ce qu'il est convenu d'appeler dans l'opinion le "sixième sens". (...) De 1950 à 1970, apparaît un ensemble de travaux dont les résultats conduisent à éliminer

> toute contribution des informations d'origine musculaire à la kinesthésie, ceci au bénéfice quasi exclusif des afférences d'origine articulaire. (...) A partir de 1970, l'essentiel des conclusions de la période précédente va être renversé, réhabilitant, sur des bases objectives, les conceptions sherringtoniennes, qui privilégient la proprioception musculaire en tant que source de connaissance consciente des positions et des mouvements. (ROLL, 1987, p.1515 - 1518)

Cette proprioception musculaire est un exemple d'un système de représentations de type "sensoriel" pour le moins souhaitable - sinon indispensable, à l'acquisition de l'expertise en lecture à vue, si l'on s'accorde avec la deuxième hypothèse de SLOBODA que nous venons de citer.

Transfert d'un code à un autre

La coexistence des niveaux de développement des codes et le passage d'un niveau à un autre renvoie à la coexistence des quatre codes que nous avions distingués au début de ce chapitre, et le transfert *multi-niveaux* que l'on peut envisager : d'un niveau *perceptuel* acoustique[1] à un niveau *formel* sémantique par exemple, comme dans la lecture de texte.

Dans les expériences réalisées sur la lecture de mots consonants ou sémantiquement proches, suivis de tâches de rappel, les chercheurs s'accordent pour expliquer les types d'erreurs selon l'hypothèse que les codes privilégiés de la MCT et de la MLT sont différents : le caractère premier d'un mot encodé apparaît en effet comme "phonético-acoustique" et puis seulement plus tard, sémantique. Si l'on accepte l'idée de cette coexistence des niveaux de codes, les différentes modalités de codes elles, se substituent : la trace "acoustique" du mot disparaît au profit d'une trace sémantique.

> Il est évident qu'il ne faut pas pousser trop loin l'idée d'un encodage acoustique. La preuve de son existence ne vaut que pour les études de la mémoire impliquant un matériel verbal, c'est-à-dire une information qui requiert l'usage du langage : lettres, mots ou phrases. Cependant, pour ce type d'information, les données sont très concluantes. Il semble y avoir représentation acoustique des items, même lorsque cela pourrait sembler inutile.(LINDSAY et NORMAN, 1980, p.318)

Nous avons vu que l'information pour être manipulée doit être segmentée en unités distinctes (voir échantillonnage), comme lors du passage du RIS à la MCT. Est-ce que le passage de la MCT à la MLT est une extension de cette procédure d'échantillonnage, ou alors, le changement de code suit-il un principe de maturation ontogénétique, d'accès à une étape supérieure du traitement des données : celle des opérations formelles caractérisées aussi, par leur plus grande maniabilité et leur mobilité?

> Comme l'ont montré les expériences de Sperling (1960) et celles réalisées à leur suite, l'information visuelle reste disponible sous forme d'une trace quasi sensorielle et peut être explorée comme s'il s'agissait du stimulus. Ce n'est pas sous cette forme qu'elle est conservée en MCT; comme on l'a vu, c'est un codage phonético-acoustique qui semble prédominant. Aux stades ultérieurs de traitement qui sont responsables de la fixation en MLT (identification, interprétation), le codage consiste principalement en

[1] nous savons que les bébés sont déjà capables de discriminer à la naissance des phonèmes grâce aux expériences qui utilisent un paradigme d'habituation

> l'établissement de relations avec des informations déjà présentes en mémoire. (RICHARD, 1987, p.995)

Ces métamorphoses des caractères dominants des stimuli visuels saisis lors d'une lecture, du stockage de la MCT à la MLT, illustrent la coexistence des codes et le transfert que nous avons appelé *multi-niveaux* non seulement *intra-code* mais aussi *inter-codes* que nous aborderons plus avant au chapitre 9 : voir *plurimodalité* des patterns. (voir aussi le chapitre 8 consacré à la mémoire)

Si les contraintes temporelles et articulatoires de la lecture à vue interdisent un stockage immédiat de l'information en mémoire à long terme (voir 8), les codes de type formel et conceptuel disposent forcément d'un accès à cette MLT.

6. TRAITEMENT SIMULTANE - SUCCESSIF et HEMISPHERES

Vertical-simultané, horizontal-successif ?

La présence dans une partition de la dimension verticale, relativement absente dans une ligne de texte, nous conduit à mettre en évidence deux types de traitements de l'information distingués par LURIA que nous devrons prendre en considération lors de l'analyse de la tâche de lecture à vue. Nous allons examiner dans quelle mesure le caractère simultané des notes d'un accord présentées verticalement sur la portée (à la différence d'une mélodie dont les notes s'y succèdent horizontalement) pourrait induire le traitement simultané de ce même accord (ou successif pour une mélodie) :

> Luria has suggested two major methods of information processing : simultaneous and successive synthesis. In simultaneous synthesis, one is required to arrange stimuli in a simultaneous manner in order to arrive at a judgment. In successive, stimuli must be arranged in a sequence to make a decision. Perhaps one can add that simultaneous synthesis will have some relationship with a spatial-visual factor whereas successive will be related to a temporal-auditory factor. But auditory events may require simultaneous synthesis as visual events may require successive synthesis. The two modes of processing information are available to the subject for use according to the task demands and his past experience. No hierarchy is implied between the two modes.(DAS, 1972, p.10)

Nous avons déjà parlé de musique en termes de rapports, nous allons voir ici que ces rapports s'entendent aussi bien dans l'accord que dans la mélodie, et que l'un et l'autre ne sont pas pour cela simplement dissociables selon un critère temporel, car les rapports dépendent autant des dimensions tonales que rythmiques entre les notes. Autrement dit, la lecture de l'accord ne va pas induire un traitement simultané parce que vertical ni la mélodie, successif, parce que horizontale :

> (...) la transformation de l'intervalle dans l'accord l'occupait plus que tout, c'est-à-dire comment l'horizontal se meut en vertical, le successif en simultané. La simultanéité, affirmait-il, était en l'occurrence l'élément primaire, car le son en soi, avec ses harmoniques les plus proches et les plus lointaines, constituait un accord et la gamme n'était que sa dissociation dans une série horizontale. -Mais il en va autrement avec l'accord proprement dit, l'accord composé de plusieurs notes. Un accord demande à être enchaîné, et dès qu'on l'enchaîne on le relie à un autre et chacune de ses composantes devient une partie linéaire. A mon sens, on ne devrait jamais voir dans un enchaînement d'accords que le résultat d'un mouvement de voix et honorer la voix dans les notes que constitue l'accord, mais n'honorer l'accord sous aucun prétexte, au contraire, le mépriser comme subjectif et arbitraire, aussi longtemps qu'il ne peut se justifier par la marche des voix, c'est-à-dire polyphoniquement. L'accord n'est pas un moyen de jouissance harmonique, il est la polyphonie en soi et les tons dont il se compose sont des voix. Néanmoins, j'affirme ceci: elles le sont d'autant plus et le caractère polyphonique de l'accord est d'autant plus marqué qu'il est plus dissonant. La dissonance est la mesure de sa dignité polyphonique. Plus un accord est dissonant, plus il contient des sons contrastants et diversement agissants, plus il est polyphonique et

> plus nettement déjà, dans la simultanéité des sons conjugués, chaque note isolée fait figure de voix. (MANN, 1950, p.109)

La dimension verticale de l'accord est ambiguë : d'une part indicateur d'une dynamique, d'une pulsation de tonalité, et d'autre part sa soudaine apparition "arrête" le temps. Difficile de ne pas perdre de "vue" que les notes de l'accord sont des voix, donc composées aussi de rapports rythmiques sous-jacents, à lire horizontalement sur la portée.

Ce serait un peu trop simple de considérer que l'exécution simultanée de toutes les notes d'un accord nécessite implicitement une identification aussi simultanée, et que dans le cas d'une mélodie, - une série de notes, il suffirait d'une identification successive note après note.

Coexistence des traitements simultanés et successifs : transfert et substitution

Il en va ici, comme précédemment avec le modèle ontogénétique des types de codes de VINTER et MOUNOUD, selon la profondeur du traitement: le simultané se meut en successif et le successif s'établit en simultané; selon DAS (1972), il n'y a pas de hiérarchie entre les traitements simultanés et successifs, ils peuvent se trouver tous les deux à des étapes intermédiaires de traitement de l'information selon les demandes de la tâche ou en fonction des choix privilégiés de l'individu (voir le chapitre 10).

Les niveaux distingués par LURIA ne sont pas sans rappeler ceux de VINTER et MOUNOUD pour les codes (perceptif, conceptuel, formel) censés élaborer à chaque fois de nouveaux systèmes de représentations :

> It is hypothesized by Luria that simultaneous syntheses are of three varieties:
>
> a) Direct perception: The process of perception is such that the organism is selectively attentive to the stimulus field. This results in the formation of a synthesis of the stimulus input in the brain. According to Luria, this type of formation is primarily spatial, even in the case of the acoustic analyser.
>
> b) Mnestic processes: This refers to the organization of stimulus traces from earlier experience. Examples of this type of integration are the construction of the gestalt of a visual image by the subject when portions of the image are shown consecutively, and the organization of consecutively presented words into a group on the basis of a criterion.(...)
>
> c) Complex intellectual processes. In order for the human organism to grasp systems of relationships, it is necessary that the components of the systems be represented simultaneously. In this fashion, the relationships among components can be explored and determined. (DAS, KIRBY, JARMAN, 1975, p.89)

Pour proposer notre modèle d'acquisition de l'expertise en lecture à vue, nous devrons peut-être fusionner le modèle de VINTER et MOUNOUD avec celui proposé par DAS et LURIA (voir 10) de manière à suggérer que l'identification d'un pattern va dépendre non seulement du code (acoustique, théorique, visuel ou kinesthésique) et de son état de maturation réactivé (VINTER) mais aussi de la possibilité de passer d'un traitement simultané à un traitement successif, ou inversement (DAS).

Les fixations des mouvements oculaires saisissent une portion du champ visuel, -une *forme* encore indéfinie (quelques notes); les fixations suivantes vont permettre l'identification d'un *pattern* (voir 9), d'une "bonne forme", pour lequel les rapports de forme vont dépendre d'un code particulier pour générer une représentation. Les mesures de ces rapports de forme, p. ex. l'appréciation des distances entres les notes, ou le contour général mélodique, vont dépendre de la possibilité de garder les éléments saisis au cours de ces quelques fixations visuelles, afin de les rassembler, de vérifier certaines pistes, de reconstruire le "puzzle". Nous reconnaissons bien ici l'importance du rôle joué par un traitement simultané et son indépendance de la dimension verticale de la partition.

Ainsi, nous supposons que l'identification d'un accord ou d'une mélodie, repose dans l'idéal sur un traitement simultané de l'information, les notes devant être rendues momentanément accessibles, le temps nécessaire à "mesurer" leurs rapports (p. ex. contours, transpositions), depuis tous leurs "points de vue" , - pour autant que leurs codes d'identification le permettent. Nous avons vu en effet que l'éventail des manipulations disponibles sur les données est étroitement dépendant de l'état de maturation du code spécifique avec lequel on va opérer le "déchiffrage".

Par exemple, l'identification d'un accord "renversé" exige un traitement simultané de toutes les notes de l'accord, afin de trouver les intervalles significatifs (tierce majeure ou mineure, quinte, septième, etc.) qui permettront d'identifier l'accord (voir 9).

> (...) Buschke (1967,1968). He asked subjects to recall lists of digits (7 3 1 4 2, for example) either in the order in which the digits were presented or in their sequential order (1 2 3 4 7). The experimental condition of interest here is one in which the subjects first recalled the series in the same order and then were required to recall the list in ascending order. It is obvious that the same-order task needs successive processing, whereas the ascending order task, because all digits must be held at once to find the smallest, etc., requires simultaneous processing. (DAS, KIRBY, JARMAN, 1975, p.99-100)

Au contraire de l'identification basée sur un ordre croissant (p. ex. tonique, tierce, quinte, octave) (voir 9), la lecture d'un accord peut aussi se réaliser d'une manière séquentielle calquée sur des correspondances de doigté et non de tons. Ce type de lecture que nous avions qualifiée de kinesthésique trouve une application dans bien des situations de déchiffrage. De même, le jeu, - la commande motrice aux doigts, ne devra pas obligatoirement se *conformer* à un traitement simultané, les doigts se disposeront sur les touches un à un avant de les presser ensemble, cela va dépendre de la correspondance de l'accord avec un *moule* standard ou routinier du lecteur. Ainsi, sur la base de l'analyse de l'exécution sur le clavier, il est difficile de discerner s'il est l'aboutissement d'un premier traitement simultané ou alors séquentiel :

> Both simultaneous and successive processing can be involved in all forms of responding. This is the case irrespective of the method of input presentation. (...) Serial ordering of behavior may not depend either on the manner in which information was coded or the motor aspects of the behavior itself. The output unit, then, determines and organizes performance in accordance with the requirements of the task. (DAS, KIRBY, JARMAN, 1975, p.90)

Paradoxalement, la saisie d'une mélodie, passe impérativement par un traitement simultané des formes rythmiques et tonales entre les notes successives. Ainsi, les modes de traitements simultané/successif à disposition du sujet ne sont pas simplement induits des modes de présentation verticale ou horizontale, d'un accord ou d'une mélodie. La segmentation du temps que réalise une partition musicale, avec les procédés d'échantillonnages que nous avons mentionnés, encourage un traitement séquentiel de l'information, pas à pas, dans l'ordre de présentation, mais nous verrons que les stratégies de lecteurs experts qui visent à identifier des groupements signifiants (voir 9) privilégient un traitement simultané de l'information, - quand cela est possible!

Hémisphères

Le modèle de Luria : de l'observation de cas cliniques

Le modèle de traitements simultanés et successifs de l'information proposé par LURIA, est dérivé de recherches en neuroanatomie sur la localisation de fonctions cérébrales des conduites humaines spécialisées. Nous examinons ici quelques données concernant le traitement du langage ou de la musique, issues soit de la clinique des troubles pathologiques soit d'études expérimentales sur la latéralisation des hémisphères.

De l'observation de certains individus affectés de conduites perturbées, les chercheurs ont supposé l'existence de structures cérébrales propres à la lecture, indépendantes de celles de l'expression orale par exemple :

> Une telle dissociation conduit à considérer que le langage écrit dispose d'une réelle autonomie fonctionnelle par rapport au langage oral. L'existence d'atteintes de la lecture ou de l'écriture isolées de tout déficit concomitant dans le langage oral conforte largement cette opinion. (HECAEN, MARCIE, 1987, p.1253)

Il y aurait là un argument pour avancer que les compétences d'interprète d'un musicien n'ont rien à voir avec ses compétences de lecteur. (voir 0)

> Perhaps the best support for Day's theory of separate perceptual systems comes from the fact that persons with brain damage have suffered differential loss of speech and music. There are descriptions of musicians who have lost the ability to speak (aphasia), but retained their musical abilities (Assal, 1973; Byer & Crowley, 1979;...), or who have lost their musical abilities (amusia), but not speech (Botez & Wertheim, 1959;...) (...) One explanation of these differences in music and speech loss is that most right handed persons process speech in the left hemisphere and music in the right (Jackson, in Taylor, 1958;...). (REINEKE, 1981, p.59)

Il nous faudra rester un peu plus nuancés dans la suite de nos propos, car nous pensons qu'un lecteur expert a développé des compétences autant du ressort de l'hémisphère droit que du gauche telles que définies dans ces recherches, mais aussi les connections de l'un à l'autre, et dans les deux sens. Nous ne pouvons en aucun cas nous satisfaire des visions réductionnistes de Jackson et essayer de confiner les compétences de lecture à vue dans un coin des hémisphères cérébraux.

Spécialisation des hémisphères

Tous les auteurs s'accordent sur les fonctions générales attachées à chacun des hémisphères cérébraux, mais si les expérimentations que nous citons se fondent sur des stimulations acoustiques dissociées oreille droite/gauche, notre intérêt en lien avec la lecture à vue est multiple : entre autres, la latéralisation des commandes motrices des mains droite et gauche croisées avec les hémisphères, la notion d'oreille intérieure avec les présupposés de traitement analogues suite aux stimulations acoustiques externes également croisées des oreilles aux hémisphères droit et gauche, les modes de traitement simultané et successif, spatial et temporel que nous retrouvons ici, prétendument localisés dans leurs hémisphères respectifs.

Plutôt qu'une distinction entre des activités verbales et non-verbales, ou entre musique et langage, selon les hémisphères, les auteurs définissent l'asymétrie droite-gauche en termes de traitement de l'information :

> It has been theorized that the hemispheres of the brain are specialized not according to stimulus type (i.e. speech, music), but according to processing strategy; that is, the left hemisphere processes sequentially and analytically while the right hemisphere processes holistically and simultaneously. (REINEKE, 1981, p.60-61)

> It is currently popular to distinguish between verbal and nonverbal or imaginal processes. (...) The left hemisphere is known to process verbal stimuli more quickly and accurately than the right, but it is also suggested that the right hemisphere performs certain nonverbal tasks (such as face or melody recognition) more quickly and more accurately than the left (...). verbal-nonverbal dichotomy runs into difficulties when we examine it closely. (...) the dichotomy says little about the nature of the processes. The brain stores neither words nor pictures, rather representations of both, as well as much more. (DAS, KIRBY, JARMAN, 1975, p.99)

Il est curieux que le modèle de DAS (voir 11) qui emprunte aux travaux de LURIA ne fasse pas allusion à une localisation définie et stricte des traitements simultanés ou successifs dans l'un ou l'autre hémisphère.

Accords/hémisphère droit, mélodie/hémisphère gauche?

Les interprétations, voire même les résultats de ces recherches divergent à tel point que l'on est en droit de s'interroger sur leur validité. Il faudrait toutes les reprendre et reconsidérer les variables parasites et indépendantes dont on n'a pas tenu compte pour nuancer les différences observées. Nous avons vu par exemple qu'une mélodie (séquence de notes) ne va pas nécessairement susciter un traitement séquentiel, au contraire des pré requis sur lesquels reposent les hypothèses de GORDON cité ci-dessous.

> (...) the dissociation in cerebral function is essentially a verbal-nonverbal one. In contrast, the view has been developed that left-hemisphere specialization for language is a special case of a more general function, viz. the analysis of temporally patterned stimulation. An alternate but conceptually related description is that the left hemisphere is specialized for analytical functions, the right for holistic processing. Evidence for these views relating to music perception comes from dichotic experiments by Gordon (25, 26). He broke his stimuli down into melodic (sequential) and harmonic (simultaneous) components. The results showed no

> asymmetry for melodies, but left ear advantage for chords. Gordon suggested that the cognitive abilities of the two hemispheres involve the presence or absence of the time dimension. (ZATORRE, 1979, p.608)

Apprentissage

L'aspect le plus intéressant pour nous dans ces recherches, réside dans l'hypothèse d'un effet de "l'expérience-apprentissage" sur l'activation de l'un ou l'autre hémisphère (apparemment le gauche) corrélé avec le traitement séquentiel de la musique, hypothèse issue du constat expérimental - partiellement esquissé chez certains auteurs (voir ci-dessous) de traitements différenciés chez des sujets musiciens et des non-musiciens, même si les interprétations restent sujettes à caution.

> Bever and Chiarello (1974) suggested that musicians learn to process music analytically in the left hemisphere while nonmusicians process music holistically in the right, a highly controversial hypothesis. In research regarding ear asymmetry of musicians for music, some have found right ear superiority under certain conditions (...), but others have found left ear superiority (...) and the majority have found no difference between ears (...). Radocy's musicians, like Bever and Chiarello's musicians, exhibited right ear superiority for a holistic task and no ear differences for an analytic task, while his nonmusicians showed no ear differences for either task. (...)Reineke (1978), in an experiment also using the subjects who participated in this study, found no difference between ears for either musicians or nonmusicians for an interval recognition task. (...) Ear differences also have been measured for recognizing or recalling combined speech and music stimuli (e.g., speech to one ear, music to the other; sung speech to each ear; or melodies and spoken words to each ear). Right ear superiority was consistently found for speech, wether spoken or sung (...) (REINEKE, 1981, p.60-61)

> Bever and Chiarello, using a monaural presentation procedure, found that for nonmusicians the right hemisphere was superior for melodic recognition (...) but for musicians the left hemisphere was superior. Presumably, the difference was a function of training, and, according to Bever and Chiarello, it occurs because in musicians recognition of melodies is a sequential, left hemisphere process, whereas in untrained subjects the analysis is on a more holistic, right hemisphere level. (...) Two other studies have found results compatible with Bever and Chiarello's by using EEG evokes potentials. (ZATORRE, 1979, Vol 17, p.608)

Aucune de ces données nous permettrait d'affirmer qu'il y a un apprentissage de stratégies cognitives qui passent d'un traitement simultané à un traitement séquentiel comme par exemple, dans la reconnaissance d'une mélodie chez le musicien.

Il nous faut cependant prendre quelques précautions, car, comme nous l'avons vu dans l'éventail des codes à disposition de l'individu, le traitement du stimulus va dépendre non pas de sa dimension objective mais de sa dimension perçue - codée- par le sujet. Ceci est d'autant plus déterminant dans la tâche de lecture à vue, parce que la partition fait appel à de multiples dimensions (visuel, acoustique, kinesthésique, ...) De même, dans ces expérimentations sur des stimulations acoustiques externes et différenciées gauche/droite, les paramètres du stimulus qui sont en priorité codés par le sujet sont difficilement contrôlés

par l'expérimentateur. Deux de nos sujets musiciens-experts[1] par exemple nous ont fait remarquer que les notes d'une musique qu'ils écoutent "disent leurs noms". Ce mode de codage pour le moins inattendu dans une expérimentation sur l'audition dissociée pourrait en partie expliquer les différences observées parmi les chercheurs.

ZATORRE reste plus nuancé dans ses conclusions et va dans notre sens :

> Thus, what seems to be implicated in hemispheric processing differences is not so much cognitive strategy, but rather correspondences between a stimulus dimension and the hemisphere best equipped for processing that dimension. This correspondence is not so static that it cannot be modified by such factors as attention and learning. If observed laterality differences are as closely tied to the nature of the stimulus dimension being processed as this study would indicate, then what remains to be done is to give a more specific indication of the stimulus parameters that underly hemispheric processing. In the case of melodies, this is particularly important, because there are many features that could be used as processing cues (e.g. coutour, frequency ratios between adjacent notes, direction of movement, etc.). Differential cue utilization may eventually explain the discrepancies in the literature. It will also be interesting to consider how other aspects of music not studied here (e.g. rhythm, timbre, harmony) may be processed. (ZATORRE, 1979, p.614)

Ainsi, le traitement des accords et des mélodies en situation réelle de lecture à vue ou d'écoute ne peut être réduit à des appariements conceptuels dichotomiques gauche/droite, séquentiel/simultané, mélodie/accord ou encore espace/temps.

Correspondances des hémisphères avec les mains au piano

Directement lié à l'activité de lecture à vue et aux traitements différenciés des hémisphères cérébraux, nous relevons un phénomène atypique mais propre au jeu du piano dans la latéralisation des fonctions manuelles, où la main gauche est réservée en majeure partie à l'accompagnement (accords, basse) de la main droite à laquelle s'adressent les mouvements mélodiques (aigu, rapidité) :

> L'évolution des structures cérébrales traduit là encore l'étroite intrication des activités manuelles et des activités symboliques du langage. L'asymétrie neuroanatomique et fonctionnelle des hémisphères cérébraux, qui est propre à l'espèce humaine et qui accompagne l'apparition des fonctions du langage, va se traduire corrélativement dans l'asymétrie des fonctions manuelles. La main droite dominante, plus habile, prend l'initiative des interventions sur le monde. La main gauche l'assiste et l'accompagne. Le cerveau gauche, qui commande les activités de la main droite, devient générateur des "chaînes opératoires" du langage parlé comme de celles du langage écrit qui suppose l'instrument manuel. D'une manière générale, les programmations séquentielles qui sont à la base de "la dextérité" manuelle et des habiletés motrices semblent s'élaborer dans le cerveau gauche (Kimura, 1977), alors que le cerveau droit deviendrait l'organisateur des référentiels d'espace qui assurent à nos activités cohérence et efficacité. (PAILLARD, 1987, p.1646)

[1] le terme "expert" est utilisé dans ce travail souvent de façon allusive aux travaux de CHASE et SIMON (1973b), nous avons dit qu'il n'est véritablement pas d'expert en lecture à vue, au sens où les procédures développées chez eux (proficient readers) seraient plutôt de l'ordre des automatismes fonctionnels que du registre de la métaconnaissance de la tâche.

Une recherche sur la lecture à vue devrait aussi prendre en compte ces facteurs moteurs qui peuvent expliquer en partie des différences entre les individus, provenant par exemple d'un retard dans le développement de la dextérité de la main gauche en situation de lecture uniquement.

Vitesse de transferts, échanges des hémisphères, traduction de codes

Le problème de la lecture à vue est peut-être moins de savoir "qui fait quoi?" mais plutôt "quelle est la voie la plus rapide?". Une étude expérimentale complémentaire de celles que nous avons aperçues serait d'analyser les temps de réaction croisés : oreille droite - main gauche et inversement en fonction de diverses stimulations acoustiques et visuelles.

Nous allons justement parler maintenant de transfert, de commande motrice et de temps.

7. TRANSFERT-COMMANDE et TEMPS

La mesure des temps de réaction

Le temps, nous l'avons vu, exerce une pression continuelle sur l'individu en situation de lecture à vue, aussi, il n'est pas surprenant que dans cette activité particulière, les temps de réaction individuels soient un paramètre de premier choix dans l'expérimentation.

> Les recherches en psychologie ont été menées principalement avec des techniques de comparaison entre des temps de réponse dans des tâches de détection, de discrimination, d'identification, d'appariement ou de complétion (...). On procède en général en présentant automatiquement les stimuli, auditivement s'il s'agit de paroles, sur un écran cathodique s'il s'agit de lecture. La présentation des stimuli, la mesure des temps et le traitement des données sont assurés en couplant les sujets d'expérience à un ordinateur travaillant en temps réel. (BRESSON, 1987, p.951)

Bien avant l'apport de l'informatique, les chercheurs disposaient de moyens astucieux et simples pour mesurer des temps de réaction, moyens qui ne se sont pas démodés:

> Speed of word reading is obtained from one of the Stroop (1935) charts. The names of four colors -red, green, yellow, and blue- are written in block capitals and black ink, 10 times each in a random order. The subject is timed with the help of a stopwatch for reading the 40 words. (...) The marker test for speed or "personal tempo" is the word-reading time. (DAS, 1973, p.104-105-107)

Il y a cinquante ans, aussi, on l'a vu, BEAN suivait déjà une procédure expérimentale de lecture à vue comprenant une mesure des temps de réaction de lecteurs pianistes :

> (...) he presented subjects with tachistoscopic flashes of three types of music melodic (one line), polyphonic (more than one line), and harmonic (groups of chords). Bean measured the speed and accuracy of recall when subjects were asked to play the visual presentations on the piano. At the same time, he established the mean number of notes that each subject could play back correctly. (...) Complexity of pattern also seemed to explain differences in the speed of accurate reading. Bean found a positive correlation between the complexity (or size) of the perceived musical pattern and the rapidity with which it was accurately played. (WOLF, 1976, p.151)

Les étapes, les détours et les contrôles de vitesse

Evidemment, il y a beaucoup d'étapes entre la partition et l'exécution qui allongent le temps de transfert total, depuis les mouvements oculaires jusqu'aux doigts, en passant par des traitements inadaptés, etc. Nous allons passer en revue quelques-unes de ces étapes que nous avons distinguées.

Pour GOLDOVSKY les étapes sont relativement secondaires, et ce qui est déterminant pour l'acquisition de l'expertise en lecture à vue c'est la vitesse à laquelle ces étapes peuvent être franchies :

> Not only must a visual image be deciphered and organized quickly (pattern recognition), but also an appropriate "action" - message must be sent and received by the muscles. Dr. Goldovsky seems to have come closest to an understanding of the dual nature of the sight-reader's problem: "I think that beside the knowledge of patterns there were more important factors that influenced whether a person was a good sight-reader or not. I have come to the conviction that it has something to do with the speed with which a visual image was converted into a muscular act; and with some people this is a very rapid transformation. As a matter of fact it is so rapid that there is no conscious understanding of how this is done... The transformation of a visual image into its pianistic result is so rapid that a great deal of what happens escapes awareness -it just happens." (WOLF, 1976, p.163)

A ce propos, nous avions déjà mentionné au chapitre 1, l'observation de GOLDOVSKY, selon laquelle des individus peuvent progresser en lecture à vue moyennant un entraînement spécifique alors que d'autres semblent "plafonner". Il s'agit ici de la suite de la pensée de GOLDOVSKY, dans le même contexte. On a l'impression d'une différenciation de nature neurophysiologique.

Il ne faut pourtant pas désespérer, selon PAILLARD que nous citons maintenant, la *vitesse de transfert neuronal*, particulièrement au niveau des fentes synaptiques pourrait être elle aussi sensiblement améliorée :

> En un sens, la marge de flexibilité qu'assure l'autorépétition de ces programmes moteurs peut être assimilée aux capacités "assimilatrices" du "schéma sensorimoteur" piagétien. On peut ajouter qu'il existe complémentairement un mécanisme d'"accomodation" de ces mêmes programmes qui se traduit par une modification de l'efficacité de franchissement des barrières synaptiques par les signaux circulant dans le réseau de connectivité. Cette modification résulte de la mise en oeuvre de processus automatiques de changement de gain de certaines transmissions synaptiques (voir PAILLARD, 1982). Elle traduit l'existence d'une véritable accomodation anticipatrice durable du "schème sensorimoteur". On parlera alors de régulation en "feed-forward" pour l'opposer à l'autorégulation directe en feed-back de l'action en cours d'exécution. (PAILLARD, 1987, p.1395-1396)

D'ailleurs, nous retrouverons ces "accommodations anticipatrices" au niveau de l'identification de "patterns" (voir 9). Mais ...n'anticipons pas!

Voilà donc un des facteurs qui influencent le temps global de transfert aux effecteurs moteurs. Au même registre, mais dans une étape supplémentaire : juste avant d'appuyer sur la touche, il y a probablement un *contrôle moteur afférent proprioceptif* dans les muscles qui donnent une information posturale des doigts et des membres antérieurs (voir 5) qui permet, comme nous l'avons déjà dit, un déplacement des mains sur le clavier sans l'aide de fixations visuelles.

Il nous semble évident que le temps de transfert-commande sur les touches est considérablement augmenté si les *mouvements des mains* doivent être *contrôlés (monitoring) par les yeux*. Une recherche spécifique sur cette question semble avoir montré une corrélation très forte :

> The relationship of keyboard psychomotor skill was determined to possess the strongest relationship with sight-reading facility. (...) The psychomotor skill section of the testing instrument presented the same

> type of materials as the note reading skill section. However they were performed with the subject's vision of the keyboard obstructed. The notes, intervals, and chords to be played were presented both by visual command (printed notes) and oral command. Scoring was based on the speed of response with a penalty for errors. (EATON, 1978, 147pp.)

Ce temps est pratiquement doublé, si, pour une raison particulière, le lecteur a besoin d'un *feed-back sonore* avant de continuer sa lecture, cette procédure est encore plus coûteuse que le contrôle visuel du clavier!

> In sight-reading, hearing the music appears to provide a kind of verification mechanism. It allows the musician to make sure that the transfer of information from eye to fingers has gone smoothly and accurately, and it releases the eye to move to the next significant cluster (...) (WOLF, 1976, p.154)

Nous avions déjà souligné les contradictions de WOLF dans cette citation lors de l'analyse des mouvements oculaires au chapitre 3.

Au début de la chaîne, les mouvements oculaires dont nous avons déjà donné les temps de fixations moyens, sont aussi à prendre en considération lors de la mesure du temps de transfert-commande. Il est clair que lors de la saisie d'une seule note, une seule fixation visuelle est nécessaire, mais pour un groupe de notes, le temps de saisie va aussi dépendre d'un *nombre variable de fixations* selon les individus (voir 3) ainsi que de la *durée de ces fixations*.

Dans les étapes intermédiaires, les temps de transfert vont dépendre des traitements de l'information selon les *types de codes* utilisés ou le nombre et le temps de transfert *intermodal* nécessités.

> (...) cette conception (...) selon laquelle "la modalité constitue une large part du message" aura tendance à prévaloir dans toutes les études entreprises dans la perspective du traitement de l'information où la vitesse comparée des réactions joue un rôle critique. (ROSS et FURTH, 1987, p.722)

Nous pourrions à ce stade, refaire l'hypothèse qu'un codage immédiatement kinesthésique de l'information visuelle va permettre un transfert direct, donc rapide. Ce présupposé intuitif, nous l'avons dit au chapitre 0, a conduit bien des élèves de conservatoire à adopter une stratégie de lecture à vue de type stimulus-réponse-renforcement de conditionnement opérant. Il apparaît cependant que l'utilisation d'un seul code, en l'occurrence kinesthésique, pourrait conduire à des effets pervers d'*interférence* qui ralentiraient la tâche au lieu de l'accélérer (voir chapitre suivant sur la mémoire) ainsi qu'à des erreurs :

> (...)une caractéristique importante du système mnémonique: l'absence d'interférence entre des informations empruntant différentes modalités sensorielles. Essentiellement, Brooks essayait de démontrer que l'exécution de tâches impliquant une conservation de l'information en MCT pouvait être soumise à une interférence sélective découlant de la nature de la tâche que le sujet doit exécuter sur le matériel présenté. Expérience : Phrase : dire oui, non si le mot est un nom ou pas. (...)pratiquement tous les sujets prennent plus de temps et font plus d'erreurs en répondant verbalement qu'en tapant de la main.(Brooks, 1968) (LINDSAY et NORMAN, 1980, p.329-330, déjà cité)

En outre, nous avons parlé d'un éventail de codes à disposition du sujet, et selon que la ligne droite n'est pas forcément le chemin le plus sûr entre deux points,

un transfert intermodal théoriquement plus long peut s'avérer plus économique en situation réelle de lecture à vue. Car, *le temps effectué pour le codage dans une modalité* semble avoir une influence directe sur le stockage en mémoire à court terme dont nous verrons le rôle clé dans la tâche de lecture à vue (voir 8) :

> (...) la rapidité avec laquelle ce qui est vu est codé sous une forme permettant la répétition est un facteur déterminant de la taille de l'empan mnésique. Ainsi Baddeley, Thomson et Buckanan (1975) ont trouvé une relation étroite entre l'empan mnésique et la rapidité de lecture d'items présentés visuellement. L'effet se conserve même si l'on empêche la vocalisation. Par ailleurs, Nicholson (1982) a trouvé que l'empan varie avec l'âge mais reste constant par rapport au rythme de lecture de sorte que les différences observées en fonction de l'âge pourraient être imputables à l'augmentation de la rapidité d'encodage des items sous une forme répétable. (RICHARD, 1987, p.989)

Cet empan mnésique catalysé par la vitesse de codage en une représentation "répétable" et l'absence d'interférence entre des modalités distinctes vont nous donner des clés pour les stratégies proposées au chapitre 10.

En tous les cas, les deux modalités de codes "obligées", en début et fin de chaîne sont visuelles et kinesthésiques, car la lecture musicale ne demande pas seulement de comprendre le sens de l'oeuvre, elle exige du lecteur un transfert moteur, un découpage de la saisie en une *série d'actions motrices immédiatement exécutables*[1].

Nous verrons qu'il s'agit à nouveau d'un procédé d'échantillonnage, dont le pas varie en fonction des déplacements des mains et des configurations identifiées ("bonnes formes", empreintes) :

> Les activités de la main comme celles du langage sont redevables de l'extension de leur vocabulaire (le nombre d'éléments isolables qui correspond à la finesse de contrôle des claviers moteurs correspondants) d'autre part à l'élaboration d'une syntaxe (la logique d'enchaînement d'une série d'actes ou d'une série de phonèmes). Il en résultera la possibilité d'organisation de phrases signifiantes (ayant une finalité fonctionnelle définie). Technicité manuelle et technicité vocale sont, de ce point de vue, étroitement dépendantes du générateur de chaînes opératoires comme résultat de l'activité du cerveau. Le langage est un produit de la technicité vocale comme l'outil puis la machine sont les produits de la technicité manuelle. (PAILLARD, 1987, p.1647)

Si le lecteur doit opérer un contrôle "conscient" de ses doigts parce qu'il dispose d'un "vocabulaire" trop limité, ou d'une "syntaxe" trop pauvre, ses hésitations (telles que décrites aux niveaux 6 et 7 de modèle de WOLF que nous reprendrons au chapitre 11) viendront aussi s'ajouter au temps total de transfert-commande :

> (6) MCT and MLT systems continually feed messages to the effector systems
>
> (7) When a match of messages is accomplished, the effectors send an "action-message to the muscles which may or may not be able to

[1] voir notre définition opérationnelle du chunk pour notre expérimentation

carry out the order in an automated, independent fashion. (WOLF, 1976, p.159-160)

8. MCT / MLT MEMORISATION

Mémoire à court terme, mémoire à long terme : définitions

Par définition, la lecture à vue est opposée au jeu de mémoire "par coeur", mais il paraît évident que les différents types de mémoires que l'on distingue traditionnellement en psychologie cognitive jouent aussi un rôle privilégié dans cette activité. Il reste à définir ces rôles et à les attribuer aux "mémoires" les mieux prédisposées.

> Eines schliesst das andere nicht aus: Auch beim Primavista-Spiel ist das Gedächtnis beteiligt. Mehr noch, es ist eine wichtige Vorbedingung, eine Basis, auf der das Spiel ruht. Vom Repertoire-Gedächtnis unterscheidet es sich etwa so, wie das Vermögen einen Text sinnvoll zu lesen, von der Fähigkeit, den gleichen Text aus dem Gedächtnis zu rezitieren. Hier ein speicherndes Gedächtnis, beim Primavista-Spieler ein wiedererkennendes Gedächtnis. (HERMANN, 1971, p.105)

> While both MCT and MLT systems function continually in any information-processing situation, it appears to be the primary reliance on different memory storage systems which separates the skilled performer from the skilled sight-reader. (WOLF, 1976, p.164)

La littérature distingue en général deux types de mémoires : la mémoire à court terme (MCT), sorte de mémoire "tampon", dont la capacité est limitée, et la mémoire à long terme (MLT), sorte de banque de données à capacité illimitée. Ci-dessous, l'auteur suggère une subdivision de plus, celle de mémoire immédiate, que nous pourrions caractériser comme étant le produit "brut" d'un échantillonnage séquentiel :

> Il semble que l'on puisse dans la pratique isoler une mémoire immédiate (MI), qui se caractérise par sa base de temps très courte (en secondes) et par sa capacité. On a défini la capacité ou empan de la mémoire immédiate comme étant le nombre de stimuli discrets qui peuvent être reproduits immédiatement et dans l'ordre de présentation après un seul acte perceptif; sa valeur est d'environ 7+-2 éléments pour un adulte normal. (...) on peut raisonnablement identifier un registre de durée supérieure (en minutes, voire dizaines de minutes), particulièrement mis en valeur par la séméiologie neurologique. Cette mémoire parfois appelée intermédiaire ou différée, pourrait être la MCT, sans que l'on puisse affirmer si elle est un registre autonome ou si elle représente la limite supérieure d'un registre initial (dont la MI définie comme ci-dessus, représenterait l'autre borne). Certaines dispositions ou processus opérationnels semblent être impliqués chaque fois qu'elle est mise en évidence : informations plus complexes (existence de liens signifiants entre les informations élémentaires : c'est le caractère associatif de l'information), processus de structuration ou de reconstruction, présentations répétées, distribution de l'exercice, révisions mentales, etc. (SOUMIREU-MOURAT, 1987, p.1545)

La MCT se distinguerait de la MI par un début de "codification" de "mise en forme" de l'information, la MI étant passive, plus proche du RIS que de la MLT. Nous voyons que ces distinctions qualitatives et fonctionnelles correspondent à des étapes temporelles du traitement de l'information :

> Le court terme s'applique aux opérations mnémoniques d'une durée de quelques secondes alors que le long terme s'applique à des opérations mnémoniques durant au moins quelques minutes et généralement davantage. On ne peut dire avec certitude si la distinction entre la mémoire à court terme et la mémoire à long terme correspond à des différences de structure (c-à-d. que les deux sortes de souvenirs dépendent d'états ou d'opérations du cerveau différents) ou bien si elles représentent simplement une division temporelle d'une opération unique, mais la signification opérationnelle possible de cette division temporelle est suffisante (...) (WATSON, 1987, p.466)

Le débat sur les natures différentes de la MCT et de la MLT reste encore ouvert, peut-être parce que l'on essaye de définir une mémoire ...dénaturée, théorique et vidée de son contenu. Nous tenterons de montrer l'interdépendance et l'indissociabilité de la modalité de codage et de la capacité de stockage (en MCT ou en MLT).

> Wickelgren (1973,1975) a présenté une revue critique des travaux qui se fondent sur cette distinction fonctionnelle et a conclu que les preuves sur lesquelles cette distinction repose ne sont pas fondées, même dans les trois cas auxquels il avait d'abord cru qu'elle pouvait s'appliquer, à savoir:
>
> a) les différences entre les courbes d'oubli à court terme et à long terme,
>
> b) les interférences beaucoup plus nombreuses dans le stockage en mémoire à long terme et
>
> c) l'amnésie pour ce qui concerne les acquisitions à long terme alors que la MCT reste intacte, c'est-à-dire l'incapacité presque totale de certaines personnes handicapées à former en MLT des souvenirs verbaux nouveaux. (ROSS et FURTH, 1987, p.731)

Nous devons donc rester prudents quand nous faisons simplement appel à l'une ou l'autre des mémoires pour différencier des conduites d'individus comme WOLF (voir la citation plus haut) qui prétend que les lecteurs experts reposent essentiellement sur l'accès à la MLT. Nous nous interrogeons : quelle MLT, quelle MCT? Nous pensons qu'il n'est pas question de mémoire sans parler de représentation, donc d'un contenu et d'un code.

Mémoires et codes

En regard des codes, par exemple, lors de lectures de textes, il semble que l'une et l'autre mémoires privilégient des codes spécifiques, selon qu'elles opèrent à court terme ou à long terme :

> Un troisième trait du stockage à court terme est l'importance prépondérante du codage acoustique, alors que le codage sémantique est dominant en MLT. (...) dans la MCT, la rétention est fortement perturbée par une forte similitude acoustique entre les items. Par contre, quand le rappel est différé, c'est la similitude sémantique qui engendre les plus fortes perturbations. Ce ne sont donc pas les mêmes caractéristiques des stimuli qui interviennent dans le stockage à court terme et le stockage à long terme. (RICHARD, 1987, p.988-989)

Nous l'avons dit, un code génère une représentation particulière, propre à l'individu; ainsi, les mémoires ne se distinguent pas seulement suivant les étapes temporelles du traitement de l'information auxquelles elles interviennent, mais aussi suivant les modalités de codes :

> Freides concluait que les modalités (de la mémoire) sont, au moins en partie, des systèmes différents de traitement de l'information et, en outre, que la mémoire est l'un des attributs de l'information enregistrée et non pas un attribut distinct de l'information enregistrée antérieurement. (ROSS et FURTH, 1987, p.722)

Nous parlons volontiers de "mémoire visuelle", "acoustique" pour autant que les stimuli puissent être saisis selon plusieurs dimensions, comme pour le langage ou la lecture de textes, mais aussi pour les partitions musicales comme nous l'avions déjà suggéré :

> Encore une fois, un format acoustique pour appuyer le souvenir semble impensable. Il est évident qu'il ne faut pas pousser trop loin l'idée d'un encodage acoustique. La preuve de son existence ne vaut que pour les études de la mémoire impliquant un matériel verbal, c'est-à-dire une information qui requiert l'usage du langage : lettres, mots ou phrases. Cependant, pour ce type d'information, les données sont très concluantes. Il semble y avoir représentation acoustique des items, même lorsque cela pourrait sembler inutile. (LINDSAY et NORMAN, 1980, p.318)

Il n'y aurait cependant pas de code unique attaché à une mémoire à terme défini (court ou long), mais plutôt autant de mémoires que de codes différents avec, - peut-être, chacune leur durée de vie propre :

> (...)Freides (1974) a noté que le déclin de la mémoire auditive et temporelle était plus rapide que celui de la mémoire visuelle et spatiale. On peut critiquer cet argument car les méthodes utilisées pour tester la mémoire visuelle et spatiale sont toujours des méthodes de reconnaissance; si l'on essayait d'employer une méthode d'évocation, il n'est pas certain que le déclin de la mémoire spatiale et visuelle serait moins rapide.(ROSS et FURTH, 1987, p.722, déjà cité)

Au-delà du RIS, le "premier" code qui intervient en situation de lecture de texte, est probablement acoustique. Pour certains auteurs que nous avons cités, idéalement, cela devrait aussi être le cas en lecture à vue de partitions[1], comme "voie royale" du déchiffrage (voir le chapitre 0). Dans un deuxième temps, en fonction des demandes de la tâche, l'information stockée dans ce format acoustique serait recouverte (elle reste peut-être accessible) d'une information d'un autre format (transfert modal), comme le contenu "sémantique" d'un texte, - pour autant que le lecteur reconnaisse ou attribue une signification aux mots qu'il lit (par association de consonance avec un autre mot, par racine ou décomposition en deux mots ou parties de mots, ...).

Dans la tâche de lecture à vue, l'objectif n'est pas de retenir l'information sous une forme ou sous une autre, le plus longtemps possible, mais peut-être aussi d'attribuer des codes entre les marques de segmentations de la partition.

L'analogie de "mémoire tampon" que nous avions donnée au début du chapitre est ici aussi parlante : le contenu de cette mémoire tampon est soit transféré dans une banque de donnée "formatée" de manière à être retrouvée rapidement (mémorisée), soit envoyé au travers d'une interface vers les effecteurs moteurs d'un individu.

---

[1] l'accès privilégié à la MLT pour les lecteurs experts proposé par WOLF irait à l'encontre du format acoustique de la lecture à vue attendu par ces auteurs (voir p.100 / mémorisation et stockage en MLT).

Le format de transfert modal est donc aussi choisi en fonction de la destination et de sa récupération future, ou immédiate. En effet, à moins de concevoir les mémoires, réduites à l'une de leurs plus simples expressions, - la MI telle que définie plus haut, il nous faut considérer la dynamique de l'information qu'elles contiennent : nous pensons qu'il n'est pas de mémoire qui n'opère des transformations sur les données, ou ne se prête à des classifications, des connections, des réorganisations continuelles. On l'a dit, nous ne sommes pas des enregistreurs analogiques (voir le chapitre sur l'échantillonnage).

Accès, organisation et structure de la MCT et de la MLT

A l'image d'un traitement composé de plusieurs modalités (que nous qualifions de "plurimodal") selon les caractéristiques des stimuli, une organisation similaire de la MLT permettrait un recouvrement rapide des données stockées, suivant un parcours peut-être hiérarchisé en structure arborescente, bien que le modèle de MANDLER nous paraisse trop rigide :

> Mandler (1967) conçoit l'organisation de l'information en MLT comme la construction de blocs d'informations de plus en plus complexes mais dont le nombre d'éléments à chaque niveau est de l'ordre de 5. Aussi peut-on soutenir que la limitation de capacité n'est pas propre à la MCT. (RICHARD, 1987, p.987)

Faut-il rapprocher ce nombre 5 du nombre "magique" 7 ± 2 de MILLER que nous citons plus loin, ou plutôt des 4 modalités de codage que nous avons distinguées dans l'activité de lecture à vue? La qualité des 5 blocs d'informations possibles de niveau à niveau n'est pas définie; par ailleurs, leurs natures mouvantes d'un niveau à l'autre, en contradiction avec le modèle de MANDLER, nous semblent induites de celui de VINTER et MOUNOUD auquel nous avons adhéré (voir codes et représentation au chapitre 5).

Nous émettons aussi quelques réserves quant aux affirmations de RICHARD ci-dessous :

> (...) l'accès à l'information ne s'opère pas de la même façon en MCT et en MLT, lorsqu'il s'agit pour le sujet de reconnaître une information, c'est-à-dire de rechercher s'il existe en mémoire une trace de cette information. Dans le premier cas, l'accès est séquentiel : il faut balayer successivement le contenu de la MCT. Dans le second cas, l'accès à l'information en mémoire est direct et ne nécessite pas un parcours du contenu de la mémoire. (RICHARD, 1987, p.1006)

Cette vision unidimensionnelle et unidirectionnelle de la mémoire ne nous satisfait pas, encore une fois, elle s'accorde peut-être avec la MI, c'est-à-dire avant que le début d'une organisation, d'une restructuration intervienne dans la MCT. L'identification et la reconnaissance d'un *pattern* en lecture à vue, devraient idéalement susciter de nombreux aller et retour ainsi qu'un accès répété à diverses modalités du stockage de la même information (voir chapitre suivant), indifféremment de la MCT ou de la MLT.

De même, nous pensons qu'une modalité unique de stockage de l'information en mémoire n'est pas souhaitable, même si elle économise théoriquement des temps de conversion transmodale :

> (...) il est très difficile de déterminer la signification des signaux sensoriels. Mais il est clair que les processus de pensée doivent opérer sur

> la base d'un codage interne quelconque, codage qui rende compte de la signification du matériel auquel on pense, et non de sa représentation physique. Pour faciliter l'accession de l'information en MLT, il serait utile que toute information soit transformée en une même forme commune. (LINDSAY et NORMAN, 1980, p.318)

L'uniformisation des modalités de codage en mémoire conduit à des phénomènes d'interférence et à la confusion lors de la récupération d'une donnée. Nous verrons que l'information est d'autant mieux gérée en MCT lorsque les éléments qui la composent sont regroupés en formes distinctes.

Une certaine confusion règne aussi dans les hypothèses de Sloboda, ses arguments nous paraissent peu sûrs :

> Thus it appeared that the musicians' superiority arose because of more efficient storage of the material in some non-verbal, non-acoustic type of memory. It seemed as though the visual input was obtaining direct access to some abstract form of representation which was not aurally based. The precise nature of this representation is yet unknown, although visual contour seems to be an important aspect of the input for musicians (Sloboda, 1978). In a sense, independence of the reading system from vision-to-sound translation is not surprising. Proficient readers are always looking at one thing while listening to something else, simply because they read ahead. (SLOBODA, 1978, p.14)

Cette quête insistante de la forme unique fait fi de la diversité des individus et des modalités de traitement plurielles, des parcours sériels et parallèles de l'information.

> Is the representation acoustic (a set of imagined sounds), articulatory (a set of specifications for muscular movement), or what? (...) (SLOBODA, 1978, p.14, déjà cité au chapitre 5)

La tâche de lecture à vue fait appel aux échanges, au transfert de l'information entre la MLT et la MCT. Dire que les bons lecteurs se reposent plus spécifiquement sur celle-ci que sur celle-là (WOLF, 1976, déjà cité), c'est éluder toute l'étendue du transfert de l'information de l'une vers l'autre dans l'activité elle-même. Nous verrons à ce propos (point 9) les notions de traitement "dirigé par données ou par concepts".

En regard des codes, nous avons suggéré un échange intermodal, comme par exemple entre les modalités de code acoustique et sémantique dans le cadre de la lecture de textes, mais nous nous refusons à privilégier un code exclusif qui se substituerait finalement à tous les autres. Notre hypothèse est fondée sur un traitement que nous avons appelé *plurimodal* de la partition (voir l'expérimentation) dans lequel interviennent les quatre (au moins) modalités que nous avons distinguées.

L'empan de la MCT

Dans une conception plurimodale de la MCT, l'empan va dépendre non seulement de la rapidité d'encodage (voir le chapitre 5) mais aussi de la qualité du transfert intermodal, transfert qui devrait permettre de générer de "meilleures" formes, plus maniables et mieux différenciées.

> Miller (1956) a rapproché la taille de l'empan mnésique du nombre de catégories utilisables dans les jugements portant sur des continuums

> unidimensionnels (luminosité, intensité sonore, taille, etc.) et suggéré l'idée que la limitation des capacités de traitement pourrait se situer dans le nombre d'unités d'informations qui peuvent être manipulées en restant distinctes et sans qu'il y ait confusion entre elles. Suivant les dimensions sensorielles le nombre de catégories utilisables sans erreur est en effet de l'ordre de sept (plus ou moins deux), ce qui correspond aussi au nombre de termes désignant les échelons d'une dimension. (RICHARD, 1987, p.986)

Nous avions annoncé plus d'une dimension en jeu dans la lecture à vue : visuelle, kinesthésique, acoustique, théorique, autant de modalités qui devraient assouplir les limitations de cet empan de la MCT et multiplier en quelque sorte le "nombre de places disponibles"... par 4 !?! Est-ce que les expériences qui ont fait ressortir un nombre limite indicateur d'un empan de la MCT (ou MI) offraient la possibilité aux sujets d'opérer un traitement plurimodal des données ou au contraire n'engageaient a priori qu'une seule dimension? Nous verrons au point suivant, les stratégies soupçonnées de pallier à cette limite absolue.

> (...) le nombre d'éléments ou de groupements de même type qui peuvent être facilement maniés par les adultes est seulement de cinq. (ROSS et FURTH, 1987, p.718)

Rappelons-nous l'expérience de BEAN (1938) dans laquelle il avait mis en évidence chez ses sujets pianistes à l'aide d'un tachistoscope, un score moyen de cinq notes saisies en une seule fixation.

> For the ten professionals, mean recall was almost five notes per presentation in both categories. Bean accounts for the differences in recall between the two groups on the basis of reading strategies. Of the ten professionals, eight were "pattern-readers" according to Bean; many of the nonprofessionals read the music note-by-note. (WOLF, 1976, p.151, déjà cité)

Ce score n'est pas un bon indicateur de l'empan de la MCT en lecture à vue, nous l'avons déjà relevé, il s'agit ici d'une tâche de rappel dans l'ordre, plutôt du registre de la MI. Cette tâche ne permettait pas aux lecteurs d'effectuer plusieurs fixations visuelles ni d'opérer quelques traitements organisateurs propres à la MCT que nous allons maintenant passer en revue.

Chunks, auto répétition, association

Dans les expérimentations qui ont tenté de mesurer les empans de la MCT, les chercheurs ont distingué trois stratégies adoptées par les sujets pour y retenir le plus d'informations : l'auto répétition (*rehearsal*), le groupement en unités signifiantes (VIVIANI, 1987) (*chunking*[1]) et l'association avec de l'information déjà en MLT.

DAS respecte avec CORBALLIS deux subdivisions de l'auto répétition et attribue des modes de traitements spécifiques à chacune d'elles :

> Corballis (1969) found essentially two rehearsal strategies : cumulative rehearsal of all items following presentation of each new one (evidently successive) and rehearsal by groups wherein each set of two to four items

[1]Chunking : process whereby distinct "bits" of information are collected together perceptually and cognitively into larger, coordinated whole, or "chunks" (REBER, 1985, p.122).

> would be rehearsed (simultaneous processing). Another process similar in some of its results to rehearsal is chunking (Johnson, 1970; Miller, 1956), thus increasing the amount of information held in memory without increasing the absolute number of items. In the present context, this is clearly simultaneous processing, the synthesis of a set of items into one item. (DAS, KIRBY et JARMAN, 1975, p.99)

L'auto répétition "de maintien" d'une succession de notes n'est sans doute pas une tactique applicable telle quelle à la lecture à vue, mais elle est souvent le biais utilisé par de faibles lecteurs dans le but de mémoriser une pièce, bout à bout, "dans les doigts" : à force d'en rabâcher un passage, il finit bien par s'automatiser et s'incruster en MLT sous une forme hybride à peine déguisée de "doigts" et de sons subséquents.

La "répétition par groupements" dans laquelle chacun d'eux conserve l'ordre de présentation initial des items se distingue de la stratégie de "chunking" qui, disposant de plus de libertés, transcende les droits de préséance d'une note par rapport à sa suivante, et rassemble des notes selon des relations plus subtiles entre elles (voir aussi l'identification de *patterns* au chapitre suivant).

> (...) sur la limitation de la capacité de la mémoire. C'est lui (Miller 1956) qui a émis l'idée qu'on surmonte cette limitation de l'empan mnémonique par le groupement d'ordre supérieur (chunking), terme assez général qui signifie que les éléments sont organisés de façon à occuper dans l'empan mnémonique la place correspondant à un élément. (ROSS et FURTH, 1987, p.717)

Nous pensons que l'accession à ce registre "supérieur" n'est ni irréversible ni définitive. Nous avions attribué une mobilité intrinsèque aux items constitutifs de ces unités de représentations ainsi qu'un réseau interne de connections entre elles, intime et personnel (voir codes et représentations).

> La MCT a une capacité limitée à 4 ou 5 unités de représentation (chunk en anglais). Une unité de représentation est un stimulus ou une partie d'un stimulus qui a un sens familier pour le sujet. Par exemple, pour un francophone, la syllabe "QAK" comporte trois unités de représentation : Q, A, K alors que le mot "anticonstitutionnellement" est une seule unité de représentation (Simon, 1969) (HOC et NGUYEN-XUAN, 1987, p.1719)

Le "chunking" ou groupement en unités signifiantes fera l'objet du chapitre suivant, nous pouvons déjà annoncer qu'il est un instrument privilégié de la lecture à vue, et qu'il ne fait pas forcément appel à l'information stockée en MLT (voir le chapitre 9 : "data driven, top down processing") au contraire de la tactique de la recherche des correspondances ou des associations, qui elle, repose essentiellement sur les accès en MLT et sur la diversité et l'éventail du matériel déjà stocké. Aussi, la méthode des associations renforce une mémorisation à plus long terme qu'il ne serait nécessaire à l'exécution presque immédiate de la tâche de lecture à vue :

> (...) plus le traitement utilise les associations qui existent entre les items à apprendre et la connaissance déjà en mémoire, meilleur est le recouvrement ultérieur de l'item. (LINDSAY et NORMAN, 1980, p.352)

Encore une fois, les contraintes spatio-temporelles propres à la lecture à vue, restreignent considérablement la profondeur des traitements opérés sur le

stimulus visuel : mais n'oublions pas que l'ambition du lecteur expert n'est pas d'apprendre la partition par coeur, au fur et à mesure de sa lecture!

Nous avons fait l'hypothèse d'une structure *plurimodale* de la mémoire à court terme en situation de lecture à vue, il nous reste à voir comment se structure la mémorisation d'une pièce en MLT, quels sont les codes privilégiés et les traitements en fonction aussi bien dans l'apprentissage que dans le recouvrement de l'information.

> It seems to be part of musical folklore that good sight-readers have poor musical memories, but the reason for this is probably that they do not need to develop efficient memorizing strategies, rather than that they are incapable of so doing. (SLOBODA, 1978, p.4)

Mémorisation, stockage en MLT

Si les bons lecteurs évitent de conserver en permanence un stock plus ou moins étendu de morceaux pour leur répertoire, en les jouant régulièrement de manière à ne pas les "perdre", c'est peut-être qu'ils préfèrent réserver leur mémoire à un inventaire - autant qualitatif que quantitatif - de *patterns* musicaux (voir 9) et aussi, qu'il leur faut peu de temps pour apprendre une nouvelle pièce par coeur, si nécessaire (voir plus loin (NUKI, 1984)).

> Making use of Miller's (1956) "magic number" and other memory theory summarized in Gregg and Simon (1967), they lay down two fundamental principles : first, that the number of chunks of information which the human mind can deal with at any one time is 7 ± 2, and, second, that these chunks of information can be transferred from short term to long term memory systems at the approximate rate of one chunk every 5 sec. (WOLF, 1976, p.155)

Nous suggérons que la rapidité de mémorisation va non seulement dépendre de la pertinence des modalités de codes choisis et des transferts d'une modalité à l'autre, mais aussi, de l'ampleur des "chunks" et des correspondances établies avec leurs partenaires résidents déjà dans la mémoire de l'individu (voir 9).

Dans une tâche de mémorisation chez des pianistes, NUKI (1984) a observé les meilleures performances chez les sujets qui auraient utilisé - exclusivement - un code visuel-acoustique (oreille intérieure) qu'il définit en ces termes :

> The C (=composition) group subjects, who were able to complete memorization in a short amount of time, relied mainly on visual memorization. This means that just by viewing the music score, they were able to hear the music with an "inner ear". This ability has an intimate connection with solfège abilities and the ability to "hear" the score through visual images. However, if this ability is not highly refined, memorization through visual methods would be difficult. Therefore it could be postulated that if a person has solfège abilities to the extent they can create auditory images from written notes, the visual method of memorization, being the fastest, is desirable. (NUKI, 1984, p.160)

Nous retrouvons ici cette "voie royale" de l'oreille intérieure esquissée par TOURNIER :

> L'audition intérieure est avant tout une mémoire d'éléments appris et retenus et, comme telle, la somme d'un grand nombre de mémoires partielles, psychiques et sensorielles. (TOURNIER, p.44)

Nous soulignons ici, une confusion terminologique qui apparaît dans les définitions de NUKI et de WOLF, à propos de la modalité visuelle; NUKI (voir ci-dessus) définit sa "*visual memorization*" : "just by viewing the music score, they were able to hear the music with an "inner ear"" tandis que WOLF parle de "*visual imagery*" dans ces termes : "seeing the notes as the keys of the keyboard." (WOLF, 1976, p.158) Ces deux auteurs font appel à des représentations bien différentes, sous le couvert de dénominations semblables, ils mélangent quelque peu leurs "pinceaux de couleurs" en brassant des modalités distinctes : le premier (NUKI), relève les compétences d'un encodage acoustique et le second (WOLF) kinesthésique, mais ni l'un, ni l'autre ne fait appel à notre sens à une modalité essentiellement visuelle d'encodage.

L'audition intérieure est un acquis sans doute important pour un musicien mais sans pour autant lui accorder l'exclusivité ou la priorité ni pour la lecture à vue ni pour la mémorisation, au contraire des conclusions que l'on pourrait tirer des travaux de Nuki :

> Three methods, visual, acoustic, or kinaesthetic were given, and the subjects were asked to choose which method they used. The results indicated that those using the visual method tended to be the quickest in memorization, followed in order by the acoustic, mixed and kinaesthetic. However, there were users of each method who were not able to complete memorization. Excluding those persons, the mean required memorization time and Standard Deviation was as follows:(NUKI, 1984, p.160)

	Mean time (min.)	SD
Visual	42.85	11.66
Kinaesthetic	58.00	4.00
Acoustic	54.44	5.98
Mixed	57.50	4.33

Nous pourrions critiquer la démarche méthodologique de NUKI, en particulier sa classification en quatre groupes et l'appartenance discutable de chacun de ses sujets à l'un ou à l'autre groupe selon leurs propres aveux tirés d'une introspection "collaborante". On a vu en effet la difficulté d'un lecteur expert à définir son savoir-faire et à s'entendre sur les mots d'une définition.

En effet, selon nos hypothèses et les interprétations d'autres recherches déjà citées, cette mémorisation "pseudo-visuelle" décrite ici, est aussi tributaire d'une aptitude à repérer des *patterns* signifiants (voir le chapitre 9), facilement encodables, et non pas uniquement d'une oreille intérieure. Si le sujet n'opère pas de regroupements acoustiques (p. ex. une mélodie transposée, redondance d'un thème exposé), l'oreille intérieure risque de saturer la MCT d'un surplus d'informations dont elle aurait pu faire l'économie.

Cette exclusivité de transfert visuel-acoustique sous-entend un format acoustique de la MLT, nous avons vu que cela n'est pas envisageable (voir le chapitre des codes). Aussi, derrière cet apparent traitement exclusivement visuel-acoustique (''oreille intérieure''), se sont développées parallèlement des compétences multiples de traitements différenciés de l'information visuelle de la partition, qui vont aider considérablement à la mémorisation de cette information. NUKI dans ses conclusions est d'ailleurs plus nuancé, il mentionne d'autres facteurs catalyseurs de la mémorisation :

1. Basic to memorization of the piano piece was solfège abilities. The higher were the abilities to listen and visualize the music score with an inner ear, the quicker and more accurate was the process of memorization. If this ability is refined enough, memorization can be accomplished through the visual method without making a sound. In such case, tonal image plays an important role.
2. Even with the same level of solfège ability, the C group's attempts at memorization were superior and took less time than the attempts of P group. The ability to thoroughly grasp musical structure through extensive training in harmony and compositional elements are factors in memorization. (NUKI, 1984, p.161)

NUKI accorde également au code que nous avons appelé "théorique" une part de responsabilité dans le stockage d'une nouvelle pièce. Encore une fois, nous pouvons faire l'hypothèse que l'identification dans la partition de correspondances avec des formes théoriques (tonalité, cadences, style) déjà résidentes en mémoire pourrait favoriser le recours à cette modalité pour retenir quelques articulations de la pièce.

Nous pouvons reprendre la notion de profondeur de traitement, non seulement dans le sens d'une analyse théorique approfondie d'une oeuvre, mais surtout dans la recherche de sa "logique interne", des rapports entre les éléments ("chunks") qui la composent, selon diverses modalités.

Ces associations vont également jouer le rôle de renforçateurs de la conservation de l'information en mémoire et d'inducteurs de l'accès à cette information :

> Apprendre à organiser le matériel à mémoriser pour le rendre accessible au besoin, constitue la clé de toute méthode favorable au développement des systèmes de mémoire. (...) ils enseignent des techniques visant la formation délibérée d'associations entre items qui s'avéreront fort utiles lors du recouvrement ultérieur d'une information spécifique. (LINDSAY et NORMAN, 1980, p.356)

Nous avions dit que les sens d'une partition sont des rapports à la fois rythmiques et spatiaux entre les notes. Si le lecteur cherche à discerner ces rapports, plutôt que de simplement repérer des apparitions de notes, la rétention de l'information sera meilleure, exactement comme dans la situation de lecture de texte :

> Quand la tâche est de vérifier la présence d'une ou plusieurs lettres dans un mot présenté visuellement, un traitement d'identification du graphisme est suffisant. Quand il faut juger le mot relativement à son agrément, un traitement sémantique est nécessaire. Si, une fois la tâche réalisée, le sujet est invité à rappeler les mots, la performance est meilleure pour la seconde tâche que pour la première. (...) (RICHARD, 1987, p.992)
>
> Cette liste de tâche est ordonnée suivant un accroissement de la profondeur de traitement. Chacune fait appel à un niveau d'analyse différent et d'une tâche à l'autre, on pousse de plus en plus profondément l'interprétation significative et sémantique des items. (...) à différents niveaux d'analyse correspondent des performances mnémoniques fort différentes. (...) les tâches qui exigent un niveau d'analyse supérieur s'avèrent des stratégies mnémoniques beaucoup plus efficaces que ne l'est la simple autorépétition de maintien. (LINDSAY et NORMAN, 1980, p.355)

En résumé, nous avons proposé que les mémoires disposent d'une structure plurimodale dynamique, que leurs empans respectifs sont liés, d'une part, à une organisation de l'information en unités distinctes et d'autre part, à la rapidité de transfert d'une modalité à l'autre.

9 PATTERN ET ANTICIPATIONS

Nous reprenons dans ce chapitre les principaux thèmes que nous avons déjà abordés, mais cette fois pour donner corps aux procédures d'identification des patterns musicaux.

Définitions chunk, patterns

Nous avions déjà laissé échapper quelques définitions que nous rappelons :

> (...) sur la limitation de la capacité de la mémoire. C'est lui (Miller 1956) qui a émis l'idée qu'on surmonte cette limitation de l'empan mnémonique par le groupement d'ordre supérieur (chunking), terme assez général qui signifie que les éléments sont organisés de façon à occuper dans l'empan mnémonique la place correspondant à un élément. (ROSS et FURTH, 1987, p.717)

> La MCT a une capacité limitée à 4 ou 5 unités de représentation (chunk en anglais). Une unité de représentation est un stimulus ou une partie d'un stimulus qui a un sens familier pour le sujet. Par exemple, pour un francophone, la syllabe "QAK" comporte trois unités de représentation :Q,A,K alors que le mot "anticonstitutionnellement" est une seule unité de représentation (Simon, 1969). (HOC et NGUYEN-XUAN, 1987, p.1719)

> All the pianists interviewed unanimously agreed that musical sight-reading was essentially a task in pattern recognition (i.e. in recognizing familiar musical configuration on the printed page):(...) To a musician, the term "familiar pattern" needs no explanation. Configurations of notes on a page of music serve much the same function for him that letters do for the reader of conventional text. Both notes and letters are the building blocks of larger symbolic units. It is the larger units, not the letters or notes, which the skilled reader or musician makes use of when he reads. Kolers (1970) has pointed out that skilled reading does not involve letter-by-letter processing; rather, larger configurations, such as words and phrases, are processed as single units of information. (WOLF, 1976, p.145)

Il n'est pas sûr que la notion de "pattern familier" n'aie besoin d'éclaircissements! Qu'est-ce qu'un *pattern* en situation de lecture à vue, et comment le repérer, visuellement, mais sous toutes ses formes (kinesthésique, acoustique, visuelle, sémantique, syntaxique, posturale, etc.)?

> What is a "familiar musical pattern" and what clues does a musician need in order to recognize it? (WOLF, 1976, p.146)

Notre définition du *pattern* fait directement référence à la notion de sens que nous avons élaborée au cours des chapitres précédents, en termes de rapports spatio-temporels, de modalité et d'échantillonnage : un groupement de symboles musicaux, mis en forme et qui prend soudain un sens pour le lecteur. Nous verrons que le pattern musical traduit des changements d'états, de configurations et qu'il est par là-même, aussi *signifié* dans sa qualité d'instrument opératif à disposition du lecteur (voir les codes au chapitre 5).

Ces rapports aux changements d'états vont induire dans l'identification de *patterns*, d'une part, les notions de prédictibilité et d'anticipation, et d'autre part, notre idée de "plurimodalité" du traitement de l'information visuelle. Nous

voyons que la définition d'un *pattern* est dépendante de son identification par le lecteur, ainsi que de la palette des instruments à sa disposition.

Echantillonnage

Nous l'avons dit, l'écriture de la musique est un échantillonnage d'un flux continu d'énergie, une succession de changements d'états de configurations spatiales représentés sur le papier (découpage du flux sonore en unités informationnelles discrètes). L'unité de temps minimale[1] entre deux changements d'états définit le pas d'échantillonnage, durée étalon de référence rythmique signifiante (temporelle). Par contre, lors de la lecture, le pas d'échantillonnage[2] ne devrait pas rester le même, mais plutôt varier en fonction de l'identification d'unités signifiantes ("patterns").

Le rythme qui renvoie directement aux changements d'états peut être décomposé en ces unités de temps minimales (pas d'échantillonnage). Quant aux *patterns*, ils n'apparaissent pas réguliers en fonction du temps, à l'image des fixations visuelles et des mouvements des yeux en général, ils ne sont pas non plus continus, ils ont un début et une fin (unités informationnelles discrètes). Aussi, l'approche de la lecture à vue qui ferait battre le temps à sa plus petite unité, empêche l'identification de *patterns* (qui n'ont justement rien à voir avec ces petites unités temporelles). La lecture note-à-note et temps-à-temps est une stratégie de découpage systématique ("échantillonnage indépendant du champ") qui réduit la lecture à l'association Stimulus-Réponse sans tenir compte du caractère anticipateur - intelligent - de l'identification d'unités signifiantes plus globales, -plus musicales...

Le lecteur devrait donc moduler le pas d'échantillonnage en fonction des unités saisies calquées sur ses propres modèles de représentations (*patterns* identifiés ou familiers) et non pas d'un rythme réduit à sa plus petite expression signifiante (p. ex. triple croche ou croche).

> Certaines observations suggèrent en effet que le découpage perceptif est, dans une certaine mesure, calqué sur le découpage du message physique en unités signifiantes. (VIVIANI, 1987, p.1684)

Nous avons aussi dit que le sens d'une note, c'est sa relation à d'autres notes; une unité signifiante, c'est un réseau de relations entre les symboles musicaux qui sont partiellement mises à découvert par l'éditeur et identifiés par le lecteur (reconnaissance de forme), c'est aussi une unité d'information du message qui est décodée et interprétée.

Quels sont les indices visuels de segmentation du message qui vont permettre l'identification d'une unité, le repérage de patterns sur une partition? Différents chercheurs s'étaient appliqués - il y a déjà cinquante ans de cela - à modifier la présentation de structures rythmiques, de manière à en faire ressortir graphiquement une logique relationnelle :

> The studies of three other researchers are especially significant for the present concern because they represent attempts to increase the clarity of rythmic relationships by making music notation more logical.

[1] voir l'expérimentation : le choix de quantification

[2] modèle d'échantillonnage et modèle de représentations (:= patterns) sont différents : voir le point "Echantillonnage et écriture".

> Wheelwright (1939) found that patterns of notes are perceived with more accuracy when spaced in ratio to their represented time values, than when they are traditionally printed. Kendall (1966) developed a "sausage notation" in which note heads were elongated according to their duration. Osborn (1966) pointed out that the representation of Kendall's note durations was only approximate, the measure lines were not equidistant, and the positions of the individual beats within the measure were not indicated. He proposed a modification of Kendall's notation that would eliminate these shortcomings. Kendall and Osborn's notations are intended primarily as an introductory method for beginners, with the inference that they are more logical than conventional notation in their mode of presentation. (GREGORY, 1972, p.462-463)

A notre connaissance, ces travaux n'ont pas trouvé d'application dans les pédagogies usitées de nos conservatoires.

Unités informationnelles discrètes

Comme dans un texte où les signes de ponctuation ont été mal placés et rendent le contenu difficilement compréhensible en première lecture, l'éditeur de partitions est responsable de la répartition et de la mise en évidence des unités informationnelles de l'écriture destinée au "public" de pianistes.

> Der Notenstecher kann nicht wie der Schriftsetzer unter den vielen Letterformen die wählen, die den Inhalt und Rhythmus des Textes besonders lebendig machen. Die Form der Einzelnote lässt keine Varianten zu. Daher muss er versuchen, durch eine übersichtliche Gruppierung horizontaler oder vertikaler Einheiten Notenbilder zu schaffen, die zugleich eine Ahnung vom Charakter der Musik vermitteln. Je mehr er von Musik versteht, desto besser wird ihm die Aufgabe gelingen. Ubersichtlichkeit ist oberstes Gebot. Der Taktraum ist der Leseschwierigkeit anzupassen, d.h., er darf weder zu weit, noch zu eng sein, auch nicht willkürlich die Dimension verändern. In polyphonen Stücken müssen die Fäden des Stimmengeflechts leicht zu verfolgen sein. Die Anzahl der Zeilen pro Seite sollte nicht über sechs hinausgehen, damit sich ein gutes Gesamtbild ergibt. (HERMANN, 1971, p.85)

Une autre différence (on l'a vu dans "le soin de l'écriture" p.20) entre une partition et un texte écrits, réside dans la palette des marques de segmentation usuelles des diverses unités qui guident le regard dans la lecture. Si le texte dispose de l'espacement entre les mots, signes de ponctuation, polices de caractères et autres paragraphes, il ne subsiste guère autant de variétés dans une partition : seule peut-être la barre de mesure présente une fonction de repère analogue à la ponctuation d'un texte. L'éditeur musical s'accorde de relativement peu de moyens graphiques pour mettre en évidence les unités de la composition.

Le lecteur d'une partition doit le plus souvent discerner de lui-même les groupements qui pour *lui* sont des signifiants, il ne peut pas faire appel à ces véritables "guides" de lecture du contenu signifié, que sont les simples signes de ponctuation, par exemple.

Du point de vue de l'écriture musicale, l'absence ou le peu de repères visuels pertinents permettant un découpage de l'information, devrait inciter le lecteur à apprendre à opérer les regroupements d'unités sur la base de la partition en faisant nécessairement appel à différents canaux de traitement comme nous l'avons déjà supposé.

Aux yeux d'un lecteur novice, il n'y a que peu d'indications visuelles (signes) qui segmentent aux premiers coups d'oeil des groupements signifiants dans une partition :

> (...) we know very little about how young or beginning readers of music learn to perceive and take advantage of the redundancies and systematic organization of music notation. (PICK, UNZE, METZ et RICHARDSON, 1982, p.33)

Le lecteur devra progressivement apprendre à placer lui-même ses marques, suivant la structure (adaptée de ses propres modèles de représentations, ou schèmes[1]) qu'il décèle au plus profond de l'écriture :

> (...) span is not constant but appears to "jump" from one phrase boundary to the next, suggesting that readers are treating the phrase as some kind of "unit". This appears to be not simply a matter of picking out a visual boundary (like using gaps between words in prose reading, Hochberg, 1970), but of using the structure of the music itself to relate notes within a phrase to one another. This was shown by an experiment (Sloboda, 1977) in which musicians were asked to read musical passages, of which some conformed to the conventional rules of melodic progression, and others did not. It was found that span decreased for the unconventional melodies, as did the tendency for span to coincide with a phrase boundary (defined rhythmically). Thus we may conclude that one of the factors allowing good readers to hold larger "chunks" of musical material in memory is their ability to organize the material into groups of notes having higher-order interrelationships. The effects of "redundancy[2]" on memory for linguistic material has been amply demonstrated in the psychological literature. (SLOBODA, 1978, p.13)

SLOBODA touche ici au coeur du problème tel que nous l'avons envisagé : la tâche de lecture de partition est d'abord une quête systématique de relations, sous toutes les formes que nous avons distinguées (plurimodalité). Nous avions aussi défini le sens musical comme la reconnaissance de notes mises en relations les unes avec les autres. -Quelles notes se rapportent à quelles autres?

Nombre de ces rapports sont rendus accessibles à l'auditeur (sans cela, la musique n'aurait aucun sens à ses oreilles), mais ils ne sont pas signalés dans l'écriture musicale de façon aussi explicite et spontanée. Au contraire de l'écriture de texte, où la graphie privilégie une segmentation rigoureuse en unités signifiantes, l'écriture de la musique aura préféré mettre en évidence la contrainte rythmique du tempo (barres de mesures et temps forts de la mesure) aux dépens de la graphie d'unités, de relations entre les notes, irréductibles aux quelques événements (changements d'états) qui surviennent à l'intérieur d'une seule mesure.

> Dans la lecture on doit passer non plus d'une forme entendue au sens, mais d'une forme vue au sens. La forme écrite diffère de la forme orale en ce sens que les marques de segmentation sont différentes. Pour l'oral elles reposent sur des paramètres de la parole : variations des durées vocaliques, distribution de l'accent, séquences particulières de phonèmes, etc. Dans l'écrit le signe intervalle est utilisé à cette fin. Il doit donc se constituer un savoir lié à l'écriture, mais permettant de mettre en

[1] cf. "domaine opératif" et "modèle de représenation et modèle d'échantillonnage"

[2] One usually speaks of redundancy in terms of the predictability of the letters or words based upon what has gone before. REBER, A. Dictionary of psychology.

> correspondance paroles entendues et texte lu (M.F. Bresson, 1983). (BRESSON, 1987, p.954)

Seuls peut-être les *patterns* rythmiques (comme nous le verrons plus loin) sont aisément identifiables de par leur graphie répétitive qui ressort d'une vue d'ensemble de la partition. Mais là encore, l'espacement entre les notes n'est pas proportionnel au rythme et l'écriture des formes rythmiques d'un même contenu musical peut présenter des variations considérables indépendamment de la similitude sonore.

La partition en rapport au texte offre sensiblement moins d'indices qui pourraient guider l'oeil vers des regroupements signifiants, non seulement quant aux accessoires (ponctuation, espacement, ...) mais aussi quant à la régularité des formes.

Les travaux de LEVY-SCHOEN ont bien montré la fonction des espaces entre les mots dans l'ajustement des fixations visuelles lors de la lecture :

> La théorie proposée comme l'aboutissement de nos recherches est dite "stratégie et tactiques". Les règles de fonctionnement s'organisent ainsi: une stratégie globale incite le regard à se déplacer d'un mot au suivant, vers la position présumée optimale. Cette stratégie est économique parce qu'elle ne se base que sur des indices visuels faciles à extraire (début et fin des mots). Mais, on l'a vu, elle peut amener à des visées inefficaces. Dans ce cas, un ensemble de tactiques locales de récupération permet alors d'interrompre ce mode de fonctionnement et de réajuster la visée en fonction d'un traitement plus élaboré des informations visuelles et linguistiques recueillies. (LEVY-SCHOEN et O'REGAN, 1989, Paris, p. 752)

L'espace à contrôler du regard étant plus grand, la lecture à vue de partitions nécessitera d'autant plus de réajustements et de fixations visuelles pour en identifier chacun des groupements signifiants.

Mouvements des yeux

> Clearly, with an average visual grasp of only three to five notes, the reader, in achieving the composer's intent, must be capable of making musical sense from a relatively small group of notes. (MACKNIGHT, 1975, p.24)

Nous rejetons ici la proposition de MACKNIGHT, car l'identification d'un *pattern* musical nécessite pratiquement dans tous les cas, plus d'une fixation visuelle, comme pour la reconnaissance de configurations échiquéennes dont nous avons déjà mentionné le parallélisme avec la lecture de partitions :

> In Simon and Barenfeld's experiment, the actual eye movements of chess players were recorded. Fixations occurred around pieces of tactical significance (attacking, defending, attacked, defended) and involved the perception of relations between pieces on the board. The sequence of fixations indicated that no piece was fixated on (except the first) unless another piece, fixated immediately prior to it, stood in some significant relation to it. (...) Future fixation points are always visible peripherally from the fixation points which immediately precede them. (WOLF, 1976, p.154-155)

Le travail des yeux en saccades, dont nous avons parlé au chapitre troisième, risque bien d'inciter le lecteur "moyen" à focaliser son attention sur le point de

fixation (S) pour immédiatement transmettre une réponse (R) à ses doigts. Ainsi, il fonctionnerait aussi par saccades, échantillonnant le message en unités signifiantes réduites[1] - sans opérer de relations entre les notes (signifiés) pour la construction d'un modèle de représentation - comme il était dit plus haut: le découpage en unités informationnelles discrètes transcende[2] le découpage perceptif rivé aux unités physiques signifiantes.

Par contre, un lecteur expert, ne devrait pas "s'arrêter" à chaque fixation visuelle, il semble chercher à relier plusieurs fixations avant d'effectuer la commande motrice. Autrement dit, son objectif prioritaire sera de trouver des relations entre les notes qu'il a "focalisées". Par analogie avec le texte et la parole, nous serions aussi bien maladroits si nous tentions de prononcer ce que nous fixons par saccades dans un texte :

> (...) si les lettres n'ont aucun lien entre elles, seules trois ou quatre lettres d'une ligne sont clairement identifiables en une seule fixation. (LEVY-SCHOEN et O'REGAN, 1989, p. 747)

Rappelons les expériences de BEAN dans lesquelles certains de ses sujets étaient parvenus à identifier plus de notes selon le contexte et le contenu quand bien même ils ne disposaient du temps suffisant pour une seule fixation dans le tachistoscope :

> (...)BEAN (1938) presented notated melodies to adults tachistoscopically, at durations that allowed only one fixation, and he assessed how much of the melody could be read and played. He found that melodies that were ascending in pitch, descending in pitch, or that followed important harmonic combinations, e.g., a major triad, were much more accurately or easily read than were irregular or less systematic sequences, or those that contained many sharps or flats. (PICK, UNZE, METZ et RICHARDSON, 1982, p.33-34)

Nous voyons ainsi que cet empan de "lisibilité" dépend du sens musical, déjà au niveau du registre d'information sensorielle (RIS), c'est-à-dire des relations entre les notes présentées, de la familiarité de leurs voisinages réciproques aux yeux de la culture musicale du lecteur.

Nous avons parlé du rôle de la vision périphérique : elle guide le lecteur vers le prochain point de fixation, mais dans une certaine mesure aussi, elle identifie des "bonnes formes" musicales et fait l'économie de points de focalisations coûteux en temps (p. ex. pattern rythmique ou information redondante). Nous avons dit précédemment que l'écriture musicale ne disposait pas d'autant d'accessoires marquant les segmentations signifiantes, telle que pour l'écriture alphabétique[3], le point de fixation optimal serait d'autant plus ardu à trouver, - la dimension spatiale verticale des portées s'ajoutant à ces difficultés.

L'idéal d'un point de fixation optimal va pourtant à l'encontre de notre proposition d'un mode d'identification dynamique et "plurimodal" des *patterns*.

> La stratégie idéale serait à chaque fixation de guider le regard vers la position optimale dans le prochain mot ou groupe de mots.(...) Mais ce qui se passe est que cette visée optimale est impossible. Cela non

[1] voir notre définition opérationnelle du chunk dans notre expérimentation

[2] cf. la distinction entre modèle d'échantillonnage et modèle de représentation

[3] p.ex., l'accent grave sur le graphème "a" est aussi un signal qui éveille l'attention du lecteur sur une probable segmentation syntagmatique

> seulement parce qu'une visée précise est coûteuse en temps de préparation, mais aussi parce que la position optimale, comme on l'a montré, dépend des propriétés linguistiques particulières du mot, et qu'il faudrait donc pouvoir les connaître avant même d'avoir lu le mot, alors qu'il se trouve encore en vision périphérique. (LEVY-SCHOEN et O'REGAN, 1989, p. 752)

Unité initiale signifiante

Lors de la lecture de textes, le lecteur repère les limites de regroupements indiquées par les marques de segmentation que nous avons mentionnées plus haut, en plus, il sait qu'un phonème se compose de 1 à 4 lettres de même qu'un mot comprend généralement 1 à 3 phonèmes; en comparaison, un *chunk* correspondant en musique peut regrouper un nombre aussi variable de graphèmes.

A l'image d'une lettre qui ne se prononce pas d'une manière constante, mais s'articule dans un ensemble - syllabe ou phonème - la note musicale puise également tout son sens dans la forme à laquelle elle se rattache.

Une difficulté à déterminer ces "unités initiales" (reconnaissance de formes), réside dans la plurimodalité des formes disponibles en musique. Par exemple, une note présente dans un accord n'a pas seulement de sens par rapport à cet accord, mais peut se comprendre aussi comme le prolongement d'une voix de la polyphonie (voir le chapitre 5).

Rappelons-nous du code acoustique privilégié de la MCT : dès les premiers stades de saisies de l'information visuelle lors de la lecture de mots, la forme acoustique est également nécessitée pour l'identification du mot.

> Les recherches sont menées avec des techniques de discrimination mots/non-mots, par exemple, en introduisant des relations variables de voisinage phonétique entre mots et non-mots; des degrés de prononçabilité pour les non-mots, ou le nombre de mots qui peuvent être obtenus en variant un seul graphème(...). Les résultats d'un ensemble considérable de travaux menés sur des lecteurs exercés, montrent qu'il faut supposer que pour une partie la plus importante du lexique, il faut passer du graphème au phonème pour identifier le mot. Seuls les mots très fréquents pourraient permettre un passage direct d'une indexation graphémique à l'identification sémantique. Cette indexation phonématique n'implique pas que la lecture se fasse par une articulation, même silencieuse : les temps de lecture sont beaucoup trop rapides, pour les sujets de ces expériences, pour que l'on puisse supposer qu'ils articulent, même de manière simplement esquissée. (BRESSON, 1987, p.954-955)

Si les phonèmes correspondent à ces formes initiales qui permettent au lecteur d'identifier la plupart des mots de son vocabulaire courant, mais aussi des mots dont il ignore le sens, qu'en est-il de la lecture des notes? Même dans le cas d'une lecture d'un texte alphabétique dans une langue inconnue, le lecteur va procéder d'un enchaînement de phonèmes et non pas d'une lettre vers la suivante. Est-ce qu'il se trouve dans la musique, une unité supérieure à la note, à l'image du phonème et des lettres, qui interviendrait comme indicateur d'un minimum de sens? Peut-être s'agit-il à nouveau des doubles intervalles de temps et de ton : celui qui précède l'événement de la note et celui qui va suivre.

> "in unfamiliar styles (there) is a very severe problem. I mean to read something, let's say of a man whose style you don't know or maybe something very new in some way, why you just don't know whether you have hit the right notes. You can't predict what the man will do... you really have to look at each note separately." (WOLF, 1976, p.157)

L'identification d'unités initiales fait aussi appel aux modèles théoriques de traitement de l'information dirigé par données (bottom up processing) et dirigé par concepts (top down) dont nous allons considérer les rôles respectifs dans la lecture à vue, et plus particulièrement dans l'identification des *patterns*.

Top-down, bottom-up

> L'énorme quantité d'information contenue dans une image sensorielle ne sert habituellement pas à l'interprétation de sa signification. En fait, dans plusieurs cas, l'abondance des détails ne fait que compliquer le travail. Les ordinateurs qui essaient de lire des textes ou même de la musique imprimés, ou de décoder les formes d'onde du langage parlé sont facilement déroutés par les détails insignifiants au niveau des entrées, détails qui ne sont jamais remarqués par l'être humain qui exécute la même tâche. Des petites taches de saleté ou des brisures dans les lettres imprimées confondent les ordinateurs. Chez l'humain au contraire, même des erreurs graves comme des fautes d'orthographe passent souvent inaperçues. (LINDSAY et NORMAN, 1980, p.307)

> "(...)wenn Du schnell liesest, so mögen eine Menge Druckfehler vorkommen, Du siehst oder achtest sie nicht, wenn nur die Sprache Dir bekannt ist." (BEETHOVEN cit. in HERMANN, 1971, p.9)

L'expérience dite "de GOLDOVSKY" est relatée par différents auteurs, SLOBODA (1976b) s'en est même inspiré pour conduire une expérimentation contrôlée. Suite à une erreur d'impression, un sol dièse s'est glissé dans un accord de do majeur, à un endroit précis de la partition du Capriccio de BRAHMS, GOLDOVSKY en a profité pour soumettre ses élèves à un test de détection de l'erreur :

> Goldovsky devised an experiment to find out how many clues a skilled reader would need before he could find the incorrect note. His procedure was to tell subjects that the "Capriccio" contained a misprint. (...) Goldovsky proceeded to give them clues.(...) In more than half the cases, either the measure or the chord would have to be isolated before skilled readers could find the note and play what was actually written on the page. (...)Over a number of years, this test has been given to approximately 12 skilled sight-readers who are also pianists. (WOLF, 1976, p.169)

> Sloboda (1976b) studied misreading more systematically by introducing deliberate notational "mistakes" into pieces of music which subjects were asked to read. (...) total of 72 copying errors (...)These pieces were presented to a group of competent piano readers who were asked to sight-read each piece twice. (...)They had not noticed them, playing what ought to have been there rather than what was there. (SLOBODA, 1978, p.11)

Ces performances surprenantes donneraient à penser qu'un lecteur expert, soit, ne saisit pas toutes les notes parce qu'elles ne lui sont pas toutes également nécessaires pour effectuer la tâche, soit qu'il ne tient pas compte de ce qui ne correspond pas à ses attentes. Les sujets de GOLDOVSKY ou de SLOBODA

n'ont vraisemblablement pas remarqué les erreurs placées dans la partition, ils n'ont donc pas opéré de corrections conscientes.

Ainsi, l'identification de *patterns* ne dépend pas seulement d'une exploration exhaustive du stimulus, - des mouvements oculaires en particulier, dirigés exclusivement par les marques de segmentations (comme par exemple dans une langue alphabétique inconnue), car dans les situations où la "langue" est connue ("die Sprache ist bekannt"), intervient aussi le réseau de connaissances sémantique et syntaxique propres au lecteur (top-down processing).

> The phenomena known as "proof-readers' errors" has been long familiar to cognitive psychologists (Vernon, 1931, Pillsbury, 1897, Huey, 1908). This occurs because of the tendency for incorrectly spelled words to be overlooked when the miss-spelling is slight. This is one of many observations which supports the view that reading involves "top-down" or "conceptually driven" processes, as well as "bottom-up" or "data-driven" processes (Rumelhart and Siple, 1974, Smith, 1971, Kolers, 1970, Norman, 1976). In such processes a reader does not depend simply upon decoding of stimulus information to build up a mental representation of the text; he uses his prior knowledge and expectancy to supplement, or even replace stimulus information. (SLOBODA, 1978, p.10)

Un point de vue aussi repris par WOLF :

> The proofreader's golden rule "read what you see, not what you think you see" grows out of a situation in which the mind processes textual material holistically and tends to correct automatically the small details which are not consistent with the larger unit. (...)the recognition of constituent words as well as of letters in this case being partially inhibited in favor of the total recognition of the larger unit. (WOLF, 1976, p.169)

Ces connaissances devraient lui permettre de faire l'économie de l'information redondante contenue dans le stimulus et d'anticiper dans une certaine mesure, sur la suite des événements (voir anticipation au point suivant); elles vont aussi parvenir à regrouper des éléments éloignés graphiquement les uns des autres sur le papier. Ce type de traitement n'est pas séquentiel, - soumis à une segmentation physique de l'information, au contraire, il doit parfois "formaliser" des unités signifiantes très larges au travers de plusieurs aller et retour (top and down).

> (...) it has been shown that readers are more likely to misperceive letters occurring in the middles of words than at the beginning or the end (Morton, 1964, Sloboda, 1976b). Thus, readers detect the mis-spelling in "hwistle" much more readily than that in "whitsle", suggesting that they identify words by identifying the exterior letters and then using the surrounding context and their knowledge of the language to pick the most appropriate word. Top-down processing is not confined to reading. It can be found in most types of perception : listening to speech, (...), looking at pictures, perceiving chess boards (Chase and Simon, 1973). (SLOBODA, 1978, p.10)

Nous avons parlé des fixations visuelles, de la vision périphérique des marques de segmentation graphiques et du rôle des phonèmes dans l'identification du mot, autant de traitements dirigés par données, suivant les modèles d'échantillonnage. La reconnaissance du contexte et le sens (musical aussi, tel que nous l'avons défini) contribuent aussi à l'identification de ces *patterns* cette fois depuis le "haut vers le bas" à la quête de modèles de représentation.

Anticipation, prédictibilité, contexte

> Perhaps one of the causes of poor reading is insufficient expectancy and the lack of top-down processing. (SLOBODA, 1978, p.11)

> The important point is that a good sight-reader must condense the musical material on the page into a few familiar and dependable pattern-clues in order to "guess" the complete version which is to be played. (WOLF, 1976, p.150)

Les termes de prédictibilité, d'attente (anticipation, expectancy) sont déjà apparus dans nos citations précédentes : ces notions sont très étroitement liées à celles de *pattern* et de traitement dirigé par concept (top down).

> Lannert and Ullman lends support to this thesis. Investigating factors in the reading of piano music, they found that better readers grasped the whole pattern at a glance while poor readers read note-by-note. Good readers are those who could anticipate the notes intended by the composer. The most general implication for the teaching of music reading that emerges from their study is that focusing upon note-by-note identification may impede the reader's ability to organize tones and rythms into meaningful patterns even after note-identification skill is mastered. (MACKNIGHT, 1975, p.24)

Les *patterns* musicaux seraient de bons représentants des *signifiés* tels ceux définis par PIAGET, en tant qu'instruments opératifs, ils "modélisent" les changements d'états, dans le temps et l'espace (voir plurimodalité des patterns dans ce chapitre) :

> Pour prendre connaissance des objets et des situations, c'est-à-dire des contenus, le sujet se construit des indices perceptifs, c-à-d. des traductions ou représentations internes de certains aspects ou propriétés de l'organisme ou du monde extérieur. Ces indices perceptifs constituent avec les images mentales, les symboles et les signes un ensemble d'instruments de connaissance que Piaget qualifie de signifiants ou encore d'instruments figuratifs. Représentations des propriétés des objets, les instruments figuratifs portent sur les états, alors que les instruments opératifs concernent les changements d'états, c-à-d. les transformations qui orientent le développement. (BRONCKART, 1987, p.608)

Le lecteur qui procède pas à pas des segmentations discontinues de configurations statiques et concrètes (instruments figuratifs), reste en quelque sorte pris dans la situation. Un lecteur expert, quant à lui, "au courant" de l'évolution de la situation, des changements de configurations, opère sa lecture sur les relations (sens musical) entre les différentes configurations, dynamiques et formelles (instruments opératifs, signifié piagétien). De même, suivant le modèle génétique piagétien, le sujet devient "opérant" du niveau formel quand il peut anticiper sur les résultats probables des transformations.

Du point de vue de l'explication neurophysiologique de l'apprentissage ou de la modification du comportement, aussi, nous retrouvons la notion d'anticipation; elle répondait d'ailleurs à une interrogation fondamentale quant à l'apprentissage de la lecture à vue formulée par Goldovsky (voir le chapitre 1). Après avoir tenté d'enseigner la lecture à vue à ses élèves, GOLDOVSKY en était arrivé à l'interprétation suivante, selon laquelle, en plus de l'identification de patterns, il devait y avoir un facteur de vitesse de transfert d'une image visuelle à une commande musculaire qui freinait irrémédiablement certains

sujets[1]. Est-ce que cette barrière ne serait pas justement celle que Paillard situe ci-dessous déjà au niveau des fentes synaptiques?

> En un sens, la marge de flexibilité qu'assure l'autorépétition de ces programmes moteurs peut être assimilée aux capacités "assimilatrices" du "schéma sensorimoteur" piagétien. On peut ajouter qu'il existe complémentairement un mécanisme d'"accomodation" de ces mêmes programmes qui se traduit par une modification de l'efficacité de franchissement des barrières synaptiques par les signaux circulant dans le réseau de connectivité. Cette modification résulte de la mise en oeuvre de processus automatiques de changement de gain de certaines transmissions synaptiques (voir J.Paillard, 1982). Elle traduit l'existence d'une véritable accomodation anticipatrice durable du "schème sensorimoteur". On parlera alors de régulation en "feed-forward" pour l'opposer à l'autorégulation directe en feed-back de l'action en cours d'exécution. (PAILLARD, 1987, p.1395-1396)

Dans quelle mesure ces "accélérations neuronales" ne sont envisageables qu'en période de croissance de l'individu? Auquel cas, l'adulte qui n'aurait pas acquis ces améliorations de transfert durant son enfance, devrait abandonner l'idée d'une récupération ou d'un développement complet de ses compétences de lecture à vue, liée à des déficits de transferts neuronaux, tant afférents qu'efférents.

Sans accorder une trop grande part à l'explication neurophysiologique, nous avons été séduit par la "vision anticipatrice" des modifications effectuées pour une meilleure transmission "à venir", aussi au niveau des fentes synaptiques. Nous allons retourner aux étages supérieurs du traitement des informations chez un individu et à un point de vue plus extérieur.

L'identification de *pattern* n'est pas réductible à une tâche de type stimulus-réponse, ni simplement à un apprentissage selon un modèle de conditionnement opérant. Nous l'avons déjà dit dans le cadre de la lecture à vue, où il ne s'agit pas pour le lecteur, de répondre sur l'instrument le plus rapidement possible à chaque nouvelle apparition d'une note sur la portée. JONES dénonce ici les limitations de tels modèles explicatifs empruntés par quelques auteurs :

> Unfortunately, from the viewpoint of music perception the ascendancy of S-R associationism and currently information processing models have had a retarding influence (Jones, 1978). A major reason for this is that simple S-R and memory store models are frequently ill-equipped to address musical complexities.(...) Deutsch's theory (1969) follows the tradition of information processing models in emphasizing channels and linear stages in abstraction of isolated music intervals. The role of surrounding melodic and rhythmic context upon encoding and channel activity is not considered. Massaro and his colleagues have directed more experimental attention to special problems of pattern recognition (Massaro, Kallman, & Kelly, 1980), but their theoretical interpretations also remain limited. For example, musical intervals are assumed to be processed within an (e.g.) abstract chroma circle according to Gestalt laws (...). From such vague proscriptions, it is difficult to identify the precise role, if any, of surrounding context on auditory encoding. (...) They fail to provide a basis for determining if and how musical interval recognition is affected by the surrounding milieu. (JONES, 1981, p.35)

[1] cf. le thème de notre expérimentation

La notion de contexte (cf. la définition du dictionnaire Petit Robert (1983): "ensemble du texte qui entoure un élément de la langue (mot, phrase, fragment d'énoncé) et dont dépend son sens, sa valeur") nous renvoie au sens musical tel que défini précédemment, mais aussi aux modalités de saisie de l'information (codes) induites de ce contexte.

Ici, l'anticipation bénéficie de la structure logique à la fois temporelle et spatiale de l'écriture musicale confirmée par les formes musicales reconnues du lecteur de la partition.

> An important step in clarifying the concept of expectancy comes with acknowledgment that an expectancy is future-oriented : it must be based on temporal structure. At the most fundamental level this leads to the expression of an expectancy as a vector which includes, as one of its components, a temporal period. A vector interpretation allows representation of both expectancy for a "thing" (e.g., A or B), and expectancy for a time of occurrence (e.g., t1, t2, ...). (...) The analog response to a melody unfolding at a particular tempo allows the listener to extrapolate not only "what" note will occur next, given a preceding context, but "when" it will occur. (JONES, 1981, p.36)

Cependant, nous proposons que les anticipations soient aussi diversifiées de par les modalités des *patterns* identifiés. Ainsi, par exemple, une anticipation rythmique, est probablement induite de l'identification d'un pattern rythmique.

Autrement dit, l'anticipation dans la lecture à vue ne peut être réduite à l'expectative d'un événement précis à un moment précis mais doit être définie en rapport à la modalité d'un pattern identifié.

> (...) it is usefull to consider what aspects of musical patterns are most likely to stimulate expectancies. (JONES, 1981, p.49)

Dépendance du champ

Nous avons parlé du rôle du contexte dans la saisie de l'information visuelle, notamment dans le choix du code (modalité) induisant l'identification d'un pattern; mais si le contexte peut être un organisateur des formes musicales, il peut aussi parfois figer la palette des codes sur un mode dominant (prégnance) inadéquat et voiler l'identification du pattern (ou du mot). Nous avions déjà signalé une première sorte de déviance modale :

> Lorsqu'un stimulus visuel en est aux premières étapes de la reconnaissance de formes, des erreurs visuelles peuvent survenir. Le premier type d'erreurs (basé sur la sonorité) démontrent que, au cours du processus de codage, dans la MCT de l'information présentée visuellement, cette dernière a pris une forme acoustique. Pourtant, rien dans cette expérience n'incitait les sujets à recourir à une représentation verbale: ils voyaient les lettres lorsqu'elles leur étaient présentées et on leur demandait d'écrire les réponses. (LINDSAY et NORMAN, 1980, p.317)

Une autre source d'erreurs d'identification s'apparente aux illusions perceptives et plus particulièrement à la dépendance du champ : une fois une identification de patterns musicaux engagée sur un code, il y a risque de prégnance d'une représentation aux détriment des autres possibles.

> A famous demonstration of fixation is that devised by the cartoonist W.E.Hill in 1915, entitled "My wife and my mother in law". Many people

> can see only the old woman or only the young woman, even after instruction. One's first schema for viewing the picture can make it almost impossible to switch to the alternative perception. If a musician misperceives the musical meaning of a passage, he may therefore be unable to switch to the correct interpretation without difficulty. (...)An analogous situation in language can be obtained by asking someone to read out the following nonsensical French sentence : "Pas de lieu Rhone que nous". It often takes the reader some time to realize that the sound he is producing can be interpreted sensibly as the English sentence "Paddle your own canoe". (SLOBODA, 1978, p.5)

Nous touchons ici à nouveau à la mobilité modale de l'individu : dans quelle mesure est-il prêt à identifier une information selon différentes modalités de codes? A abandonner l'une qui "n'amène à rien" pour une autre "piste" qui promet d'être meilleure? Quels crédits accorder à ces modalités?

Plurimodalité des patterns

Groups of notes having higher-order interrelationships

Nous avons déjà tenté de démontrer les multiples avantages d'un traitement plurimodal de la partition dans l'exécution de la tâche de lecture à vue, pour laquelle il n'y aurait pas de code privilégié qui prévaut sur tous les autres. Le lecteur devrait apprendre à reconnaître des *patterns familiers* sous toutes leurs formes, et peut-être à commencer par les identifier, à les rendre familiers, le plus tôt possible, dès ses premières lectures.

Une lecture active de la partition est avant tout une approche de la plurimodalité de ses formes musicales, où les références de formes, - les rapports de sens entre les notes définis plus haut, se modèlent et s'interchangent au fur et à mesure des aller et retour de la lecture (top down / bottom up).

Par exemple, l'identification d'une pulsation rythmique (forme visuelle redondante) associée à un contour visuel d'une ligne de notes dénotant lui-même une forme mélodique précise (de nature acoustique) seraient autant de patterns et de modalités qui organisent la partition devant les yeux d'un lecteur.

Aussi, une modalité unique de traitement pourrait engager le lecteur à formaliser les patterns dans un modèle de représentation trop rigide et trop statique.

Visuel (contour)

L'exécution sur l'instrument ne saurait se contenter de la modalité visuelle, les correspondances entre l'écriture et le clavier ne sont pas immédiates, le transfert nécessite un autre code, support de la mémoire (cf. le chapitre sur les codes et celui qui traite de la mémoire avec SLOBODA qui parle de "contours" visuels et NUKI de mémorisation visuelle).

Acoustique

Même le sur-développement (hypertrophie) d'un code acoustique s'avère insuffisant : entendre intérieurement la partition avant de la jouer ne conduit pas nécessairement à l'identification de patterns qui vont faciliter la lecture à vue

dans son exécution sur le clavier. Si le lecteur ne procède pas à des regroupements acoustiques signifiants - c'est-à-dire aussi des découpages en unités "manipulables et répétables" - (p. ex. mélodie transposée déjà jouée ou accord arpégé) - ou des transferts à d'autres modalités - l'oreille intérieure ne lui sera plus d'aucune aide, au contraire, il y aura risque de saturation de la MCT, de surcharge de la modalité acoustique.

> In order to read tones effectively, the reader must recall an aural referent from what he sees in notational form. Possession of aural-visual skill is an indication of the reader's ability to organize and conceptualize melodic sounds. Achievement in this area is dependent upon the meaning attached to the musical symbols. It has been established that melodic sound is given meaning through a sense of tonality, that is, being aware of the resting tone and mode. (MACKNIGHT, 1975, p.25)

Nous exprimons quelques réserves quant aux affirmations de MACKNIGHT : nous ferions une distinction plus nette entre les compétences de transfert du support visuel en format acoustique, pour nous indépendantes des fonctions organisatrices et formelles attribuées à cette modalité acoustique. Ces dernières seraient, selon MACKNIGHT, "dépendantes du sens attaché aux symboles musicaux", c'est-à-dire, dans le cas d'une mélodie, de sa "conscience tonale". Ce modèle de représentation tonale dont il est question ici ferait plutôt référence dans notre modèle cognitif du lecteur expert au registre de la modalité théorique (et non pas "acoustique").

Nous avons déjà proposé une segmentation plus fine, en éléments mélodiques (ou plutôt acoustiques) qui partagent un même contexte tonal, mais dirigée par des transactions plurimodales (exemple d'un même accord arpégé sur deux octaves). Nous dirions de la compétence visuelle-acoustique qu'elle est un *pré requis* et non pas un indicateur d'une compétence formelle, "organisatrice", tel que MACKNIGHT le prétend.

Nous reviendrons plus loin sur le contexte tonal qui définit ici le sens mélodique.

Kinesthésique

Le danger, nous l'avons déjà relevé, est aussi de réduire les formes musicales de la partition exclusivement à une séquence de commandes motrices, autrement dit, de saisir la partition en priorité "dans ses doigts" - car la modalité d'identification kinesthésique ne serait pas non plus suffisante. Pourtant, même GOLDOVSKY, désespéré d'enseigner la lecture à vue, prêt à mettre de côté la notion de *patterns* et les interprétations de ses recherches sur l'identification d'une erreur dans le Capriccio de Brahms, réduit toute la procédure qui sous-tend une performance de lecture à vue à sa plus simple expression : jouer (*muscular act*) au tempo (*speed*) ce qui est écrit (*visual image*) !?!

> "I think that beside the knowledge of patterns there were more important factors that influenced whether a person was a good sight-reader or not. I have come to the conviction that it has something to do with the speed with which a visual image was converted into a muscular act; and with some people this is a very rapid transformation. As a matter of fact it is so rapid that there is no conscious understanding of how this is done... The transformation of a visual image into its pianistic result is so rapid that a

> great deal of what happens escapes awareness -it just happens." (GOLDOVSKY cit. in WOLF, 1976, p.163)

Certes, des visées de l'intention kinesthésique de la partition sont nécessaires mais elles ne garantissent pas une lecture allégée.

Une musique improvisée ou composée "sur le clavier" et transcrite ensuite sur le papier aura l'avantage du toucher pianistique du compositeur, de ses propres "patterns kinesthésiques", de ses empreintes... il en reste une trace kinesthésique que le lecteur sera invité à suivre (voir l'expérimentation).

> (...) several valuable concepts did emerge which approach the imprint idea, such as the grouping and blocking of notes in passages. (SPICUZZA, 1980)

A l'inventaire des symboles de l'écriture musicale figurent aussi les doigtés chiffrés imprimés au-dessus de certaines notes qui prétendent aider le lecteur à positionner ses doigts d'une manière "rationnelle" dans les passages difficiles ou inhabituels pour l'instrument concerné (p. ex. non pianistique). Ces chiffres parfois suffisent à réaliser le mouvement des doigts attendu par l'éditeur, parfois interfèrent avec les notes que l'artiste aurait naturellement jouer avec d'autres doigts.

Théorique

Lors d'une première lecture d'une partition, la structure harmonique qui devrait prendre forme au fil des mesures, se laisse déjà identifiée dans une analyse plus globale avant de commencer à jouer.

> Possessing a larger span of vision, however, does not imply cognition; nor does the ability to react to single pitches necessarily provide the reader with the musical insight required to understand the meaning of a tone within a phrase, or prepare him for a change of meaning in other musical contexts. (MACKNIGHT, 1975, p.24)

Le sens mélodique - et les formes acoustiques - se reposent aussi sur des attentes harmoniques (tonal framework) :

> As the pianist reads the music, he will probably be analysing chord structures. A knowledge of harmony will help him to locate familiar chord patterns : "A knowledge of harmony is helpful; not just a knowledge but being able to harmonize the melody at the instrument : and, if you only have the melody (in your mind) ... you can sort of... figure out what the harmonization is going to be". (WOLF, 1976, p.149)

Cette référence harmonique va d'ailleurs permettre d'identifier les erreurs (fausses notes) et surtout, comme nous l'avons vu précédemment, de "corriger" par anticipation, de combler les trous, les notes et les signes musicaux sur lesquels le lecteur n'a pas eu le temps focaliser son regard.

Qu'en est-il de l'identification de patterns dans un contexte atonal?

> (...) a sight-reader can encounter a musical composition which he is unable to chunk into familiar patterns. This is especially common with contemporary, atonal music. (WOLF, 1976, p.156-157)

Si le sens mélodique risque bien d'être perturbé par l'absence de référence tonale familière ou suffisamment stable (voir les hypothèses opérationnelles de l'expérimentation) nous pensons que le lecteur expert saura en partie compenser

ce déficit des modalités théoriques et acoustiques en faisant appel à d'autres modalités pour l'identification de patterns kinesthésiques, visuels et rythmiques.

Rythmique

Les *patterns* rythmiques (pour autant que la musique contienne une pulsation et que la notation prenne soin de les mettre en évidence) sont également déjà identifiables dès le premier aperçu de la partition, nous pouvons d'ailleurs supposer que ce type de *patterns* est repéré en premier parmi les patterns visuels (voir MONTANO ci-dessous), de par son caractère forcément répétitif et généralement bien marqué au sein des mesures. La forme rythmique d'une mesure entière peut être un *pattern* redondant qui apparaît régulièrement, dans le cas de musiques folkloriques pour la danse par exemple.

Des chercheurs ont constaté que des exercices axés sur l'identification de patterns exclusivement rythmiques conduisaient à une amélioration significative de la lecture en situation réelle.

> Practicing various rhythmic patterns in the course of training is postulated to facilitate sight-reading ability. (DECUIR et MARANTO, 1979, p.660)
>
> The problem of this study was to determine whether college elementary group piano students who have regular practice in improvising the pitches for pieces within various combinations of given meter, rhythmic notation, texture, and pitch delimitations will show greater achievement of rhythmic accuracy in sight-reading fully notated pieces than similar students who do not have that practice. (...) The experimental group who had the improvisation practice showed significantly greater achievement of rhythmic accuracy in sight-reading than the control group who did not have that practice. (MONTANO, 1983)

Dans la ligne de ces travaux nous sommes conduits à accorder une identité propre aux patterns rythmiques, distincte de celle des *patterns* de la modalité acoustique, bien que le rythme soit indissociable de la mélodie. Cela concorde avec l'écriture de la musique qui dispose de signes distincts pour le rythme et pour la hauteur des notes.

10. STRATEGIE, PROCEDURE, APPRENTISSAGE, METHODE

Définitions : procédure, stratégie

> Pour un sujet donné, une situation est un problème si, d'une part, il peut se donner une certaine représentation de la situation où un but est défini, et, d'autre part, s'il considère qu'il n'a pas de "procédure" immédiatement disponible. Une procédure est un ensemble organisé d'opérations d'identification et de transformation des données (telles qu'elles sont perçues par le sujet) pour atteindre le but qu'il s'est donné dans sa représentation du problème. Une "stratégie" est un processus d'élaboration de procédures, dont le domaine de validité dépasse un problème spécifique et dont le niveau de contrôle est plus élevé que celui d'une procédure. (HOC et NGUYEN-XUAN, 1987, p.1720)
>
> Par "stratégie" nous entendons tout système ou séquence de procédures finalisées, répétables et transférables, constituant des moyens pour atteindre le ou les buts visés par le sujet. Moyen et but sont d'ailleurs des notions relatives, puisqu'un but peut devenir moyen et réciproquement. Le problème central est ainsi celui des conditions de réussite des stratégies, donc de l'ajustement des moyens au but, autrement dit : les découvertes successives du sujet et les raisons de leur modification. L'étude des stratégies est centrée sur les résultats des performances, et non pas sur les conditions préalables qui ont ouvert de telles possibilités. (INHELDER, 1987, p.672)

Les procédures engagées dans la lecture à vue, vont ainsi dépendre des buts que le lecteur voudra bien lui attribuer.

L'objectif avoué du "faible" lecteur, nous l'avons constaté, est de mémoriser la partition au plus vite, peut-être pour s'en débarrasser, comme d'un artifice qui fait tache à la musique, ou paravent entre l'artiste et son art.

Nous avons déjà suggéré qu'une première démarche avant de songer à jouer la partition en première lecture vise d'abord à identifier des *patterns* musicaux selon un choix diversifié de codes ("plurimodalité").

Si l'objectif prioritaire de la lecture à vue est de "patterniser plurimodal", - d'opérer des regroupements selon diverses modalités de codes, le lecteur devra également tenir compte dans la gestion de ses procédures, des doubles contraintes de temps et d'espace de l'exécution sur l'instrument. Dans une situation de lecture à vue (au tempo), le lecteur n'a pas le temps de s'arrêter à un événement particulier, il doit continuellement collecter de l'information - sur la base d'un échantillonnage à un pas dicté par les unités informationnelles discrètes calquées sur des modèles de représentations propres au lecteur (voir le chapitre 4). Une fausse procédure de lecture à vue serait par exemple de vouloir conserver en mémoire l'information décodée, sous une forme ou sous une autre, saturant la mémoire tampon et s'attachant à l'information passée aux dépens de l'information à venir (anticipation)! Une autre fausse piste serait de vouloir jouer toutes les notes, objectif qui porte nécessairement une attention focalisée sur des notes individuelles, détrônant l'identification de *patterns* sur des groupes de notes.

L'objectif d'identification "plurimodale" de *patterns* va contraindre le lecteur à développer des procédures spécifiques et personnelles dirigées tant par concepts

que par données, on l'a vu au chapitre 9. Ces procédures visent à construire de nouvelles structures à plus ou moins long terme au travers de la construction de modèles de représentation de la partition, auxquels le lecteur expert pourra se référer pour leur qualité d'instruments opératifs (signifiés, voir le chapitre 5).

> Procédures et structures reposent sur des transformations, mais leur différence tient au fait que les procédures réalisent ou utilisent des transformations pour atteindre des buts spécifiques. Les procédures sont ainsi fondamentalement temporelles, alors que les structures relient les transformations et abstraient leurs compositions pour former des systèmes atemporels. (INHELDER, 1987, p.671)

Alors qu'une structure devient "opérationnelle", elle est aussi une économie appréciable de diverses procédures - et par là-même de temps - dans la réalisation de la tâche. Ainsi, si nous soupçonnons l'absence chez un individu de certaines structures "partenaires idéales" de la lecture à vue, nous verrons plus loin qu'un recentrage des objectifs définira des procédures adaptées au développement de telles structures, pour le moment déficientes.

> (...) utiliser ou inventer des structures implique l'usage de procédures, analogues à ce que Polya a nommé des "heuristiques". (INHELDER, 1987, p.671)

La notion de structure se réfère au "capital acquis" d'un lecteur expert, autrement dit à la structuration de ses connaissances, par exemple de l'organisation de ses réseaux lexicaux en MLT.

MLT / MCT et temps

Nous l'avons déjà dit, l'objectif ultime de la lecture à vue n'est pas de mémoriser la partition en quelques coups d'oeils bien placés, mais de jouer ce qui est vu! Si les buts sont différents, les moyens ne le sont pas vraiment :

> This same subject made a distinction between two kinds of sight-reading : "reading to keep going" and "reading to find out". The first type of sight-reading was appropriate to ensemble playing, where the presence of other musicians made it necessary to hold the tempo and keep going. The second type was reserved for situations when the subject was by herself: "I read differently when I am by myself. When I am reading by myself I do not put myself under the same pressure to keep going and if I do something wrong I go back and I would fix it because I would want to know what was going on in the music. If I were reading with a group, of course, I would feel obligated to keep going and not to stop." (WOLF, 1976, p.166)

Le temps est une contrainte spécifique à la lecture à vue de partitions où le débit des informations à traiter est à la fois dicté par le tempo et la répartition des rapports entre les notes elles-mêmes. Ainsi, la rapidité du traitement sera d'autant plus décisive dans la réalisation de la tâche. Si le lecteur ambitionne de mémoriser la partition en une seule lecture, il prendra le temps d'organiser toute l'information en MLT, pas à pas, un pattern après l'autre, sans se préoccuper de "rendement immédiat", de forcer une exécution en temps réel. Cependant, les moyens ne sont pas différents pour une lecture "mémorisation" ou une lecture à vue : l'identification de patterns reste centrale; seul le temps que le lecteur s'accorde pour cette identification n'est pas pareil!

Si la tâche de lecture à vue ne permet pas de mémoriser la partition dans son entier, le pianiste lecteur doit aussi abandonner l'idée de jouer toutes les notes qu'il y voit et plutôt tenter de comprendre de quoi il s'agit, dans les grandes lignes, pour anticiper l'action et conserver l'essentiel : les formes "plurimodales" qui donnent à ses yeux le sens à la musique qu'il doit jouer, à l'image d'un étudiant qui prend des notes de cours construisant ses modèles de représentations de ce qu'il parvient à comprendre en temps réel, suivant le débit et la clarté de l'exposé oral, celui-ci n'est pas en train de préserver une trace analogique du discours comme avec son enregistreur à cassettes audio.

> Le fait de prendre des notes durant un cours peut accaparer suffisamment d'énergie pour empêcher tout traitement conceptuel du matériel. L'étudiant doit continuellement choisir entre prendre des notes complètes ou comprendre et se souvenir de ce qui a été dit. (LINDSAY et NORMAN, 1980, p.344-345)

Dans cette situation l'individu subit cette même pression du temps sur le traitement de l'information, pression qui, par ailleurs, peut être considérée comme stimulante, activant et renouvelant l'attention du sujet : nous savons que le fait de prendre des notes d'un cours contraint l'étudiant à suivre de manière plus active le professeur, son travail consiste à condenser la matière du cours, à l'organiser en "unités signifiantes" (VIVIANI, 1987) et à la mettre en page de manière claire, comme une partition musicale.

Ainsi, l'attention du lecteur débutant devrait être dirigée continuellement sur la recherche de *patterns* musicaux; conscient de la variété des modalités, il commute de l'une à l'autre, pour autant qu'il ait développé équitablement les structures nécessaires à ces diverses modalités de traitements.

L'activation de l'un ou l'autre traitement va dépendre de la mobilité de l'individu à permuter toutes les modalités à sa disposition jusqu'à l'adéquation de l'une d'elle à la forme identifiée. Rappelons les nombreuses fixations visuelles et aller et retour (top down et botttom up) que ces identifications peuvent occasionner, il s'agit rarement d'une correspondance étroite et directe avec du matériel déjà stocké en mémoire.

Le temps à disposition de la lecture est aussi une caractéristique distinctive des méthodes de lectures de textes dont nous donnons ici à nouveau un aperçu indirect.

Méthode de lecture rapide / lecture globale

Nous avions déjà fait mention des limitations que comportent les analogies avec la lecture de textes alphabétiques au chapitre 1, néanmoins, il nous a semblé utile d'apporter quelques éléments de comparaisons en référence aux méthodes dites de "lecture globale" et de "lecture rapide". Celle-ci, il faut le souligner, ne s'applique pas dans des tâches de lecture accompagnées de l'articulation à haute voix. Il s'agit en quelque sorte d'une "hyper-condensation" de la forme en faveur du contenu, qui rejette les caractères de la formulation; or, la musique, nous l'avons dit, étant essentiellement un jeu de formes, nous ne soutenons pas ici une parfaite correspondance. Cependant, lors d'une présentation de partition inconnue, les quelques coups d'oeil jetés sur la page pourraient s'inspirer des techniques de lecture rapide, sans prétendre évidemment - dans le cas d'une partition, en saisir tout le sens (c'est-à-dire les formes).

> Si vous passez d'une lecture précautionneuse à une lecture rapide "en diagonale", que modifiez-vous dans votre activité? Vous changez votre stratégie générale. Dans le premier cas, cette stratégie requiert une information détaillée sur chaque mot, en établissant une cadence de progression et des critères d'analyse mot par mot des informations visuelles recueillies. Vous passez dans le second cas à une recherche d'information moins stricte et moins exigeante : le sens de quelques mots glanés au cours du texte, qui viendront confirmer ou infirmer des hypothèses que vous aurez établies au sujet du sens général de ce texte. Ceci entraîne une cadence plus rapide.(...) On comprend bien pourquoi il ne suffit pas de s'exercer à faire des saccades pour apprendre à lire vite, si on n'a pas appris essentiellement à constituer un programme interne de lecture rapide. (LEVY-SCHOEN et O'REGAN, 1989, p. 753)

L'emprunt aux méthodes de lecture rapide est pourtant séduisant, non seulement dans la perspective d'un gain de temps considérable - nous avons déjà souligné l'importance décisive de la rapidité de traitement de l'information dans la tâche de lecture à vue, mais aussi du point de vue des modalités dont on essaie de faire l'économie pour des raisons de rendement.

> Pourquoi les gens ne peuvent-ils tout simplement pas lire un texte sans transformer les mots en quelque format acoustique? C'est précisément ce que certains cours de lecture rapide promettent d'enseigner. (LINDSAY et NORMAN, 1980, p.317)

Pareillement, dans la tâche de lecture à vue, le format acoustique n'est pas forcément le plus adéquat dans toutes les situations d'identification d'unités signifiantes : il est non seulement "lent"[1] mais il occupe aussi beaucoup de place en mémoire. L'oreille intérieure que certains considèrent comme la voie royale de la lecture à vue revêt ainsi une importance toute relative et les autres modalités de traitement s'en trouvent réhabilitées.

Maintenant, nous pouvons aisément comprendre pourquoi la stratégie de lecture à vue que nous préconisons s'apparente mieux à une méthode dite de "lecture globale", où le lecteur apprend à repérer les unités signifiantes de la phrase et leurs rapports. Il n'est pas étonnant que cette méthode développe simultanément l'articulation des phonèmes plutôt que l'épellation des lettres; elle favorise l'expression orale aux dépens parfois de l'orthographe (voir le chapitre top-down et erreurs). Nous reconnaissons là nos identifications de patterns et l'accent placé sur le développement de l'expression plutôt que celui de la rigueur de la grammaire!

Paradoxalement, la lecture est restée un mode privilégié de communication de l'information des plus rapides et des plus fiables (modes d'emploi, journaux, livres, ...) que même des vecteurs "multi-media" tels que l'ordinateur ou la télévision n'ont pu supplanter, reprenant eux aussi les caractères alphabétiques pour véhiculer et échanger de l'information. La puissance de l'écriture sur la parole vient sans doute aussi de l'opportunité d'un traitement global (simultané) de l'information et du rythme dicté par le lecteur (vs. temps réel du débit de l'orateur).

> In order for the human organism to grasp systems of relationships, it is necessary that the components of the systems be represented

[1] le format acoustique de l'encodage d'une mélodie doit respecter le temps réel

> simultaneously. In this fashion, the relationships among components can be explored and determined. (DAS, KIRBY et JARMAN, 1975, p.89)

Le lecteur de partitions bénéficie donc des avantages d'un traitement global de l'écriture. Apprendre à repérer des unités de plus en plus larges, apprendre à lire des lettres, des sons, des mots, des phrases, des sens...

Apprendre à apprendre, quelles stratégies?

> Auge, Ohr, Tastsinn und strukturelles Denken wirken in einer Art "common sense" zusammen, wobei je nach der Natur des Künstlers einmal die eine, einmal die andere Seite zum dominierenden Faktor wird. (HERMANN, 1971, p.104)

Au vu de ce que nous avons avancé dans ce travail, cette citation de Hermann illustre la clé de nos hypothèses : la notion de plurimodalité dans l'identification de patterns. Elle nous suggère aussi une certaine confusion que nous avions soulignée dans le chapitre traitant des difficultés de l'enseignement de la lecture à vue, à propos de "ses" propres mécanismes de lecture, selon sa ..."Natur". Il est vrai qu'il est parfois aussi difficile d'implanter "ses automatismes" que de les discerner ou de les éveiller à notre conscience:

> (...) nothing which has been said above about the skills which might be employed by performers implies that performers should have full conscious awareness[1] of these processes. On the contrary, they may be largely unaware of what is going on when they read. The notion that highly practiced perceptual skills are executed without the involvement of consciousness receives general support in the psychological literature. (SLOBODA, 1978, p.9)

Si les compétences de la modalité théorique (harmonie) sont les plus couramment évaluées chez un musicien, elles ne sont pourtant pas les seules responsables de ses performances de lecture à vue. On a trop souvent réduit les processus engagés dans la lecture à vue à des "savoirs" en solfège, harmonie, ou autre "intellectualisation" de l'histoire musicale.

De même pour l'oreille intérieure, que certains idéalisent, elle n'est pas non plus la seule aptitude garante de performances en lecture à vue. Nous ne négligeons bien sûr pas la faculté d'entendre intérieurement ce qui est vu sur la partition, car elle est également un mode d'identification de patterns acoustiques. Dans une expérience de lecture et de mémorisation chez des sujets pianistes au Japon à laquelle nous avons déjà fait référence, NUKI (1984) conclut en mettant en évidence presque exclusivement l'écoute intérieure comme facteur de réussite optimale. Il reconnaît pourtant aussi d'autres facteurs pertinents pour la réalisation de sa tâche expérimentale, comme des connaissances en harmonie et le travail d'improvisation.

En outre, le transfert de ce qui est vu jusqu'aux doigts est aussi efficace sans le secours des oreilles comme par exemple pour la succession de mouvements d'une chorégraphie chez un danseur:

> (...) renouant avec d'anciennes recherches qui avaient montré qu'on pouvait apprendre l'organisation d'un ensemble de mouvements en

[1] par définition propre à l'expert, dont nous dénoncions l'utilisation parfois abusive du concept.

> l'imaginant aussi bien qu'en la pratiquant (Van der Veldt, 1928) (BRESSON, 1987, p.957)

Il peut s'avérer qu'une forme musicale soit en priorité kinesthésique, parce que "née" des doigts d'un compositeur!

En résumé, si le but avoué est de réaliser des *patterns* rapidement, tous les moyens semblent justifiés dans l'un ou l'autre contexte, pour autant que la modalité soit la plus adéquate à la forme identifiée. Nous pensons qu'il s'agit pour l'individu de développer ces diverses modalités de codages dont il est question ici, - parallèlement et non pas par degrés de priorités -, et d'être conscient des procédures engagées dans l'identification de patterns. Nous allons voir maintenant les moyens de remédier à de mauvaises habitudes de lecture.

"Remedial defective cognitive strategy program" : quels objectifs?

> "To confess that you are a bad reader is to confess laziness..." (Seashore, 1938) (...) It may be that poor readers work very industriously at their reading, but in an inappropriate way. (SLOBODA, 1978, p.4)

Nous avons déjà relevé la confusion qui règne dans les conservatoires au sujet de la lecture à vue dans le chapitre qui aborde les méthodes de la pédagogie musicale de la lecture. Au vu de ce que nous avons avancé, nous voudrions proposé quelques perspectives à la fois didactiques et curatives.

> Cognitive assessment is an integral part of a tripartite structure that entails an assessment of competence, a delineation of processes underlying competence, and finally, prescription for remediating defective processing. (DAS, 1984, p.229)

En effet, nous voulons prétendre à "diagnostiquer", à déceler des fausses pistes de lecture à vue et prescrire des procédures selon les objectifs définis plus haut.

> (...) when appropriate remedial programs are used, cognitive strategies can be taught; (...) the study does tentatively indicate that if appropriate cognitive processes are used, optimal performance may result in a number of cognitive tasks. (DAS, KIRBY et JARMAN, 1975, p.96-97)

Nous avions déjà parlé d'une stratégie de substitution aux déficiences de lecture, où le lecteur se résout à apprendre par coeur la partition à la maison, il évite ainsi, à chaque fois, d'être confronté à une tâche de lecture à vue. Ce comportement d'évitement est bien entendu le premier à déceler chez le débutant et à proscrire!

> Ich zweifle nicht daran, dass auch schlechte Notenleser gute pianistische Einzelleistungen vollbringen können. Nur wird das Vorbereiten eines anspruchsvolleren Werkes für sie ein mühsames Puzzle-Legen sein, bei dem die Zeit keine Rolle spielen darf. Ihr Repertoire, Ergebnis vieler Jahre, hätte in einem kleinen Kätschen Platz. Manche finden sich mit dieser Arbeitsweise ab, weil sie nichts anderes kennen. Wer indes davon loskommen will, wird es sich gewiss gern einige Mühe kosten lassen, denn Lesen kann erlernt werden. Lesen, nicht Buchstabieren, heisst Denken. Sinnvolles flüssiges Lesen verlangt rasches Denken, Vorausdenken, und das wiederum ist nicht möglich ohne theoretische Kenntnisse. (HERMANN, 1971, p.94)

Ces connaissances théoriques dont il est fait mention ici, se réfèrent exclusivement à des connaissances de l'harmonie musicale; nous nous devons

d'ajouter toutes les procédures d'identification de *patterns* et la notion de "plurimodalité" décrites dans ce travail, sur lesquelles nous avons suffisamment insisté. Le lecteur peut de lui-même faire l'inventaire des procédures actuellement à sa disposition et avec lesquelles il s'est familiarisé dans une situation de lecture à vue et fixer des objectifs d'identification "plurimodale" de *patterns* musicaux. S'il a "sur-développé" l'une ou l'autre modalité de ces procédures, une "ré-équilibration" est préférable, car nous avons montré les multiples avantages de la diversité des traitements.

Il est probable que la période critique et déterminante d'un plein développement des compétences de lecture à vue se situe entre 11 et 14 ans, période qui coïncide avec le stade des opérations formelles de Piaget et où l'individu est encore en pleine croissance.

Le moment est peut-être particulièrement propice à la formation de relais synaptiques (PAILLARD, 1987) , facteur décisif de vitesse de transmission nerveuse, suggérée par un Goldovsky résigné...(voir le chapitre 9).

L'apprentissage de la lecture à vue doit prendre en compte les acquis de l'individu tout au long de son développement et respecter chacune des étapes suivies par les modalités mais surveiller aussi l'éventuelle hypertrophie de l'une d'entre elles :

> (...) l'évolution du sujet est avant tout celle de ses schèmes (signifiés ou instruments opératifs), et les signifiants, même s'ils se spécialisent et accroissent leur efficacité, n'ont de statut que par référence aux structures opératives qui leur confèrent un sens. (BRONCKART, 1987, p.610)

Il serait vain de fixer l'attention du lecteur sur des instruments figuratifs (p. ex. des correspondances dans l'absolu de notes et de touches), car c'est envisager la partition d'une manière statique, nous l'avons vu, à l'encontre de l'identification "plurimodale" des signifiés. "Je cherche les notes qui s'aiment!" disait le petit Mozart, en découvrant peu à peu les correspondances kinesthésiques et acoustiques de ses doigts et du clavier de l'instrument :

> (...) it would seem reasonable to seek to attempt to develop musical sensibility before embarking on training in reading. No-one would consider teaching a normal child to read while he was at a very early stage of learning spoken language. Yet it seems the norm to start children off on reading at the very first instrumental lesson without establishing the level of musical awareness already present. (SLOBODA, 1978, p.15)

Nous pourrions aisément pronostiquer des troubles de l'organisation des systèmes de représentation et du traitement de l'information chez un individu, causés par des procédures d'identification atrophiées ou "sublimées" dans des modalités autres, mais inadéquates.

Ainsi, un enseignement trop précoce de la lecture, qui ne tient pas compte des étapes de la structuration de la connaissance d'une[1] réalité chez l'enfant, va probablement créer des blocages dans l'éveil "plurimodal" du traitement de la musique et de la partition, et river ses compétences de lecteur à un stade particulier de son développement des procédures de lecture, privilégiant par exemple un code spécifique, lié à l'évolution ontogénétique des codes et des

[1] domain specific knowledge

modèles de représentations (voir la discussion du modèle de MOUNOUD et VINTER au chapitre 5).

C'est seulement à partir de 11 ans que l'enfant entre normalement en possession de toutes ses modalités de traitement de l'information : c'est à ce moment qu'il doit apprendre à les différencier et commencer à les faire intervenir dans des situations adéquates. Le petit génie précoce décrit par Bülow (voir Les doués et les autres, au chapitre 2) n'est certainement pas la règle, sauf si l'on s'accorde d'un modèle théorique génétique modulaire où l'on distingue le développement cognitif selon des champs d'activité (domain specific knowledge).

> (...) les enfants sont, davantage que les adultes, limités à un canal unique[1] de traitement. Cette limitation ne constituerait pas forcément un handicap lorsqu'il s'agit de retenir un matériel unidimensionnel, mais ce résultat suggère qu'on doit tenir compte des facteurs d'attention lorsqu'on compare des groupes d'âges différents. (...) ils sont au stade pré-attentif, le premier stade dans le modèle de traitement à deux étapes proposé par Neisser (1967). A ce stade, l'information est traitée de façon indifférenciée, globale. Au second stade, le stade attentif, le matériel peut être traité plus activement. Selon Hagen, ce ne serait pas avant 11 ou 12 ans que les enfants atteindraient ce second stade. (ROSS et FURTH, 1987, p.719-720)

Signalons encore le parallélisme existant entre les procédures d'identification de *patterns* et les stratégies de compréhension de phrase, également d'un point de vue ontogénétique :

> Dans le traitement que nous avons qualifié de pragmatique (...) l'enfant choisit le patient et l'agent en se fondant exclusivement sur des indices extralinguistiques, en l'occurrence sur sa connaissance empirique du monde. (...) Le traitement que nous avons qualifié de positionnel (Bronckart, 1977) consiste à choisir les fonctions d'agent et de patient en se fondant sur la position des syntagmes nominaux, sans tenir compte des autres indices morphosyntaxiques disponibles. (...) Le traitement morphosyntaxique (...) coïncide généralement avec la compréhension définitive d'une phrase simple; il consiste à attribuer les fonctions en se fondant sur les indices morphologiques et/ou syntaxiques autres que positionnels. (...) Notons enfin que, pour la plupart des auteurs, les stratégies de compréhension, une fois construites, restent disponibles et constituent une sorte d'arsenal n'excluant pas la possibilité de conflits. (BRONCKART, 1987, p.701-704)

Bien que développés selon l'état de maturation de l'enfant, les divers traitements ne se substituent pas non plus les uns aux autres (cf. modèle de MOUNOUD et VINTER) mais devraient se compléter toujours dans l'idée d'une "plurimodalité", selon leur adéquation à l'identification d'un *pattern*.

Le choix d'un traitement spécifique ne va pas simplement dépendre en priorité, de son adéquation à la forme à identifier :

> The same task may be approached either simultaneously or successively (and within each mode of coding, there may be variation in strategies for solution). This would be determined by the interaction of the subject's
>
> (a) competence in one mode of coding;

[1] "leur mémoire est simplement moins différenciée."

(b) habitual mode of coding when he or she is competent in both modes; and

(c) task demands that can be modified by instructions. (DAS, 1984, p.231-232)

Nous retrouvons là trois domaines d'intervention sur l'acquisition de procédures de lecture à vue :

(a) la compétence de l'individu à traiter l'information visuelle dans telles modalités (acoustique, kinesthésique ou théorique),

(b) la modalité privilégiée de l'individu et son degré de mobilité dans le transfert modal,

(c) le choix des objectifs et le traitement par concepts.

Toutes ces gammes de procédures définissent d'elles-même un programme d'intervention pédagogique ou "curatif", si nécessaire.

11. LES MODELES COGNITIFS

Nous reproduisons ici deux modèles de traitement de l'information avec leurs schémas respectifs; si le premier s'applique d'une manière générale à tout type de traitement, le second représente une tentative de modélisation spécifique de la lecture à vue. Nous reprendrons ensuite quelques étapes de ces systèmes, soit incohérentes, soit incomplètes en relation avec nos hypothèses théoriques.(C'est nous qui soulignons.)

THE MODEL OF INFOMATION INTEGRATION de DAS

We propose that information integration has four basic units: the input, the sensory register, the central processing unit, and the unit for output. The units are shown in Figure 4. A stimulus may be presented to any one of the receptors, extero-, intero-, or proprioceptors, and within exteroceptors to any one of the sense modalities. Further, the input can be presented in a parallel (simultaneous) or a serial (successive) manner. The stimulus is immediately registered by the sensory register. The information so registered is passed on for central processing. In computing terms, the sensory register is a buffer. Any time information is transmitted, one could consider the question of serial or parallel transmission. One could speculate about this in terms of information from the sensory register to the central processor. The relationship between the sensory register and the central processing unit can be conceptualized in two ways. The central processor interrogates the buffer to see if anything is there, and if so allows a transmission to be made. Alternatively, the buffer interrupts the processor and forces it to accept information. The latter would occur more frequently, perhaps, because sensory information cannot be delayed. (...) there seems to be good evidence that the sensory register works in parallel.

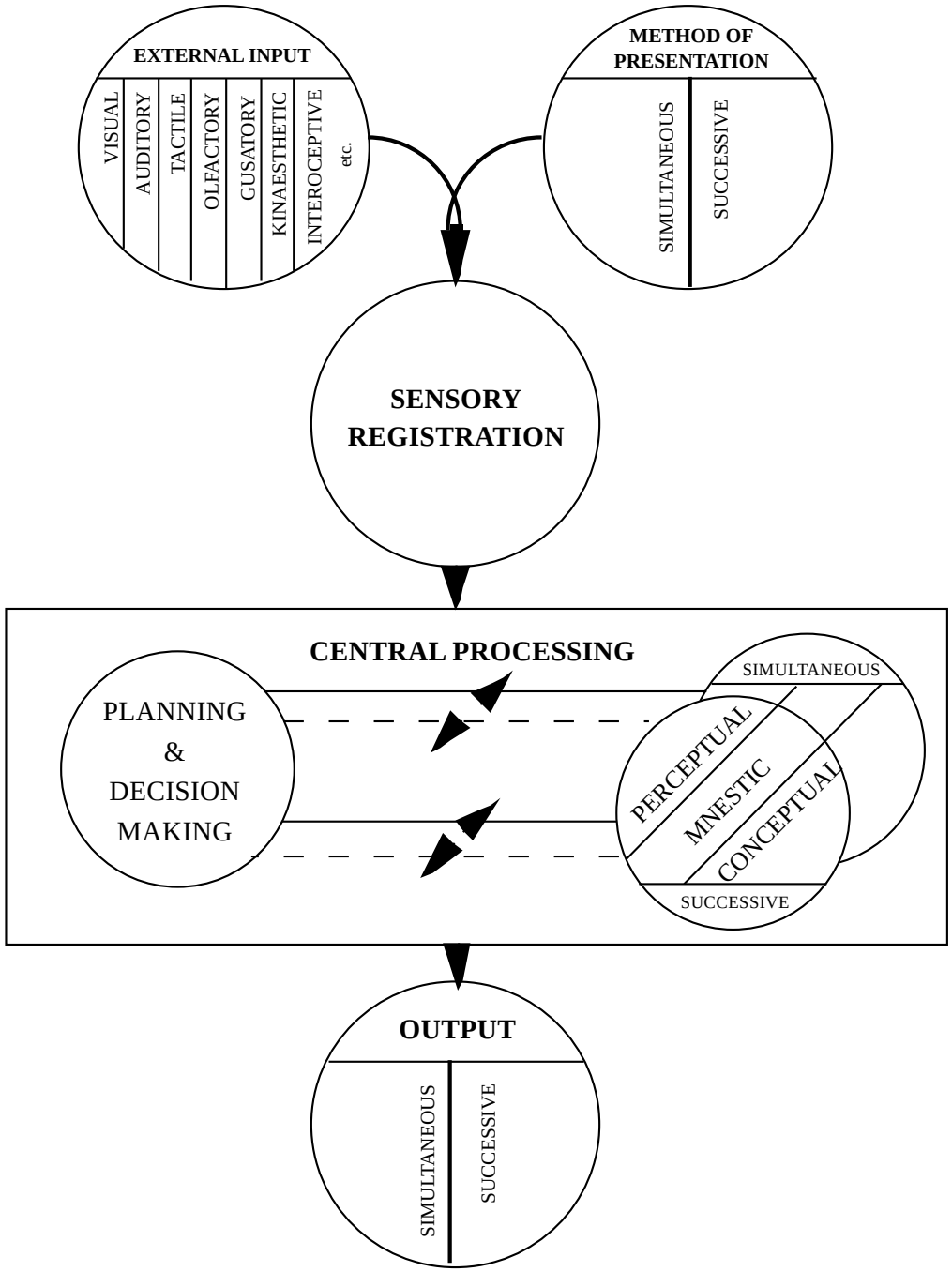


Fig.4. Model of information integration. (Das, Kirby et Jarman, 1975)

(...) Thus, stimuli, at least complex ones, are first processed in parallel. (...) They are then "read out" serially into the central processing unit. Such an account is consistent with most modern theories of memory. The central processing unit has three major components: that which processes separate information into simultaneous groups, that which processes discrete information into temporally organized successive series, and the decision-making and planning component which uses the information so integrated by the two other components. The processing in these components is not affected by the form of the sensory input - visual information can be processed successively and auditory information can be processed simultaneously. (...) The model assumes that the two modes of processing information are available to the individual. (...) (The same task may be approached either simultaneously or successively (and within

each mode of coding, there may be variation in strategies for solution). This would be determined by the interaction of the subject's (a) competence in one mode of coding; (b) habitual mode of coding when he or she is competent in both modes; and (c) task demands that can be modified by instructions. (DAS, 1984, p.231-232))

The third component, which could be labeled thinking, uses coded information and determines the best possible plan for action. Perhaps it is also crucial for the emergence of causal thinking which Hess (1967) describes as "an integrative activity which brings simultaneous and successive patterns of nervous excitation into a subjectively meaningful frame of reference". Both simultaneous and successive processing can be involved in all forms of responding. This is the case irrespective of the method of input presentation. (...) Serial ordering of behavior may not depend either on the manner in which information was coded or the motor aspects of the behavior itself. The output unit, then, determines and organizes performance in accordance with the requirements of the task. (DAS, KIRBY et JARMAN, 1975, p.89 - 91)

THE COGNITIVE MODEL de WOLF

(...)Figure 5 is a schematic view of the interlocking information - processing systems which facilitate the translation of musical material on a printed page into finger movements on a musical instrument. To keep the model simple, no feedback arrows have been included. Most systems in the diagram would normally be connected by two-way arrows. (...)

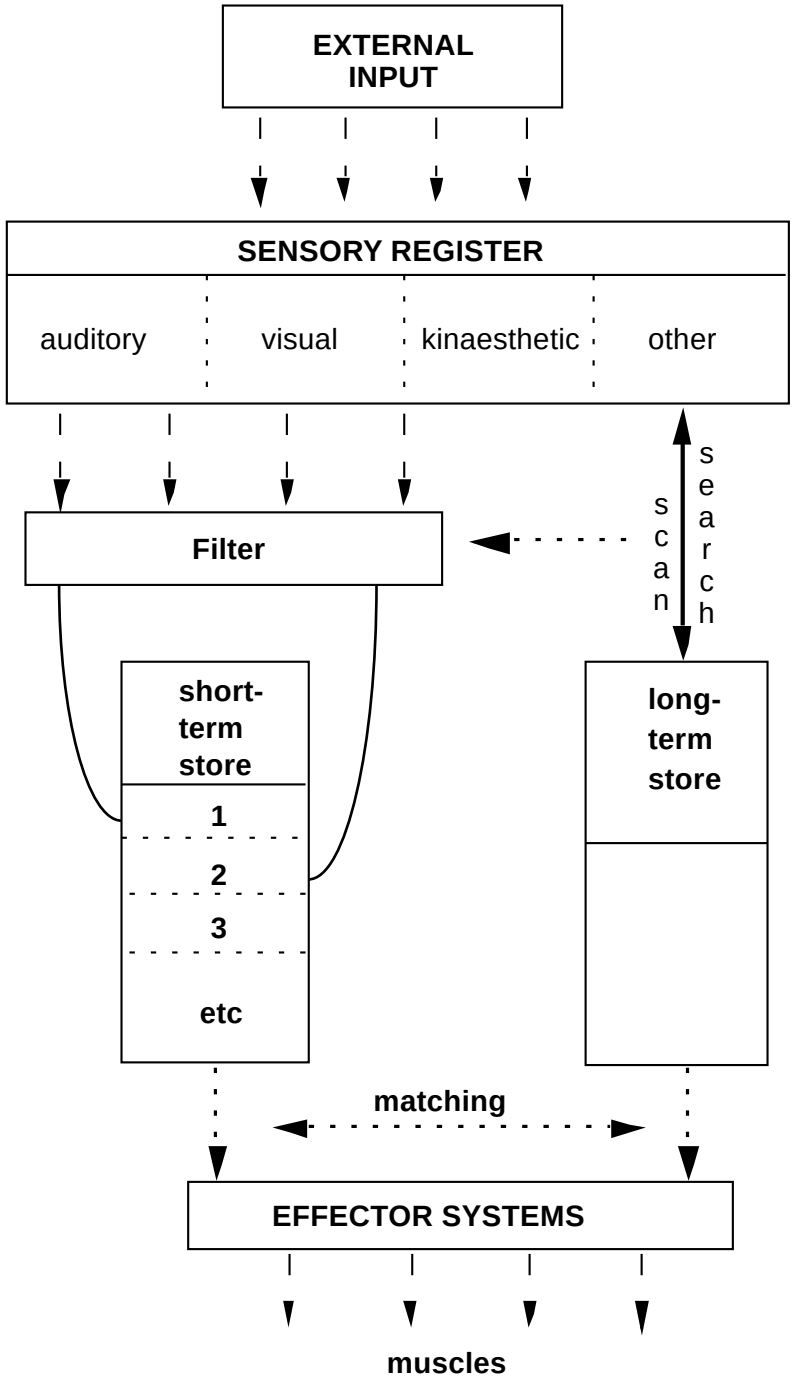


Fig. 5. Scheme of information processing systems. (WOLF, 1976, p.159).

1. The external input in its entirety is recorded in the sensory register.
2. Visual, auditory, and kinesthetic components are registered in the appropriate sensory dimension (it is highly significant that three of the four pianists interviewed rely on different sensory dimensions, or imageries, to process the musical information):
   a. Visual imagery "...but seeing the notes as the keys on the keyboard"
   b. Auditory imagery
   c. Kinesthetic imagery
3. A subject-controlled scan of information in the sensory register seeks to match parts of this material with similar pieces of information stored in MLT.
4. Matched information passes to a filter which arranges it in a digested condensed form for MCT.
5. Chunks of information pass to the seven slots of MCT, one chunk per slot.
6. MCT and MLT systems continually feed messages to the effector systems.
7. When a match of messages is accomplished, the effectors send an "action"-message to the muscles which may or may not be able to carry out the order in an automated, independent fashion. (WOLF, 1976, p.159-160)

DISCUSSION DES MODELES

Au vu de ce que nous avons avancé, ces modèles présentent d'évidentes lacunes, en partie déjà dénoncées par Jones, que nous avions citée au chapitre 9.

> Unfortunately, from the viewpoint of music perception the ascendancy of S-R associationism and currently information processing models have had a retarding influence (Jones, 1978). A major reason for this is that simple S-R and memory store models are frequently ill-equipped to address musical complexities.(...) Deutsch's theory (1969) follows the tradition of information processing models in emphasizing channels and linear stages in abstraction of isolated music intervals. The role of surrounding melodic and rhythmic context upon encoding and channel activity is not considered. Massaro and his colleagues have directed more experimental attention to special problems of pattern recognition (Massaro, Kallman, & Kelly, 1980), but their theoretical interpretations also remain limited. For example, musical intervals are assumed to be processed within an (e.g.) abstract chroma circle according to Gestalt laws (...). From such vague proscriptions, it is difficult to identify the precise role, if any, of surrounding context on auditory encoding. (...) They fail to provide a basis for determining if and how musical interval recognition is affected by the surrounding milieu. (JONES, 1981, p.35)

En effet, dans son modèle, WOLF laisse entendre deux interprétations quant au rôle du registre de l'information sensorielle (RIS) : soit une certaine répartition passive et spontanée (?) des données visuelles de la partition parmi les différentes modalités de codages (ce qui impliquerait une conversion préalable du code visuel au niveau du RIS), ou soit une "activité" de traitement de l'information déjà au sein du RIS, activité de sélection de la modalité de codage

"appropriée". WOLF nous semble accélérer le processus et attribuer au RIS des fonctions qui ne lui sont habituellement pas reconnues dans les modèles de la littérature psychologique :

> Le système de registre de l'information sensorielle (appelé RIS) remplit la fonction logique de donner aux systèmes d'extraction des caractéristiques et de reconnaissance de formes le temps d'opérer sur les signaux parvenant aux organes sensoriels. (LINDSAY et NORMAN, 1980, p.307)

Rappelons-nous des mouvements oculaires et des temps de fixation étudiés au chapitre 3, l'information recueillie au niveau du RIS étant de nature visuelle, le traitement qui opère des reconnaissances de *patterns* dans leurs différentes modalités relève d'une étape suivante, non pas du RIS.

WOLF a pourtant noté trois modalités différentes qu'il a cru déceler comme une caractéristique à chaque fois personnelle chez ses trois pianistes; ses conclusions sont encore une fois hâtives et ne se fondent sur aucune expérimentation mais sur les confessions "introspectives" de ses sujets. Nous avions déjà mentionné dans nos hypothèses les notions de code dominant et de fixation dans un code, qui rendent compte de ces particularités individuelles.

En outre, cette prétendue "dominance" modale du RIS chez trois de ses sujets experts est en contradiction évidente avec l'idée de "dimension sensorielle appropriée" qu'il signale dans le même paragraphe. WOLF aurait pu relever ici la notion centrale de plurimodalité de patterns et en faire la clé de voûte de son modèle en englobant les particularités de ses cas individuels.

Dans le modèle de Das, Kirby et Jarman, par contre, le contenu du RIS serait "lu" par une unité centrale d'analyse. Mais si cette lecture se fait de manière sérielle, nous proposons un traitement parallèle de type "top-down" qui opère dans les deux sens (aller et retour), sur la recherche du code approprié, justement, pour l'identification d'un pattern.

Cet ajout au modèle de Das serait une réponse aux lacunes dénoncées plus haut par Jones, concernant les influences du contexte sur l'encodage et le choix des canaux de traitement (voir aussi le chapitre 9). L'unité centrale est donc pleinement agissante sur le RIS, comme sur les mouvements oculaires (voir 3 et 9). Ce modèle donne aussi une indication sur le comportement attendu d'un élève en situation de lecture à vue : actif, à la recherche de patterns plurimodaux; l'aspect moteur-kinesthésique du traitement de l'information spécifique de la lecture à vue de partitions ne doit pas entraver cette mobilité idéale de transfert modal.

Curieusement, les trois extraits d'interviews cités par WOLF pour étayer ce que nous avons appelé "dominance modale" chez ses trois pianistes "étalons", reprennent chacun, et à l'insu de WOLF, la modalité finale liée à la commande motrice :

a. visual imagery : "(...) seeing the notes as the keys of the keyboard."
b. auditory imagery : "(...) you know the patterns that your hands should be playing."
c. kinesthetic imagery : "(...) you can imagine that you are playing the piano even if the keyboard is not there." (WOLF, 1976, p. 158-159)

Dans la suite de son modèle, WOLF tente d'illustrer la différence dans les traitements d'un lecteur expert et d'un lecteur faible, à propos de la gestion de la mémoire à court terme.

Cependant, il ne rend pas compte des différentes modalités d'encodage des *chunks* : dans l'exemple de l'expert (good sight-reader), le premier *chunk* étant éminemment acoustique et le deuxième, théorique (degrés harmoniques) :

> If we look at the model in more specific terms, it is possible to get an immediate sense of the difference between a skilled and an unskilled sight-reader. Figure 6 is a scheme of the reduction process from the sensory register to the short-term store for a skilled and an unskilled sight-reader. (WOLF, 1976, p.161)

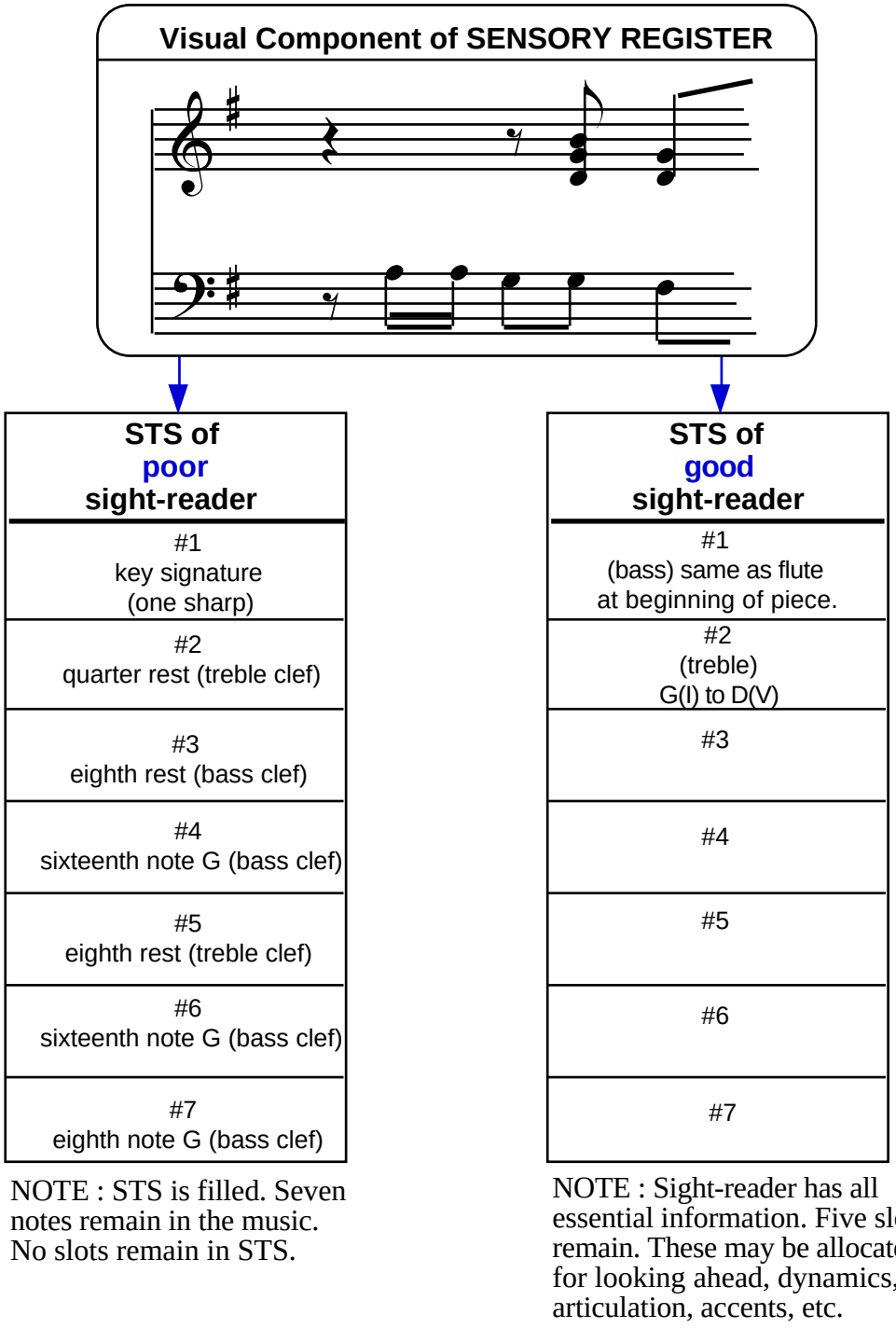


Fig. 6 Scheme of the reduction process from the sensory register to the short-term memory stores for the skilled and unskilled sight-reader.(WOLF,.1976, p.161).

Ces éléments nous rapprochent à nouveau de l'hypothèse d'un traitement "plurimodal" de la partition.

Le modèle de WOLF ne dit rien non plus d'un transfert modal vers la modalité finale : le transfert commande motrice s'effectue d'après lui, essentiellement de la MLT aux effecteurs, dans une correspondance directe avec un matériel similaire stocké en MLT, qui contient lui-même de manière intrinsèque

l'information à transmettre aux muscles; voilà encore un raccourci de procédure qui ne nous arrange pas.

Il est remarquable que malgré ces évidents raccourcis, WOLF se préoccupe encore du temps de parcours de ses sept étapes :

> (...) one can infer a second explanation for the differences in ability between a skilled and an unskilled sight-reader. Clearly, the speed at which the seven-step process occurs is a critical variable in sight-reading. Not only must a visual image be deciphered and organized quickly (pattern recognition), but also an appropriate "action"-message must be sent and received by the muscles. (WOLF, 1976, p.162-163)

Le modèle ne nous dit pas si les sept étapes sont "obligées" : n'y aurait-il pas d'autres raccourcis?

Nous avons amplement parlé de l'identification plurimodale de pattern, - WOLF parle de "pattern recognition" (autre raccourci à sens unique : reconnaissance seule versus construction), en référence à la MLT - nous avons ainsi placé l'accent sur l'identification-construction et la plurimodalité.

Autre notion absente du modèle de WOLF, qui découle de l'identification de pattern et déjà justement dénoncée par Jones : l'anticipation (voir 9). - Est-il plus élégant raccourci? Le modèle de Das cité plus haut en contient quelques indices:

> The third component, which could be labeled thinking, uses coded information and determines the best possible plan for action. Perhaps it is also crucial for the emergence of causal thinking which Hess (1967) describes as "an integrative activity which brings simultaneous and successive patterns of nervous excitation into a subjectively meaningful frame of reference". (DAS, KIRBY et JARMAN, 1975, p.89-91)

Les trois éléments que nous soulignons ici sont explicitement liés à nos préoccupations dans la tâche de lecture à vue : la "pensée causale" en particulier, car nous avions dit qu'une note (événement) n'a de sens qu'en rapport à une autre, si bien qu'une fois un cadre (forme, pattern) identifié, la probabilité d'apparition d'un événement à un moment donné à l'intérieur de ce cadre est très forte (voir 9 et Jones, M.R., 1981). Nous avions fait un ajout au modèle de Das pour satisfaire aux contraintes spécifiques de la lecture à vue, à l'envers d'un processus linéaire univoque de "lecture" sérielle, Das lui-même parlait ainsi d'une intervention de l'unité centrale dirigée sur le RIS :

> The central processor interrogates the buffer to see if anything is there, and if so allows a transmission to be made. (DAS, 1984, p.231-232)

Nous sommes allés plus loin, dans le sens d'un "monitoring" du RIS, d'une gestion "top-down" par l'unité centrale. Celle-ci recherche les indices et les confirmations d'une modalité appropriée à l'encodage d'un pattern, exactement à la manière des mouvements oculaires, mais sur un support virtuel (le contenu du RIS).

Pour reprendre l'expression de Das, "the best possible plan for action", nous dirions de l'unité centrale, qu'elle recherche aussi la meilleure modalité possible pour l'encodage.

Finalement, il nous apparaît que WOLF focalise son attention sur la MLT confondant méthode de travail et traitement de l'information :

From the point of view of the information-processing model that has been proposed, it is obvious why some gifted performers are poor sight-readers. A musician who practices continually for performances will repeat musical patterns over and over again until each becomes automated in the MLT store. Conversely, a sight-reader will scan a page of music only once, relying heavily on his ability to chunk the elements for the MCT store. While both MCT and MLT systems function continually in any information-processing situation, it appears to be the primary reliance on different memory storage systems which separates the skilled performer from the skilled sight-reader. (WOLF, 1976, p.164)

Si nous examinons le modèle de WOLF, la MLT est sollicitée (point 3 du modèle) avant toute organisation (chunk) en MCT, et ensuite pour la commande motrice, comme nous l'avons montré plus haut. Aussi, le rôle accordé à la MLT dans ce modèle nous semble primordial pour la réalisation de la tâche, au couvert des échanges dynamiques et interactifs des mémoires (voir le chapitre 8), qui court-circuitent le système dans un discret paradoxe.

INTRODUCTION A L'EXPERIMENTATION

> (...)the dual nature of the sight-reader's problem: "I think that beside the knowledge of patterns there were more important factors that influenced whether a person was a good sight-reader or not. I have come to the conviction that it has something to do with the speed with which a visual image was converted into a muscular act; and with some people this is a very rapid transformation.(...) (GOLDOVSKY, cit. in WOLF, 1976)

Dans les situations de lecture à vue de partitions musicales, le temps exerce une pression naturelle mesurable sur l'activité d'un lecteur, en le soumettant à des formes de compromis sans cesse renouvelés sur la quantité et la vitesse de ses productions : variations du débit de notes par rapport au *tempo* imposé. Il n'est donc pas étonnant que les différences observées dans les conduites de lecteurs de formations et de niveaux techniques comparables soient attribuées plutôt à leurs vitesses respectives d'exécution des procédures de conversion de l'information visuelle recueillie et de transfert aux effecteurs moteurs (WOLF, 1976) et moins à l'effet de la différence qualitative de ces procédures sur la vitesse d'exécution en temps réel; ainsi la relative faiblesse d'une interprétation en première lecture serait envisagée comme une trop lente application de procédures suffisamment bonnes.

L'éventail des procédures générales de résolution de la tâche de lecture à vue que nous avons collecté dans la revue de littérature dont nous avons fait état dans la partie théorique, pourrait simplement se résumer ainsi : *"Pas à pas, et à un tempo régulier, mais sans vouloir jouer toutes les notes que tu vois, page après page... Joue ce que tu vois dans la partition. Joue ce que tu entends dans ce que tu vois. Joue ce que tu comprends dans ce que tu vois. Joue ce qui parle directement à tes doigts dans ce que tu vois. Sans essayer de retenir en mémoire ce que tu viens de jouer, car tu n'en a pas le temps!"* A partir des résultats et des discussions des auteurs auxquels nous faisons référence (HERRMAN, 1971; WOLF, 1976), nous avions suggéré une coexistence probablement hiérarchisée et complémentaire de ces procédures (voir la partie théorique sur la plurimodalité des patterns); nous voudrions à présent dans la partie expérimentale de notre recherche, nous attacher à relever une étape qui nous paraît essentielle et commune à toutes ces procédures : la nature des "pas".

Dans notre modèle explicatif, un "pas" serait un "groupement organisé d'éléments formant une unité", en anglais, le terme usuel adopté des travaux de Miller sur la mémoire est *chunk* ou plutôt *pattern*, dans le domaine de la perception : ici, pour la tâche de lecture à vue de partitions, un regroupement de notes (ou graphèmes) qui présentent un lien entre eux, aux yeux du lecteur (cf. la *plurimodalité des patterns*). La définition de "*pattern* musical familier" que l'on retrouve aussi dans la littérature (WOLF, 1976) restait à préciser, mais sans devoir passer par les considérations formelles de SIMON (1968), nous nous en tiendrons à l'évidence des unités opérationnalisées qui ressortent du jeu personnel du lecteur (SHAFFER, 1980, 1981) dévoilant son *propre* découpage de l'information musicale contenue dans l'écriture de la partition en une séquence d'unités - qui lui paraissent - signifiantes à ce moment précis de sa lecture, en *temps réel* dicté par le tempo de la partition. "*(...) le découpage perceptif est, dans une certaine mesure, calqué sur le découpage du message physique en unités signifiantes"* (VIVIANI, 1987, p.1684). Ainsi, chez un lecteur et dans un contexte musical donné, notre indice de l'état local et momentané de sa "connaissance

des patterns" *(knowledge of patterns)* procède strictement de la mesure de ces unités (regroupements, *chunks*) exécutées sur le clavier *(visual image converted into a muscular act)*.

En deçà d'une *"connaissance des patterns"* virtuelle, a priori développée - implicitement et conjointement avec l'acquisition de la technique sur l'instrument, nous avons tenté d'assister à l'émergence de la formation des *patterns* chez un lecteur tels que nous les avons définis : de voir d'abord, dans quelle mesure une variation de l'état de cette "connaissance des patterns" ressortait de l'exécution même des lecteurs, et plus précisément, à quelle vitesse et jusqu'où, ou à quelles conditions cette connaissance pouvait se développer chez nos sujets, en regard de partitions transfigurées (différentes fréquences d'échantillonnages des niveaux du facteur "contexte graphique") ou dénaturées (modalités du facteur "contexte musical").

Nous faisons donc l'hypothèse que ces états de connaissances varient, soit en regard du contenu musical, soit de la forme graphique des partitions *(vs. context free)* chez tous les sujets, et dans une approche différentielle, que certains lecteurs qui auraient acquis plus rapidement une meilleure connaissance d'un environnement particulier *(domain specific)* ou privilégié peut-être la modalité de codage à la base de la construction de cet environnement[1], présentent, entre eux, des différences dans leurs conduites et en comparaison d'une situation à l'autre.

Nous inspirant des travaux de CHASE et SIMON (1973b) sur la capacité de stockage de la mémoire à court terme des joueurs d'échecs experts et novices, nous avons distingué les contextes comportant des regroupements signifiés, c'est-à-dire des cohérences locales graphiques, tonales ou kinesthésiques, des contextes (pseudo[2]-)aléatoires de configurations désorientées des graphèmes et sans relations "familières" signifiées (cf. description des stimuli). Comme pour les joueurs d'échecs des auteurs mentionnés plus haut, ces contextes aléatoires devraient aussi mettre en évidence un nivellement des performances vers le bas pour tous les lecteurs (effet plancher), pour autant, d'une part, que la lecture à vue de partitions fasse appel, de façon aussi intensive que pour le jeu d'échecs, à la reconnaissance de configurations "signifiées" et "familières" stockées en mémoire à long terme, et d'autre part, - et c'est là justement l'aspect essentiel de la question posée par Goldovsky (WOLF, 1976), que le temps à disposition pour cette recherche de correspondances soit suffisant lors d'une exécution en temps réel.

[1] cf. l'introduction théorique sur la plurimodalité des patterns

[2] la construction des partitions stimuli classés "aléatoires" a été contrôlée quant à leurs contenus qui respectent des règles de construction qui n'ont rien d'aléatoire (voir stimuli).

HYPOTHESES GENERALES :

Nos hypothèses sont tirées de notre analyse de la proposition de Goldovsky citée au fronton de l'introduction, à laquelle nous avons rattaché les travaux de CHASE et SIMON (1973b). Au-delà des remarques de GOLDOVSKY, nous faisons l'hypothèse que la nature de la difficulté de la tâche de lecture à vue est moins une affaire d'accès à une palette plus étoffée de patterns stockés en MLT *(knowledge of patterns)* qu'une question plutôt stratégique de rapidité de transfert de patterns "non répertoriés" (sans recherches de correspondances en MLT avec des "configurations modèles") exclusivement[1] destinés à une exécution immédiate sur le clavier.

Nous prétendons caractériser les différences dans les conduites de lecteurs en des situations variées de lecture à vue, essentiellement suivant deux critères d'analyses : à quelles vitesses et sous quelles formes s'opèrent les transferts de contenus visuels de partitions sur l'instrument et dans quels types de contextes (cf. CHASE et SIMON, 1973b) ressortent les plus grandes différences entre les lecteurs ?

Sur le débit (speed)

- HG1. Les sujets sont relativement constants dans tous les types de partitions qu'ils jouent en lecture à vue : les rangs établis suivant leurs performances sont conservés dans toutes les situations expérimentales; on n'observe pas d'effet plancher "à la CHASE et SIMON" dans les contextes qui ne présentent pas de contenus familiers (absence de correspondances avec des configurations similaires stockées en MLT chez les experts : "knowledge of patterns" de GOLDOVSKY et selon le modèle cognitif de WOLF).

Sur les groupements effectués (visual image converted)

- HG2. Les groupements effectués dans le transfert sur des contenus musicaux identiques sont instables, ils varient d'une présentation graphique à l'autre[2], également dans tous les contextes musicaux, pas moins dans les contextes signifiés. La taille moyenne des groupements tend aussi vers une limite personnelle mais seulement sur un ensemble suffisamment large d'observations : localement, dans les conditions expérimentales, les conduites des sujets en regard de cette variable ne sont pas différenciées.

Sur l'interaction du débit et des regroupements (et des notes manquées) : la genèse des patterns en temps réel.

- HG3. La particularité des lecteurs les plus rapides est de présenter de plus grandes variations des regroupements, ils n'affichent pas systématiquement des tailles de transfert plus grandes que celles des lecteurs plus lents (ni pour les contextes signifiés ni aléatoires, en référence aux résultats de CHASE et SIMON).
    - Les groupements effectués dans la tâche avec le rythme sont plus variés chez les sujets rapides alors que leurs débits et leurs nombres de notes manquées restent relativement stables d'un contextes graphique à l'autre à l'inverse des lecteurs plus lents qui effectuent des groupements plus larges

[1] non pas destinés à quelque "coûteuse" conservation en mémoire à long terme.

[2] SHAFFER (1981) révèle de remarquables régularités de type kinesthésique chez un même lecteur virtuose dans les exécutions répétées d'un extrait musical à chaque fois identique (sans modification de l'écriture).

avec peu de "modulations". Les sujets plus rapides présentent des unités de transfert calquées sur les configurations locales ("moduler le pas en fonction de l'approximation locale à la configuration", VIVIANI, 1987, p.1684) et varient sensiblement leurs nombres de groupements d'un contexte graphique à l'autre dans le transfert de contenus musicaux identiques.

HYPOTHESES OPERATIONNELLES :

Partant de la proposition de Goldovsky et des travaux de CHASE et SIMON (1973b), nous avons tenté d'en opérationnaliser les dimensions en contrôlant les effets des facteurs contextes graphiques ou musicaux dans deux types de tâches :

- HOp1. La mesure du débit de notes justes ("speed") est un indice discriminant stable : indépendamment des modalités des contextes musicaux ou graphiques et indépendamment aussi des deux tâches.
    - Des corrélations positives inter-contextes montrent les régularités relatives des rangs, conservés dans la plupart des conditions expérimentales.
    - Il y a des différences statistiquement significatives entre les conduites des lecteurs (constantes personnelles) que l'on retrouve tant dans les contextes signifiés qu'aléatoires[1], pour les débits de notes justes (VD "notesJustes/sec"). Les ensembles de conduites de chaque lecteur tendent vers des moyennes (=personal tempo) différentes (ANOVA et Kruskal-Wallis / effet du facteur lecteur).
- HOp2. La mesure des unités de transfert ("visual image converted into a muscular act") n'est pas un indice discriminant au niveau des conditions expérimentales.
    - On relève de faibles corrélations inter-contextes graphiques (sauf entre IV_VI) dans toutes les conditions expérimentales (contextes musicaux signifiés et aléatoires) et les différences entre les ensembles de conduites de chaque lecteur ne ressortent pas statistiquement significatives, les meilleurs lecteurs présentant de trop grandes variations (ANOVA et Kruskal-Wallis). Pourtant, les sujets tendent vers une limite personnelle de regroupements qui apparaîtrait sur le nombre total des observations dans chacune des tâches, tous contextes confondus, 36 observations par sujet. ANOVA significatives pour l'effet du facteur lecteur dans les deux tâches.
- HOp3. Prise isolément dans l'un ou l'autre contexte, la mesure des tailles des unités de transfert n'est pas un bon prédicteur des compétences de lecture à vue d'un lecteur, bien qu'elle soit globalement corrélée avec les performances mesurées par les débits de notes justes.
    - 3.1a. Les corrélations des variables numChunks et notesJustes/sec sont positives pour l'ensemble des conduites et localement dans les contextes graphiques et dans les conditions expérimentales.
    - 3.1b. Pour la variable numChunks, les indices de dispersions présentent une tendance croissante en regard des performances des sujets, alors que relativement décroissante pour les variables notesJustes/sec et constante pour les missingNotes.

[1]En référence aux observations de CHASE et SIMON (1973b) où des différences apparaissent seulement pour les configurations signifiées d'échiquiers; il faut relever que leurs analyses reposent sur des groupes contrastés d'experts et de novices, il ne s'agit pas de différences entre des ensembles de conduites de quelques sujets classés suivant leurs performances établies de l'expérimentation elle-même comme ici et qui induisent nos analyses de corrélations.

3.1c. L'interaction des effets des facteurs "lecteur" et "contexte graphique" sur la variable "numChunks" est envisagée comme statistiquement significative.

METHODE

Plan expérimental

		Contexte musical			
		Signifié		Pseudo-aléatoire	
		AK	TNK	ANKA	ANKT
Contexte graphique	I/II				
	III/IV				
	V/VI				

Fig.7 : plan expérimental commun aux deux tâches (I_III_V et II_IV_VI).

Deux tâches

Dans une tentative d'isoler les dimensions "vitesse du transfert" et "tailles des unités de transfert[1]" - et afin d'assister aux multiples naissances et métamorphoses de regroupements fonctionnels qui ressortent de l'exécution sur le clavier -, tour à tour, nous avons placé les lecteurs dans deux tâches expérimentales. Les facteurs qui interviennent dans l'exécution des deux tâches sont identiques.

Les priorités explicites édictées dans les consignes de chaque tâche sont différentes : "jouer toutes les notes, le plus vite possible" (tâche sans indication de rythmes ni de tempo) vs. "jouer en suivant le tempo donné, éventuellement en laissant tomber des notes"(tâche avec indication de rythmes et tempo imposé); dans la tâche sans tempo imposé et sans indices rythmiques, la vitesse d'exécution est contrôlée par le lecteur suivant le débit qu'il est capable d'assurer, elle relève de son tempo moyen personnel (son horloge interne), au contraire d'une "exécution en temps réel" à un tempo fixe indiqué par l'expérimentateur.

Variable indépendante : contexte musical

Douze contenus musicaux regroupés en quatre catégories selon les règles que nous avons établies pour leurs créations respectives devaient aussi induire chez les lecteurs

[1]"a visual image was converted into a muscular act" (voir la définition opérationnelle du chunk)

des conduites différenciées selon les nombres de structures musicales ou kinesthésiques familières qu'ils y auront pu identifier.

La variable indépendante "contexte musical" est ainsi opérationnalisée selon quatre modalités : contenus musicaux construits sur une dominante atonale-kinesthésique (AK), tonale non kinesthésique (TNK), aléatoire-non-kinesthésique-d'atonale (ANKA) ou aléatoire-non-kinesthésique-de-tonale (ANKT). Ces deux modalités reprennent les mêmes notes des contenus AK et TNK, mais avec des renversements toutes les demi-mesures : par cette manipulation, leurs contenus respectifs, que nous assimilons à des configurations aléatoires sans signifiés, sont contrôlés et comparables par paires de contextes musicaux présentant les mêmes notes en même nombre, mais dans un arrangement différent.

Ces quatre modalités regroupent chacune trois partitions différentes de huit mesures mais comparables du point de vue soit de leurs caractéristiques structurales musicales, soit de leurs propriétés kinesthésiques :

Contenus signifiés :

- AK : atonal kinesthésique

  la musique écrite ne comporte pas de tonalité mais est essentiellement issue du mouvement des doigts (improvisée sur un clavier)

- TNK : tonal non kinesthésique

  comporte une tonalité mais originellement composé pour guitare, c'est-à-dire, très éloigné des mouvements habituels effectués sur un clavier

Contenus (pseudo-)aléatoires :

- ANKA : atonal non kinesthésique d'atonal

  matériel construit à partir des contextes AK : mêmes notes en mêmes nombres mais dans des arrangements inversés toutes les demi-mesures pour en extraire (ou annihiler) le mouvement naturel des doigts

- ANKT : atonal non kinesthésique de tonal

  matériel construit sur la base des situations TNK : mêmes notes en mêmes nombres mais dans des arrangements inversés toutes les demi-mesures pour y brouiller toute trace de tonalité (cadence, résolution, notes de passage).

Ces distinctions (définitions opérationnelles) entre contenus à dominantes soit kinesthésiques, non-kinesthésiques, tonales ou atonales vient de nos présupposés conceptuels exposés dans le développement théorique sur les modalités d'encodage des informations visuelles de la partition, qui tablent sur l'existence virtuelle d'entités séparées de "signifiés kinesthésiques" (vs. non kinesthésiques) induits d'un doigté "pianistique" dans la partition et "signifiés tonaux" (vs. atonaux) issus des règles conventionnelles d'harmonie d'une culture donnée (voir la partie théorique à ce sujet).

Variable indépendante : contexte graphique

La première situation présente successivement une série de douze partitions aux contenus musicaux découpés selon trois seuils de segmentations-quantifications rythmiques (c'est-à-dire, dans la notation, soit la plus petite unité de temps signifiante : croche, double ou triple croche); notre intention ici, étant de varier graduellement la

quantité d'indices graphiques à disposition du lecteur pour effectuer ses propres regroupements d'un contenu musical donné qu'il doit exécuter sur le clavier (découpage en unités signifiantes exécutables).

La variable "contexte graphique" a trois niveaux : tous les contenus musicaux ont été "quantifiés" (ajustés) selon trois seuils d'unités de temps signifiantes minima, trois fréquences d'échantillonnage de la même information musicale : croche, double et triple croche (8ème, 16ème et 32ème de mesure ou de ronde). Les symboles et abréviations utilisés dans cette recherche pour différencier les tâches et les niveaux des contextes graphiques sont les suivants :

- I / II à la triple croche (1/32ème de ronde)
- III / IV à la double croche (1/16ème de ronde)
- V / VI à la croche (1/8ème de ronde)

I, III, et V pour la première tâche avec le rythme et II, IV, VI pour la deuxième sans rythme.

La deuxième situation reprend exactement les mêmes partitions telles que présentées aux lecteurs dans l'autre tâche, mais cette fois, dans une notation épurée des signes rythmiques conventionnels, afin de fixer l'attention du lecteur sur la rapidité seule de son jeu - sans *tempo* régulier ni intervalles rythmiques entre les notes à respecter. Voir l'effet visuel du retrait des signes rythmiques des partitions dans l'illustration ci-dessous et en annexe 2.

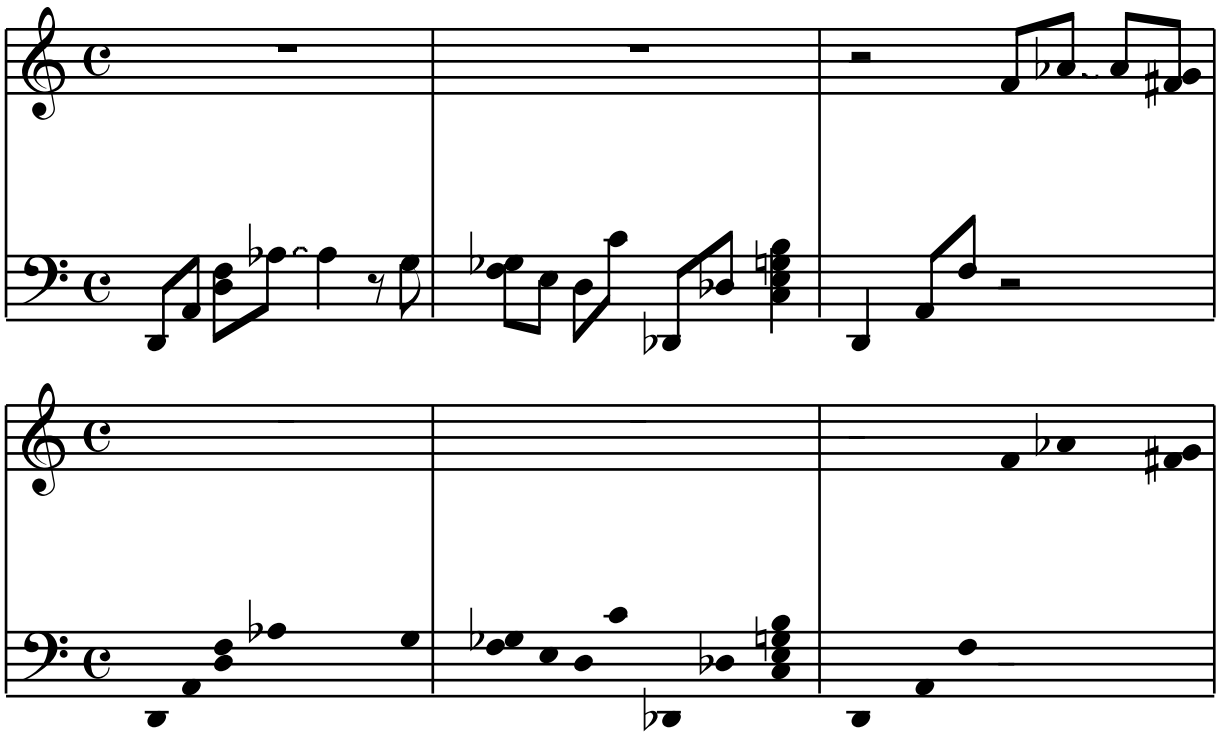



Fig. 8 Illustration des présentations graphiques de la même partition (extraits de AK.9) au même niveau de quantification graphique (à la croche V et VI) dans l'une et l'autre tâches.

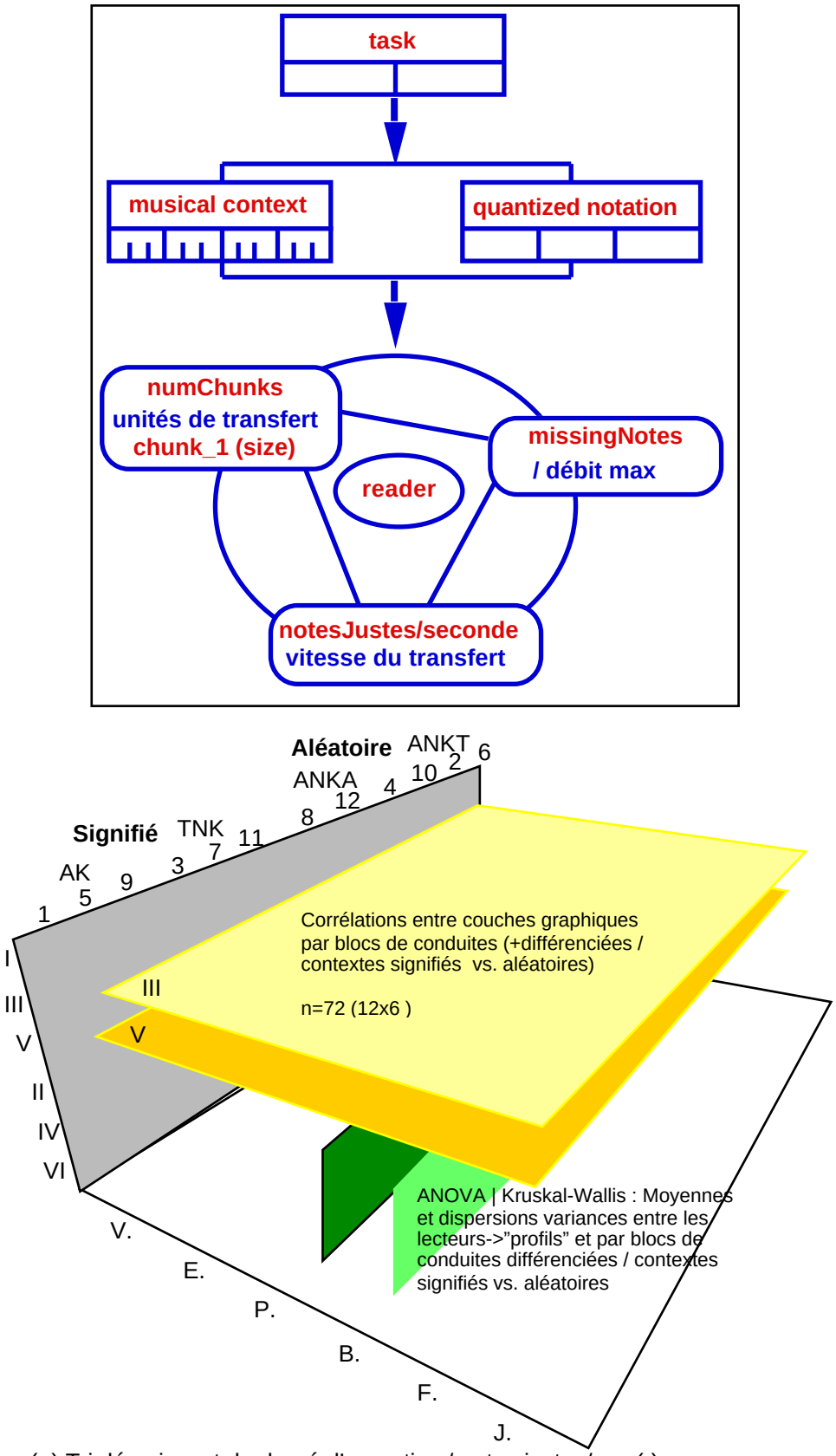


Fig. 9 : Illustrations de l'expérimentation : les deux tâches avec deux facteurs identiques et quatre variables dépendantes.

Variables dépendantes

Définitions opérationnelles, justifications et dimensions psychologiques.

Nous avons relevé quatre indices que les lecteurs (six pianistes virtuoses et concertistes de musique classique) ont spontanément laissés sur le transfert de l'adaptation de leurs lectures à l'instrument (SLOBODA, 1978b) : la taille des premiers regroupements effectués ("***chunk_1***"), les nombres de regroupements ("***numChunks***"), de notes manquées ("***missingNotes***") et de notes correctes jouées par seconde ("***notesJustes/sec.***").

• 1ère variable dépendante : nombre de regroupements[1]

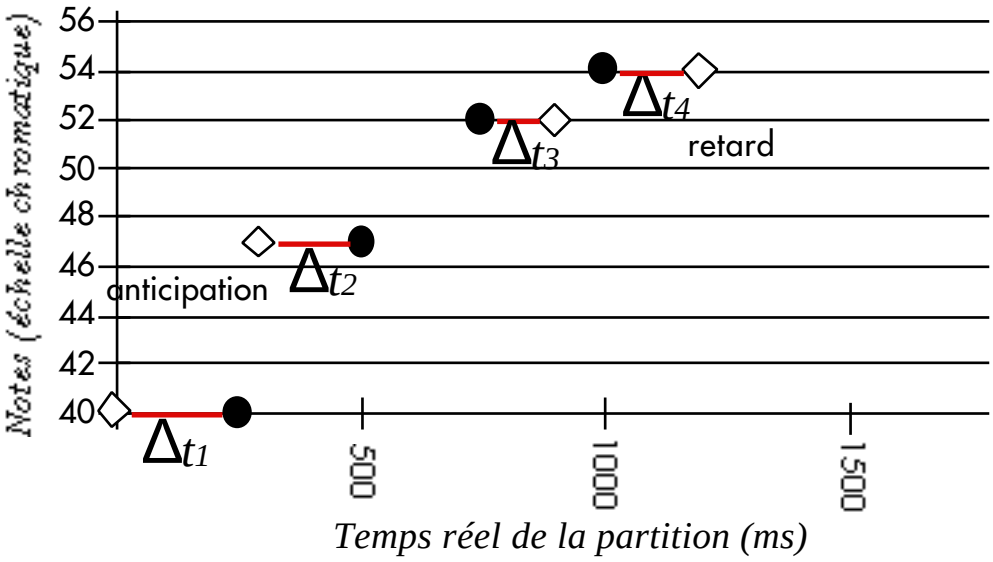
La définition de "*pattern* musical familier" que l'on retrouve aussi dans la littérature (WOLF, 1976) restait à préciser, mais sans passer par les considérations formelles de SIMON (1968), nous nous en tiendrons à l'évidence des unités opérationnalisées qui ressortent du jeu personnel du lecteur (SHAFFER, 1980, 1981) dévoilant son *propre* découpage de l'information musicale contenue dans l'écriture de la partition en une séquence d'unités - qui lui paraissent - signifiantes (VIVIANI, 1987) .

Notre définition opérationnelle d'un "chunk" prétend révéler les perceptions successives de patterns en temps réel, elle mesure vraisemblablement les modulations des capacités de transfert de la MCT lors du codage de l'information visuelle (plurimodalité) décodé dans l'exécution des mouvements sur le clavier.

-Définition opérationnelle du CHUNK : SI l'écart absolu des différences de timing entre deux notes jouées successives et leurs notes respectives écrites de la partition est PLUS GRAND que la valeur de deux fois l'écart-type (*s*) calculé sur toutes les différences observées dans l'exécution de cette partition (parmi les couples de notes consécutives chez un sujet particulier), ALORS nous considérons cette note comme le point de départ d'un nouveau regroupement (CHUNK).

$$|\Delta t_2 - \Delta t_1| > 2\, s_{|\Delta t_{i+1} - \Delta t_i|}$$

[1] numChunks/20 premières notes jouées -> taille moyenne des unités de transfert (pas d'échantillonnage) -> indice (approximatif) de l'identité (qualitative) des regroupements effectués (inter ou intra sujets)



Dans notre définition, un CHUNK se délimite par comparaison des Δt de deux notes jouées successives, non pas simplement par des mesures d'anticipation ou de retard sur des notes individuelles.

La mesure des variations des écarts de deux notes successives est calculée en valeur absolue, ici, c'est l'ampleur de la variation qui nous intéresse et non si la lecture tend vers un retard ou une anticipation (voir les illustrations suivantes de la Fig. 10). Ainsi, l'écart-type des valeurs absolues des variations est un bon indice de dispersion de l'ampleur seule de la disparité entre les deux séries de notes (la série des notes jouées en regard de celle des notes écrites).

La définition opérationnelle du *chunk* adoptée des travaux de CHASE et SIMON (1973b) et reprise à leur suite par GOBET (1993) pour le rappel de positions échiquéennes chez des joueurs experts et novices, ne nous a pas convaincu: le *chunk* y est défini comme "le groupement d'au moins deux pièces, séparées entre elles lors du placement par un temps de latence inférieur à 2 sec." (GOBET, p.103). Cette limite fixée à 2 secondes reste théorique, a priori et absolue, mais surtout, elle ne prend pas en compte des différences individuelles de vitesse d'exécution des procédures que nous voulons justement mettre en évidence dans notre recherche. Notre définition opérationnelle du *chunk* est dynamique et orientée "bottom up" à partir des observations de chacun des sujets, relative à un moment précis et un contexte bien particulier. Si le temps est la seule dimension opérationnelle qui définit la frontière entre deux groupements effectués, il nous paraît essentiel que la mesure soit sensible aux différences intra et inter sujets de vitesse du traitement de l'information (cf. "personal tempo" de STROOP (1935) cit. in DAS (1973)).

• 2ème variable dépendante : taille du premier regroupement

Nous avons retenu deux dimensions quantitatives dérivées de notre définition opérationnelle du CHUNK : le nombre de regroupements (**numChunks**) effectués sur les 20 premières notes jouées et la taille du premier regroupement effectué (**Chunk_1**).

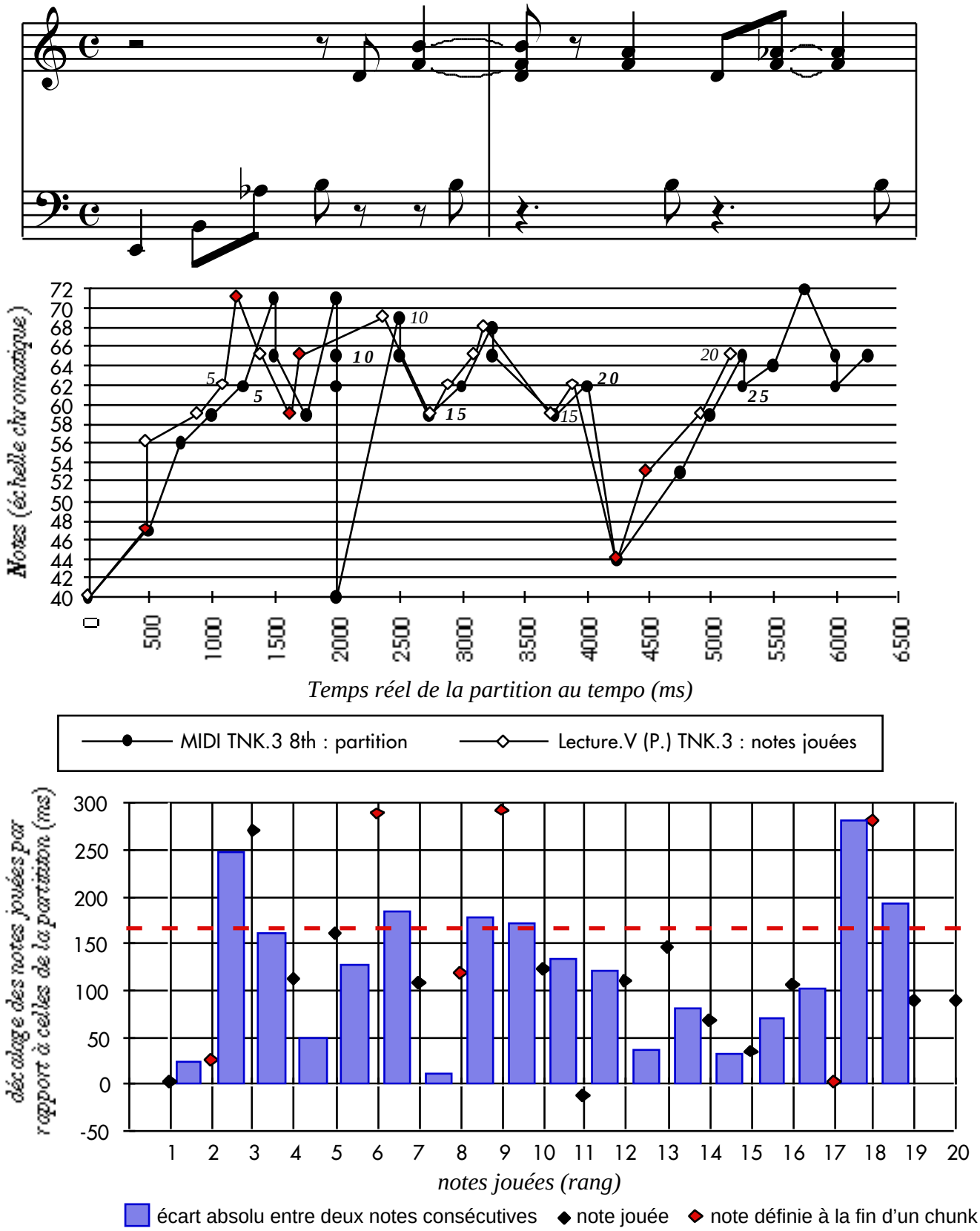


Fig. 10 Illustrations de la procédure de définition d'un CHUNK. Les points rouges sont les dernières notes des chunks. Les colonnes bleues sont les valeurs absolues des différences entre les décalages de deux notes jouées consécutives ($|\Delta t_2 - \Delta t_1|$). La ligne rouge pointillée trace le seuil de tolérance de 2 fois l'écart-type

de tous les écarts $| \Delta t_{i+1} - \Delta t_i |$ pour les 20 premières notes jouées du sujet P. dans cette partition.

• 3ème variable dépendante : les notes manquées[1]

Elles sont comptées sur les vingt premières notes écrites de la partition : ce sont les notes que le lecteur n'a pas pu jouer ou qu'il a préféré sauter pour rester dans le tempo imposé par la situation expérimentale (**missingNotes**).

• 4ème variable dépendante : les notes justes

Elles sont comptées sur les 20 premières notes jouées, celles pour lesquelles nous avons trouvé une équivalence tonale et une correspondance contextuelle (à l'intérieur de marges de tolérance d'un décalage temporel constant) parmi les notes de la partition présentée. Il nous faut remarquer que le calcul des notes justes jouées est de fait une mesure indépendante du nombre de *missingNotes* :

nJustes/20notesJouées = 20notesJouées - nearNotes/20notesJouées[2] - notesFausses/20notesJouées

Remarque : le nombre de notes justes sur les vingt premières notes écrites de la partition aurait été directement calculé par déduction des nombres de *missingNotes* et de *nearNotes* : (20 - *missingNotes* - *nearNotes*).

• 5ème variable dépendante : le temps à la 20ème note jouée

Elle représente la durée totale nécessitée pour l'exécution des vingt premières notes jouées par le lecteur (**temps20**).

• 6ème variable dépendante : le temps par notes justes

Elle découle de la division des deux variables dépendantes précédentes: du temps à la 20ème note jouée par le nombre de notes justes jouées (T./notes justes). C'est un indicateur du temps de réaction moyen chez le lecteur pour identifier et jouer une note correctement (cf. STROOP, DAS, 1973 , *word reading speed*, *personal tempo*). Par la formule de conversion 1000 *ms* /(T./notesJustes), on obtient l'indice dérivé que nous avons finalement retenu : le nombre de notes justes jouées en une seconde (**notesJustes/sec**).

---

[1]Comment comparer deux chunks d'après leurs tailles respectives de notes jouées, sans prendre en compte leurs nombres respectifs de notes manquées?

[2]Le calcul des nearNotes (notes fausses mais voisines des notes visées définies par un écart temporel et tonal fixe) n'a pas été utilisé pour les analyses de cette recherche.

Sujets

Six pianistes de formation et de niveaux techniques comparables (diplôme de virtuosité classique) âgés de 27 à 45 ans, trois femmes et trois hommes : B., E., P., V., F., J., les quatre premiers cités reconnus de leurs pairs comme étant des lecteurs experts, régulièrement sollicités pour accompagner au pied levé des auditions. Le sujet B. a réduit la fréquence de ses activités d'accompagnement depuis quelques années, V. poursuit une formation parallèle dans la musique improvisée de jazz, compose et a l'oreille absolue, F. est au bénéfice d'une formation supérieure en enseignement de la théorie musicale, E. d'une licence de concert et fréquente les concours internationaux et P. d'une spécialisation dans la direction chorale et l'enseignement du solfège et du chant, J. est aussi peintre en-dehors de ses activités de musicien professionnel.

Matériel

Le clavier qui a servi à l'expérimentation était relié par une interface MIDI à un ordinateur qui enregistrait toutes les pressions des doigts des sujets en temps réel, avec une précision d'environ 3 millisecondes.

Le piano : Fatar, clavier MIDI "masterkeyboard", toucher sensitif de 88 touches

Le générateur de son : Korg, module de son piano droit standard

L'écoute s'est faite au casque : Pioneer, 30-20000Hz

L'interface MIDI : Opcode

L'ordinateur : MacIntosh Portable, 2 Mb RAM , 40 Mb HD, processeur Motorola 68000,16 Mhz

Le logiciel "sequencer" MIDI : Mark of The Unicorn, Performer, v.3.81

Les partitions (voir stimuli et annexe 2) ont été réalisées avec le logiciel d'édition professionnelle CODA, Finale, v.2.6, imprimées sur laser Postscript à 300 dpi et reliées en six cahiers.

L'interprétation de la musique pour guitare (TNK) a été introduite en temps réel avec une guitare classique modifiée pour recevoir le micro de cellules photo-électriques de l'interface MIDI : PHOTON, directement dans le logiciel de mise en page, pour être éditée, quantifiée et imprimée.

Le même clavier de l'expérimentation a été utilisé pour introduire l'interprétation des autres partitions (AK).

Nous avons développé un logiciel original qui convertit les fichiers du format MIDI standard issus du logiciel sequencer au format Texte (ASCII) pour être introduits dans le logiciel d'analyse des données, le logiciel tableur Microsoft Excel, v.4.0. (voir le code source en langage "C" en annexe et un exemple de conversion des notes en nombres).

Les données ont été analysées dans Excel grâce à un algorithme de comparaison des notes exécutées par chaque sujet en regard de chaque partition (432 comparaisons de séries de 20 notes) programmé dans le langage des fonctions MACROS d'Excel (voir annexe 5). Le calcul a été effectué sur un ordinateur MacIntosh Quadra 840 AV, 16 Mb RAM, 1 Gig HD, processeur Motorola 68040, 40 Mhz.

Stimuli

Voir les descriptions des variables indépendantes.

L'édition des partitions dans le logiciel CODA Finale a permis toutes les manipulations nécessaires pour la réalisation des niveaux de la variable contexte graphique (quantize 8th, 16th ou 32th note) et la suppression des signes rythmiques pour la deuxième tâche. Voir en annexe, des extraits de ces partitions.

Nous avions également présenté dans cette expérimentation les partitions identiques mais sans les lignes de la portée complète : au lieu de 5 lignes par clé, nous n'en avions laissé qu'une seule par clé, la ligne du "sol", respectivement la ligne du "fa" pour la portée des notes graves. Les données collectées dans ces présentations "acrobatiques" n'ont pas été utilisées dans cette recherche.

Chaque partition comportait seulement huit mesures et environ quatre-vingt notes au total.

Les trois partitions atonales kinesthésiques (AK) sont des oeuvres personnelles improvisées sur le piano MIDI. Les trois partitions tonales non kinesthésiques (TNK) sont des extraits des oeuvres pour guitare d'Astor Piazzolla, Cinco Piezas (para guitarra), "Campero" et "Compadre" (PIAZZOLLA, 1981) qui comportent des intervalles inhabituels pour les doigts d'un pianiste.

Les autres partitions ont été réalisées à partir de ces six : dans le logiciel d'édition CODA Finale, nous avons systématiquement inversé l'ordre d'apparition des notes, toutes les demi-mesures. Nous gardons ainsi les mêmes notes en mêmes nombres mais nous perdons la trace des indices de mouvements kinesthésiques ou de tonalités.

L'impression est de qualité professionnelle. Nous avons relié les feuilles en six cahiers au format A4 horizontal pour être pratiquement disposés sur les lutrins. Dans les cahiers, les partitions ont été réparties dans un ordre contrôlé.

Procédure

L'expérimentation s'est déroulée sur trois séances d'une heure et demi chacune environ, le temps de terminer deux cahiers, dans une salle du conservatoire de Fribourg, de l'institut de psychologie ou encore à la maison, toujours dans des conditions comparables avec le même matériel. Quelques séances ont été filmées.

Nous avons d'abord introduit brièvement les sujets à notre thème de recherche en précisant bien qu'il ne s'agissait pas d'une analyse psychoaffective de leurs personnalités mais que nous nous intéressions uniquement à l'aspect cognitif de leurs lectures à vue de nos partitions. Il faut souligner que notre recherche touche à l'examen de compétences liées à l'identité professionnelle de nos sujets et n'est dons pas anodine ni sans conséquences affectives interpersonnelles. Nous avons bénéficié de nos connaissances amicales dans le milieu des musiciens professionnels, de l'ouverture et de la disponibilité de nos sujets qui n'étaient pas rémunérés (ils y ont consacré environ cinq heures!).

Nous avons ensuite présenté le matériel et expliqué le principe de fonctionnement de nos appareils de mesures (clavier, interface, ordinateur et logiciel). Nous avons expliqué les deux tâches et commenté les consignes écrites qu'ils ont lues :

- Première tâche avec le rythme et le tempo imposé :

Consigne (condition A : tempo 120) :

> Jouez comme vous l'entendez après examen de la partition pendant 16 secondes (8 mesures) afin de jouer votre interprétation "au tempo indiqué" - et en priorité, au prix de laisser tomber des notes - sans devoir vous arrêter même en cas de fausses notes, du début à la fin du passage. Prenez soin de placer la pédale d'expression! (avec interprétation musicale)

- Deuxième tâche sans le rythme, ni les signes rythmiques :

Consigne (condition B : tempo libre, sans forme rythmique) :

> Jouez toutes les notes comme vous les voyez en respectant leurs positions relatives sur la partition le plus rapidement possible (sans interprétation musicale).

Les tâches ont été exécutées alternativement d'une partition à l'autre, nous rappelions au sujet l'essentiel des consignes à chaque fois, au début des six cahiers.

En fin de lecture d'une partition, les sujets tournaient eux-mêmes la page et attendaient notre signe (trente secondes) pour jouer de mémoire ce qu'ils venaient de lire (ces données ne sont pas utilisées dans cette recherche) et seulement après cela, pouvaient entreprendre la lecture de la page suivante. A chaque présentation d'une page, les sujets disposaient de seize secondes (la durée effective de l'exécution des huit mesures) avant de commencer à jouer. Une indication du tempo était entendue dans le casque après les 16 secondes (seulement quatre temps) pour annoncer à la fois le métronome de référence et le début de l'exécution.

Entre deux cahiers d'une même séance, nous faisions une pause d'une dizaine de minutes. L'intervalle entre deux séances était d'une semaine.

Seulement à la fin de la troisième séance nous expliquions en détail nos hypothèses théoriques dérivées de la revue de littérature et nous prenions des notes dans un entretien informel à propos de leur représentation et de leur vécu du phénomène de la lecture à vue (voir annexes).

Au total, nous avons expérimenté une trentaine d'heures, environ cinq heures par sujet dans une période de six mois, suivant la disponibilité de nos lecteurs.

RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Résultats globaux : tendances générales

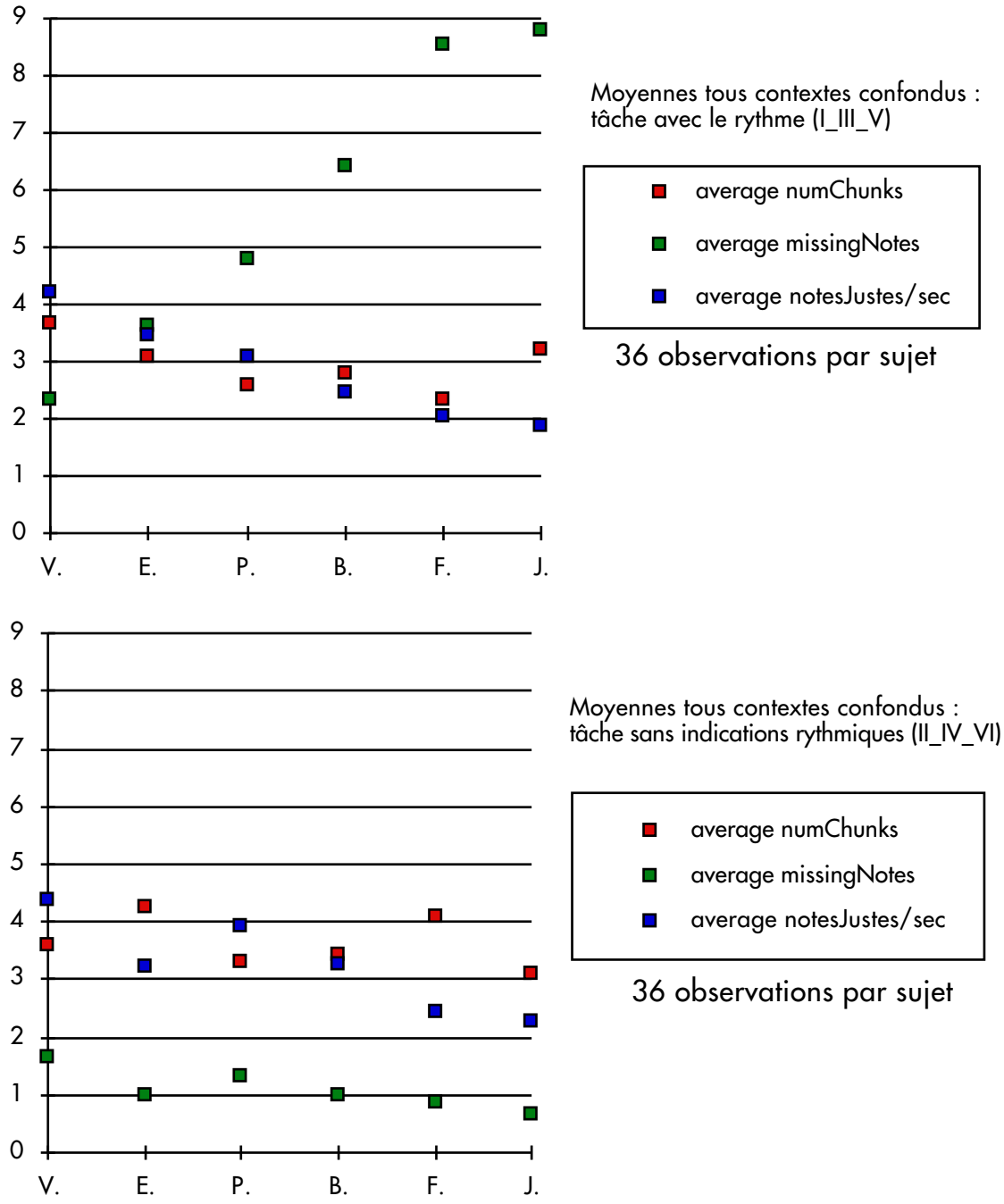


Fig. 11 et 12 : Relations des variables entre elles, tous contextes confondus en regard des lecteurs[1], comparativement dans les deux tâches.

[1]Remarque : dans tous les graphes présentés en regard des lecteurs, les sujets ont été triés en ordre décroissant selon leurs moyennes de notes justes jouées par seconde sur les vingt premières notes jouées, tous contextes confondus, dans la tâche avec le rythme imposé et

Les conduites sont particulièrement bien contrastées entre les lecteurs en regard des notes manquées dans la tâche avec rythme (I_III_V) comparativement aux autres indices et à la relative homogénéité de ces mêmes conduites observées dans la tâche sans rythme. (Attention, ces différences ne sont pas surprenantes, elles s'expliquent par les consignes des tâches.)

Au reste, on peut constater l'étendue des conduites dans des zones comparables dans les deux tâches.

Il faut aussi relever la tendance décroissante régulière entre les sujets pour les nombres de notes justes jouées par seconde (artefact de construction du graphe pour la première tâche) que l'on retrouve dans la seconde tâche avec une exception (le sujet E.).

Si les tendances des variables notesJuste/sec et missingNotes apparaissent régulières en regard d'un premier tri des sujets, ce n'est pas le cas des moyennes des nombres de regroupements effectués (*numChunks*) (tracé en zigzag).

Descriptive Statistics

	notes/sec I_III_V	numChunks I_III_V	Chunk_1 I_III_V	missingNotes I_III_V
Mean	2.99	2.94	8.02	5.76
Std. Dev.	1.13	1.56	4.79	4.09
Count	216	216	216	216
Minimum	.91	1.00	1.00	0.00
Maximum	5.81	11.00	19.00	17.00
Coef. Var.	.38	.53	.60	.71
Range	4.90	10.00	18.00	17.00

	notes/sec II_IV_VI	numChunks II_IV_VI	Chunk_1 II_IV_VI	missingNotes II_IV_VI
Mean	3.38	3.64	6.11	1.08
Std. Dev.	1.11	1.68	3.99	1.38
Count	216	216	216	216
Minimum	.90	1.00	1.00	0.00
Maximum	7.52	8.00	19.00	8.00
Coef. Var.	.33	.46	.65	1.28
Range	6.62	7.00	18.00	8.00

Tab. 1 et 2 : Résumé des principaux indices descriptifs pour toutes les variables dépendantes (tous contextes confondus) Tableau 1 : tâche I_III_V avec rythme et tableau 2 : tâche II_IV_VI sans rythme.

Globalement les tâches ont été discriminantes : l'étendue des conduites observées *(216 observations)* est remarquable pour chacune des variables (voir les indices de dispersion (coefficients de variations) marqués en rouge).

L'examen des tableaux 1 et 2 nous donne déjà des indications "parlantes" sur les dimensions psychologiques des différentes unités de mesures : 3 notes justes jouées à la seconde (330 ms par note), 3 regroupements de notes sur les vingt premières jouées (les tailles sont donc de 7 notes environ, comme pour les premiers regroupements

(Chunk_1)) et 6 notes manquées sur 20 écrites, 1 seule manquée dans la tâche sans rythme.

Les nombres de notes justes jouées par seconde (ou temps par note juste)

Rappel de l'hypothèse opérationnelle pour cette variable :

- HOp1. La mesure du débit de notes justes ("speed") est un indice discriminant stable : indépendamment des modalités des contextes musicaux ou graphiques et indépendamment aussi des deux tâches.
    - Des corrélations positives inter-contextes montrent des régularités relatives des rangs, conservés dans la plupart des conditions expérimentales.
    - Il y a des différences statistiquement significatives entre les conduites des lecteurs (constantes personnelles) que l'on retrouve tant dans les contextes signifiés qu'aléatoires[1], pour les débits de notes justes (VD "notesJustes/sec"). Les ensembles de conduites de chaque lecteur tendent vers des moyennes (=personal tempo) différentes (ANOVA et Kruskal-Wallis / effet du facteur lecteur).

Fisher's r to z Pearson correlation for notes/sec

	Contexte musical			
P-Value	AK	TNK	ANKA	ANKT
II, IV	0.00	0.00	0.00	0.18
II, VI	0.00	0.01	0.00	0.04
IV, VI	0.00	0.00	0.00	0.00
I, III	0.00	<.01	0.00	0.01
I, V	0.03	0.00	0.01	0.00
III, V	0.01	0.00	0.00	<.01

Kruskal-Wallis Test for notes/sec

Tied P-Value				
II	0.02	0.04	0.07	0.05
IV	0.32	0.02	0.05	0.19
VI	0.11	0.01	0.03	0.03
I	0.07	0.02	0.10	0.07
III	0.03	0.02	0.02	0.08
V	0.13	0.22	0.08	0.07

18 observations were used in this computation.

Tab. 1 1°Corrélations de Pearson inter contextes graphiques pour la variable "nombre de notes justes jouées par seconde" (18 observations) (valeurs des probabilités significatives, p<.05). 2°Test non-paramétrique de Kruskal-Wallis[2] sur l'effet du facteur "lecteur" sur le nombre de notes justes jouées par seconde, 3 observations par sujet (n=6).

[1]En référence aux observations de CHASE et SIMON où des différences apparaissaient seulement pour les configurations signifiées d'échiquiers; il faut relever que leurs analyses reposent sur des groupes contrastés d'experts et de novices, il ne s'agit pas de différences entre des ensembles de conduites de quelques sujets classés suivant leurs performances établies de l'expérimentation elle-même comme ici et qui induisent nos analyses de corrélations.

[2]les indices de probabilités du test de Kruskal-Wallis servent ici à établir une "échelle de disparité" des groupes de conduites des lecteurs en regard des conditions expérimentales.

Pratiquement toutes les corrélations entre les contextes graphiques ressortent positives et statistiquement significatives (excepté entre II et IV pour le contexte musical ANKT). Les rangs sont remarquablement conservés dans toutes les conditions expérimentales.

Tant dans les contextes signifiés qu'aléatoires, les disparités entre les groupes de conduites des lecteurs ressortent également statistiquement significatives pour la plupart des conditions expérimentales. En examinant l'effet du contexte graphique dans l'une et l'autre tâches sur l'ampleur de ces disparités, il faut relever au niveau V des probabilités relativement moins significatives qui ne permettent pas de rejeter l'hypothèse nulle : les différences entre les groupes de conduites ressortent de façon moins évidente. C'est également le cas pour l'effet des contextes musicaux, localement dans les conditions AK en IV, VI , I et V : le contexte musical AK est relativement moins discriminant, TNK comparativement est presque systématiquement discriminant à tous les niveaux du facteur contexte graphique sauf en V.

Globalement, on peut confirmer l'hypothèse en affirmant que la mesure du débit de notes justes est un indice discriminant stable.

Indices descriptifs (généralités)

• H.Exp. 1: Le temps nécessaire à l'exécution correcte d'une note est plus petit dans la tâche sans rythme.

Le temps nécessaire à l'exécution d'une note correcte est calculé d'après l'indice *notesJustes/sec* (*1000 ms* divisé par *notesJustes/sec*). Voir cette transformation dans le tableau 3 ci-dessous.

Descriptive Statistics

	T./note juste I_III_V	T./note juste II_IV_VI
Mean	405	332
Std. Dev.	208	125
Count	216	216
Minimum	172	133
Maximum	1097	1112
Coef. Var.	.51	.38
Range	925	979

Tab. 3: Temps par note juste (ms).

405 ms ont été en moyenne nécessaires pour jouer une note juste dans la première tâche et *332 ms* dans la deuxième sans le rythme, une amélioration de +22% des performances depuis la tâche avec rythme à celle sans le rythme imposé ni les signes rythmiques graphiques.

Relevons l'étendue des performances dans les conduites extrêmes : les meilleurs temps sont de l'ordre des *133 ms* de temps de réaction moyen par note juste sur les vingt premières notes jouées, à comparer avec la littérature classique qui rend compte des travaux sur le temps de réaction à choix multiple; l'ordre de grandeur des moins bons temps nécessaires à exécuter une note correcte est d'un peu plus d'une seconde (11 $^{1}/_{10}$ ^{èmes} de seconde).

La distribution des conduites suit une courbe normale : ci-dessous, dans l'histogramme des fréquences relatives pour les *notesJustes/sec* dans la tâche sans rythme, peu de sujets sont parvenus à exécuter 7 ½ notes par seconde et, par contre (heureusement) peu d'entre eux se sont retrouvés à jouer moins d'une note juste à la seconde.

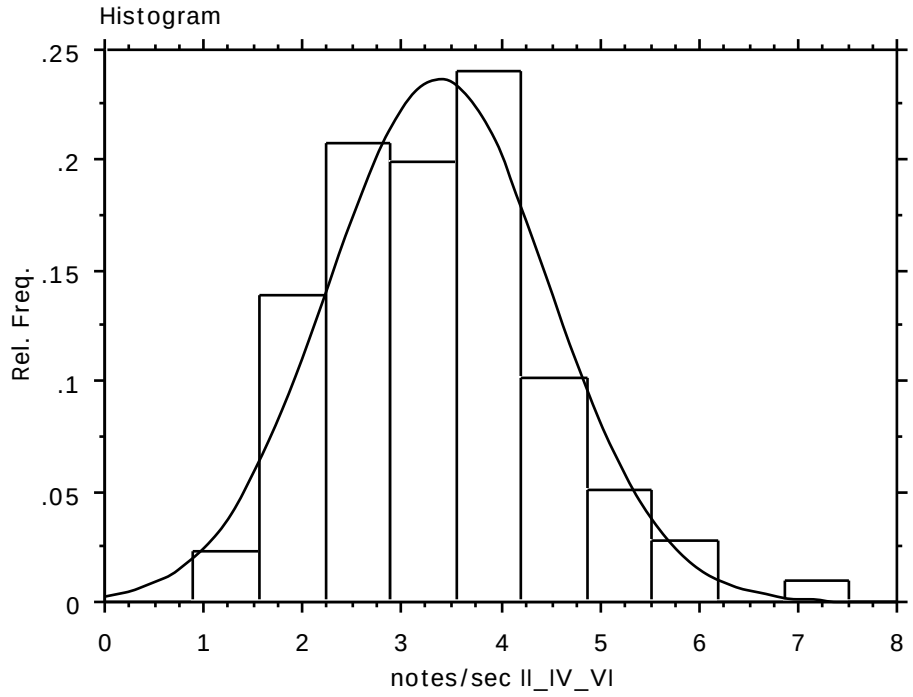


Fig. 13 Fréquences relatives tous contextes confondus en fonction des nombres de notes justes jouées par seconde dans la tâche sans rythme. (216 observations)

La différence entre les tâches est statistiquement significative *(t = 5.87, p<.01, 216 observations)* : les sujets ont mis globalement moins de temps pour jouer une note correctement dans la situation sans le rythme, comme l'on s'y attendait dans notre hypothèse (*73 ms* de moins en moyenne, - 22% de différence).

Type III Sums of Squares

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Lecteur	5	127.656	25.531	50.222	.0001
Musi.Context	3	4.201	1.400	2.754	.0441
Graphisme	2	39.696	19.848	39.042	.0001
Musi.Context * Lecteur	15	4.995	.333	.655	.8253
Graphisme * Lecteur	10	7.244	.724	1.425	.1727
Musi.Context * Graphisme	6	3.674	.612	1.204	.3062
Residual	174	88.457	.508		

Dependent: notes/sec I_III_V

Type III Sums of Squares

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Lecteur	5	130.092	26.018	41.978	.0001
Musi.Context	3	6.919	2.306	3.721	.0126
Graphisme	2	5.113	2.556	4.124	.0178
Musi.Context * Lecteur	15	10.528	.702	1.132	.3308
Graphisme * Lecteur	10	3.794	.379	.612	.8023
Musi.Context * Graphisme	6	2.777	.463	.747	.6127
Residual	174	107.848	.620		

Dependent: notes/sec II_IV_VI

Tab. 4 Effets des facteurs (ANOVA) sur la variable notesJustes/seconde.

Sur la variable dépendante *notesJustes/sec*, tous les effets des facteurs considérés (lecteur, contexte musical et graphique) sont statistiquement significatifs au moins avec $p<.05$ mais pas les interactions de ces facteurs; il ressort donc des variations suffisamment importantes d'abord entre les groupes de conduites de chacun des sujets et aussi entre les groupes de conduites des conditions expérimentales suivant les modalités des facteurs intervenants.

Effet global du facteur "contexte musical" :

• H.Exp.2.a : L'effet du facteur "contexte musical" est plus évident dans la tâche sans le rythme car il ne subit pas d'interférence avec les signes graphiques d'un facteur "contexte graphique" de toute façon prédominant sur lui.

• H.Exp.2.b : Les contextes musicaux opérationnalisés en quatre catégories présentent les tendances (moyennes) suivantes : le caractère kinesthésique de certaines partitions nous semble aller de pair avec la fluidité des mouvements sur le clavier et la rapidité d'exécution recherchée en priorité dans la deuxième tâche, en regard des contextes aléatoires qui devraient plutôt entraîner un ralentissement du jeu.

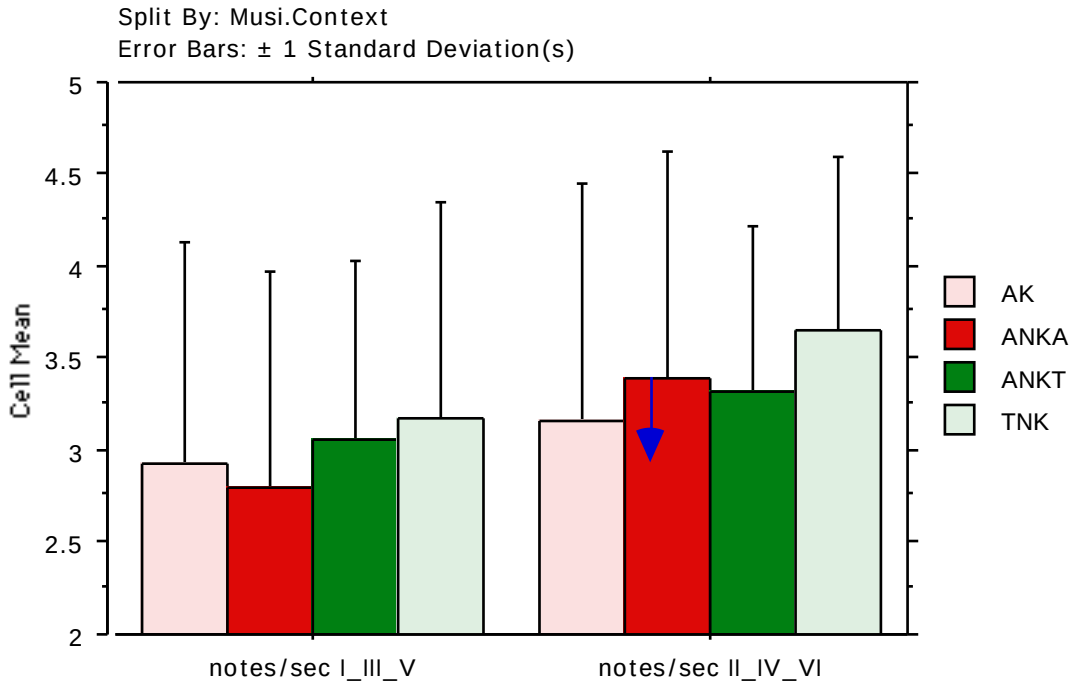


Fig. 14 Moyennes des notes justes jouées par seconde en fonction des contextes musicaux et en comparaison des deux tâches.

L'effet du facteur contexte musical ressort statistiquement significatif de l'ANOVA dans le tableau précédent, plus clairement dans la deuxième tâche comme nous nous y attendions en 2.a.

Dans la première tâche, les résultats semblent concorder avec notre hypothèse 2.b: les débits moyens de notes justes dans les contextes aléatoires présentent bien une diminution par rapport aux contextes tonaux ou kinesthésiques (à partir desquels ils ont pourtant été créés : mêmes notes en mêmes nombres mais dans un ordre renversé toutes les demi-mesures, voir la construction des *stimuli*). Dans le graphique ci-dessus : ANKA_I_III_V < AK_I_III_V *(t-Value = 1.07, p=.14)* et ANKT < TNK *(t-Value = .80, p=.21)* , deux tendances qui vont dans le sens de l'hypothèse mais dont les différences ne sont pas statistiquement significatives.

Pour la deuxième tâche, par contre, sans le rythme, l'effet global des contextes musicaux est effectivement plus marqué (voir l'effet du facteur contexte musical dans le tableau des ANOVA plus haut) mais le débit moyen des notes justes des contextes

aléatoires ANKA est supérieur à celui des contextes kinesthésiques AK, infirmant notre hypothèse. La moyenne dans le contexte aléatoire ANKT est relativement bien contrastée et inférieure au contexte tonal non kinesthésique TNK, comme attendu dans notre hypothèse. Dans le graphique ci-dessus : la différence ANKA_II_IV_VI > AK_II_IV_VI *(t-Value = -1.22, p=.88)* infirme l'hypothèse mais n'est pas statistiquement significative (la flèche bleue sur le graphe figure la tendance à laquelle nous nous attendions) et ANKT < TNK *(t-Value = 3.07, p<.002)* confirme l'hypothèse.

Discussion :

Il s'est passé quelque chose d'imprévisible et de contre intuitif dans les contextes ANKA de la deuxième tâche dont nous devrions trouver des explications lors de l'analyse des autres facteurs et des autres variables, car la différence ne peut être uniquement attribuée à l'effet du facteur contexte musical.

En effet, les facteurs susceptibles d'intervenir sur les variations du débit de notes justes sont multiples (difficulté d'exécution, densité de notes au cm^2 sur la partition) et il serait peut-être vain de chercher une explication dans les caractères "purement" kinesthésiques, tonaux et aléatoires des contextes. Pour ces raisons, il nous a semblé nécessaire de relativiser les caractères attribués globalement de signifiés et aléatoires de nos contextes musicaux et nous avons préféré analyser les conduites par paires de contextes construits sur la base des mêmes notes en mêmes nombres (renversements toutes les demi-mesure). Nous ne sommes d'ailleurs pas loin de penser que tous nos contextes musicaux ont été appréhendés comme des contenus a priori sans significations musicales familières.

Si nous étions plus sévères avec le critère de significativité, nous serions amenés à constater que seuls les facteurs lecteur et contexte graphique présentent une probabilité inférieure à .01. sur lesquels il vaut peut-être la peine de s'arrêter pour une interprétation plus avant.

Effet global du facteur "contexte graphique" :

- H.Exp.3.a : L'effet du facteur "contexte graphique" serait plus évident dans la tâche avec le rythme.
- H.Exp.3.b : Le débit de notes justes sera systématiquement plus grand dans la deuxième tâche (sans rythme) à tous les niveaux de la variable contexte graphique.
- H.Exp.3.c : Le débit moyen de notes justes est affecté par la densité (proximité) des notes au cm^2 de façon inversement proportionnelle, c'est-à-dire, plus la quantification de la notation est fine moins le débit de notes justes est grand.

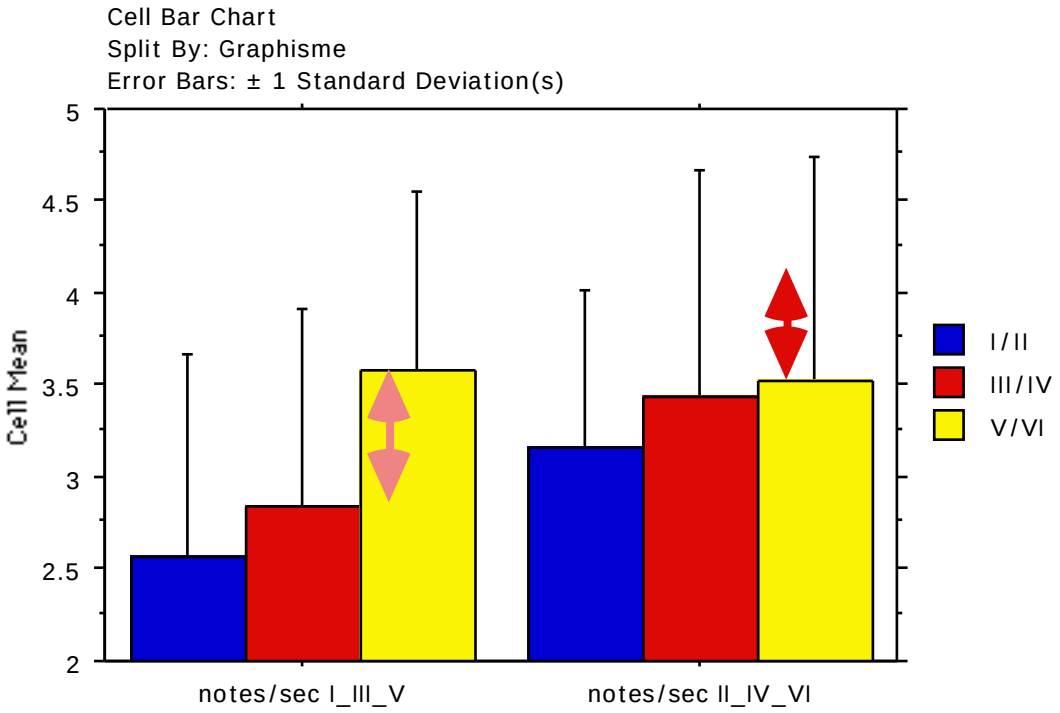


Fig. 15 Moyennes des notes justes jouées par seconde en fonction des contextes graphiques et en comparaison des deux tâches.

L'effet de la variable "contexte graphique" est globalement plus marqué dans la tâche avec le rythme sur les débits moyens de notes justes, comme attendu (voir le tableau des ANOVA). Par contre, la moyenne qui ressort des contextes quantifiés à la croche (V) de la première tâche (avec le rythme) est supérieure à celle comparable (VI) de la deuxième tâche, contre toute attente (H.Exp.3.b). Cette tendance (différence cependant statistiquement non significative, $t = .368$, $p = .64$) est contraire à celle des autres contextes graphiques où les performances des sujets sont globalement meilleures dans la deuxième tâche: les deux autres comparaisons inter-tâches des contextes graphiques I avec II et III avec IV sont statistiquement significatifs *(t-Value=-5.66, p<0.001, t-Value=-4.33, p<0.001)*.

Les tendances des débits de notes justes, tous contextes musicaux confondus suivent bien une pente croissante relative au niveau de quantification de la notation (H.Exp.3.c). Les flèches rouges sur le graphe illustrent cependant la faiblesse du

contraste découvert entre les contextes IV et VI de la deuxième tâche sur lequel nous reviendrons et qui nous servira à valider nos données (voir la discussion de l'analyse des corrélations des variables *numChunks* et *Chunk_1*).

Discussion :

Les différences entre les contextes graphiques III et V (avec rythme) dans la première tâche sont globalement mieux marquées que dans la tâche sans rythme. En fait, les différences visuelles *graphiques* de présentations dans cette deuxième tâche entre les contextes graphiques IV et VI semblent négligeables en comparaison des différences de présentations de contextes III et V (voir annexe 2). Il reste néanmoins étonnant et contraire à notre hypothèse (H.Exp.3.b) que les performances des lecteurs aient été meilleures dans le contexte V (tâche avec rythme imposé) que dans la tâche sans contraintes rythmiques qui prétendait mesurer une vitesse virtuelle de pointe chez les lecteurs. Deux tentatives d'explications :

1. Familiarité avec le support, lisibilité et indices graphiques : les partitions du contexte V se rapprochent le plus des standards des éditions classiques de partitions que les musiciens utilisent quotidiennement, elles sont aussi les plus "lisibles" en regard de l'espacement et de la densité de notes au cm^2, elles offrent aussi les repères graphiques usuels de regroupements, tels les virgules et espaces entre les mots d'un texte courant.

2. Défi et dépassement de ses propres limites : le tempo rapide (120 à la noire, c'est-à-dire deux secondes par mesure) a peut-être été un défi au départ pour les lecteurs qui les a contraint à se dépasser, à jouer un cran au-dessus de leurs estimations personnelles de leurs propres capacités, à étendre leur "zone proximale de développement" à la Vigotsky, et à "jouer véritablement le jeu" de la lecture à vue et de la soumission à la pression du temps.

Le fait que le sujet E. ait présenté une contre-performance dans la deuxième tâche n'est pas une des explications, car il a été systématiquement moins bon dans les trois contextes graphiques de la deuxième tâche (pas seulement au VI, voir l'effet de l'interaction des facteurs lecteur et contexte graphique).

Effet de l'interaction des deux variables contextes :

• H.Exp.4. : Le débit de notesJustes/sec dans un contexte musical aléatoire quantifié à la croche et celui d'un contexte musical signifié (tonal ou kinesthésique) comparable (c.-à-d. contenant les mêmes notes en mêmes nombres, cf. construction des stimuli) mais quantifié à la double ou triple croche, est en moyenne similaire.

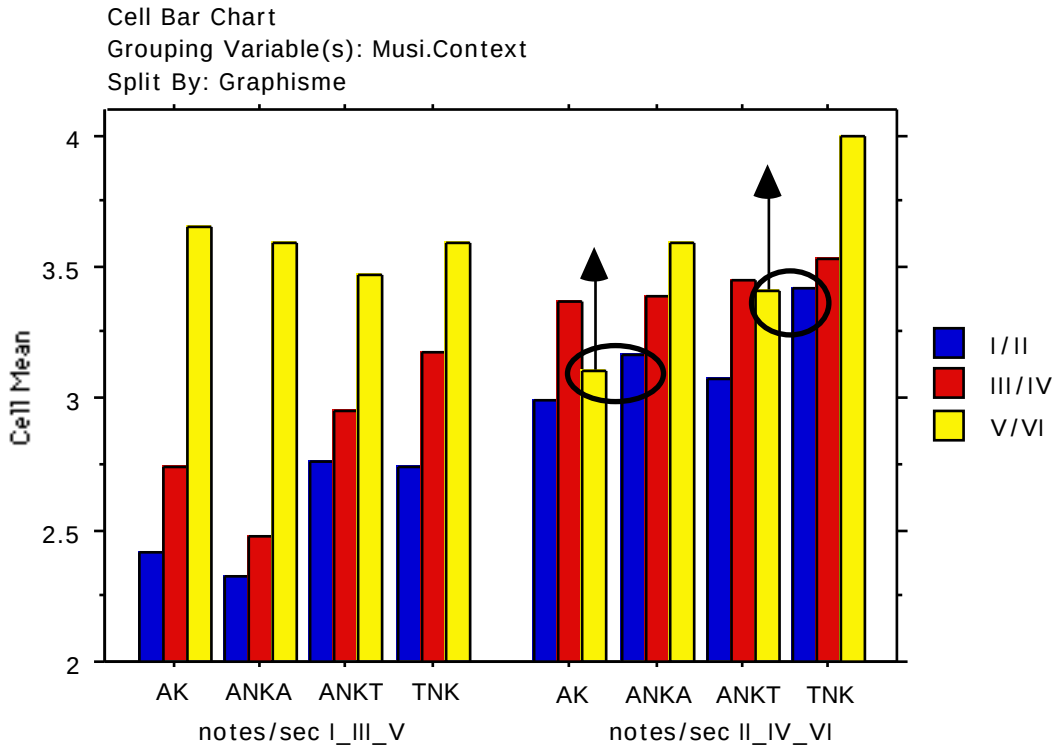


Fig. 16 Moyennes des notes justes jouées par seconde pour chaque condition expérimentale (18 observations) et en comparaison des deux tâches.

Les flèches indiquent les emplacements attendus normalement pour les contextes VI, correspondant aux tendances des autres contextes musicaux.

Il n'y a pas d'interaction statistiquement significative entre les deux facteurs "contexte" dans aucune des tâches *(voir tableau ANOVA, p>.30, p>.61)* .

Les conduites de la tâche I_III_V (avec rythme) présentent sur le graphe une remarquable régularité des profils des deux paires de contextes musicaux (AK et ANKA, ANKT et TNK) ne laissant pas l'ombre d'un soupçon d'interaction entre les facteurs "contexte".

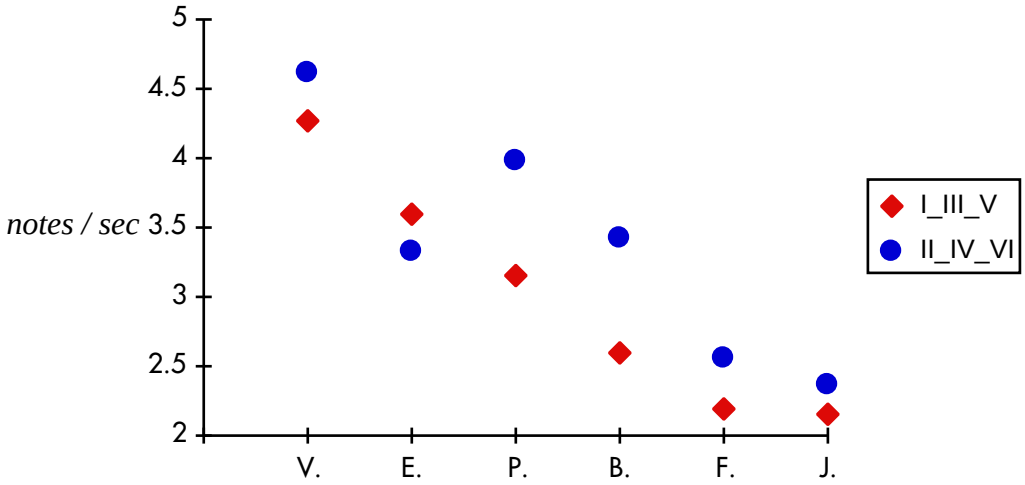
Dans la deuxième tâche, quatre des conditions expérimentales figurent un "déficit" engendré par l'un des facteurs, dans une certaine mesure compensé par l'effet de l'autre facteur : la première paire de contextes *comparables* (AK et ANKA) présente une tendance illustrée dans le sens contraire de l'hypothèse due à une chute inattendue[1] des performances dans le contexte VI (voir l'ellipse de gauche sur le graphe)

[1]voir les conduites individuelles des lecteurs dans cette condition expérimentale (AK_VI).

ANKA.II=AK.VI; pour la deuxième paire (ANKT et TNK), la tendance du graphe va dans le sens de l'hypothèse (ellipse de droite sur le graphe) ANKT.VI=TNK.II.

Effet global du facteur "lecteur"

• H.Exp.5. : Dans la tâche au graphisme épuré de signes, les patterns rythmiques graphiques ont été supprimés : la disparition de certains indices graphiques de regroupements signifiants (comme les signes de ponctuation ou les espaces entre les mots dans un texte), peut gêner la fluidité du débit des notes jouées chez certains lecteurs en particulier.



Descriptive Statistics Split By: Lecteur	Mean	Std. Dev.	Count	Coef. Var.	Percent Difference
notes/sec I_III_V, Total	2.99	1.13	216	.37	
notes/sec I_III_V, V.	4.26	.65	36	.15	
notes/sec I_III_V, E.	3.60	.95	36	.26	
notes/sec I_III_V, P.	3.15	.67	36	.21	
notes/sec I_III_V, B.	2.58	.88	36	.34	
notes/sec I_III_V, F.	2.19	.93	36	.42	
notes/sec I_III_V, J.	2.14	.89	36	.41	
notes/sec II_IV_VI, Total	3.37	1.11	216	.33	**13%**
notes/sec II_IV_VI, V.	4.61	1.13	36	.24	8%
notes/sec II_IV_VI, E.	3.32	.69	36	.20	-8%
notes/sec II_IV_VI, P.	3.98	.71	36	.17	26%
notes/sec II_IV_VI, B.	3.42	.92	36	.26	32%
notes/sec II_IV_VI, F.	2.55	.63	36	.24	16%
notes/sec II_IV_VI, J.	2.36	.61	36	.26	10%

Fig. 17 Moyennes, dispersions, nombres d'observations, coefficients de variation des notes justes jouées par secondes, tous contextes confondus en comparaison des deux tâches (36 observations par sujet dans chaque tâche).

Les différences entre les groupes de conduites de chacun des lecteurs pour la variable *notesJustes/sec* sont statistiquement significatives dans les deux tâches *(F =50.22, p<.01, F =4197, p<.01, 36 observations, cf. tableau ANOVA)*

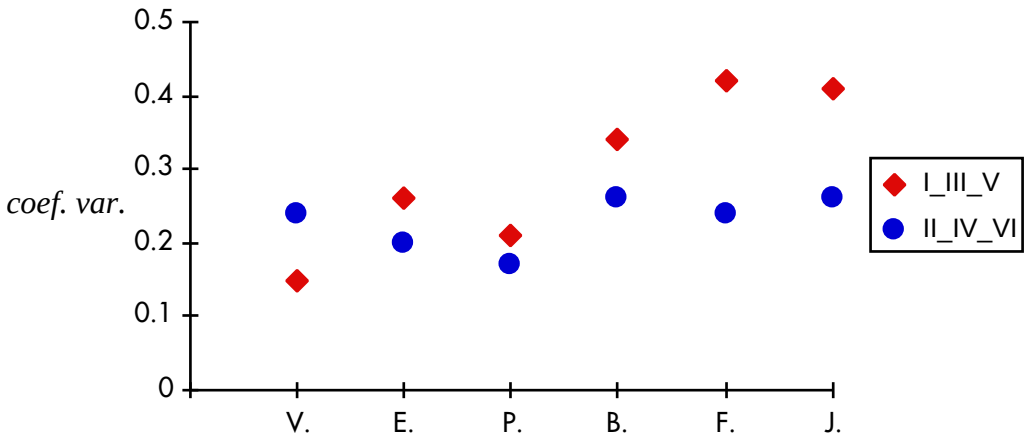


Fig. 18 Coefficients de variation des notes justes jouées par secondes, tous contextes confondus en comparaison des deux tâches.

On constate une remarquable fidélité inter-tâches pour tous les lecteurs sauf un seul (E.); globalement, les conduites procèdent d'un gain de 13% en rapport à la première tâche comme on peut le voir dans le tableau précédent, à part E. tous les sujets améliorent leur performance de débit de notes justes (jusqu'à 32% pour B.).

Les dispersions des conduites de chacun des sujets sont comparables entre eux et entre les tâches, avec une moins grande dispersion au sein de la deuxième tâche, sans le rythme pour les sujets les plus lents.

Discussion :

Le graphe des coefficients de variations montre pour les trois lecteurs les moins rapides une plus grande sensibilité aux différents contextes graphiques de la tâche avec le rythme. Ces tendances attendues seront mises en évidence dans l'analyse des interactions avec le facteur graphique.

La contre performance du lecteur E. (2ème rang) dans la tâche sans rythme sera interprété à la lumière des variations de ses regroupements dans cette tâche relativement aux autres lecteurs et à la tâche avec le rythme.

Effet de l'interaction des facteurs lecteur et contexte musical

- H.Exp.6.a : Si le débit de notes justes discrimine mieux les sujets (dispersion) dans les contextes musicaux signifiés (cf. CHASE & SIMON, 1973), on devrait donc assister à un effet plancher dans les contextes musicaux aléatoires ANKA et ANKT, tous contextes graphiques confondus.
- H.Exp.6.b: Suivant l'hypothèse d'une interaction des facteurs considérés ici, les conduites sont mieux contrastées dans la deuxième tâche.

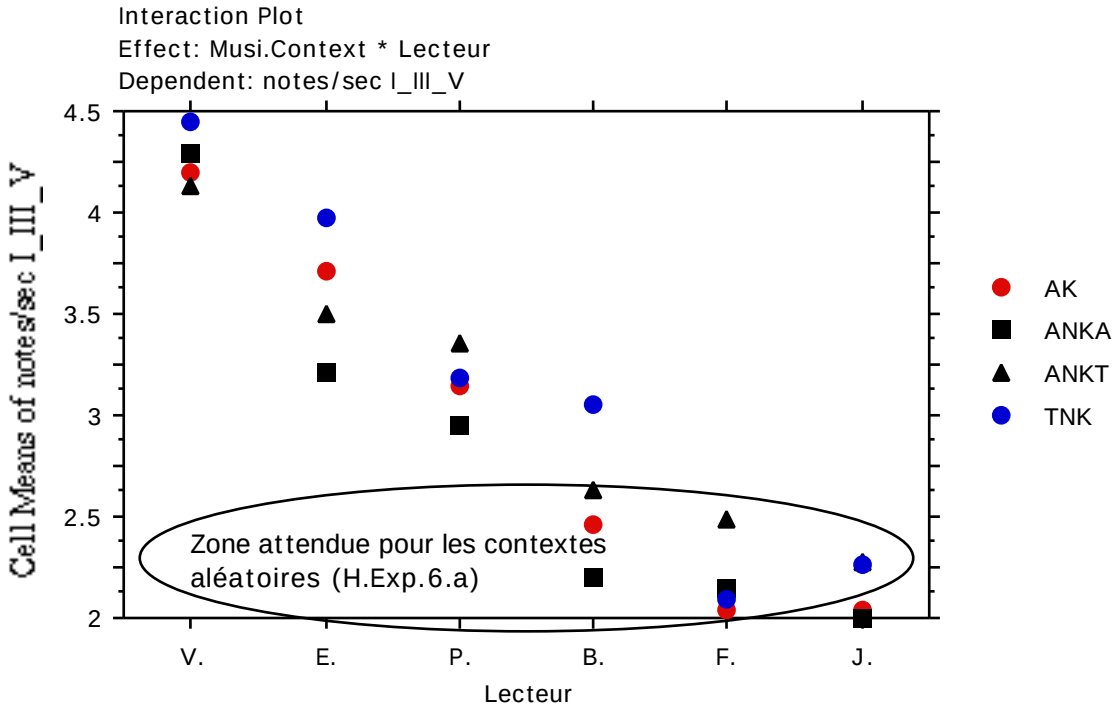


Fig. 19

Nous avons trié les sujets selon leurs moyennes de notes justes jouées par seconde dans la tâche avec le rythme. Si l'on suit le parcours des profils de chacun des quatre contextes musicaux génériques opérationnalisés on remarque que la pente est toujours descendante (à une exception près de F. à J. pour les contextes Tonaux Non Kinesthésiques). Autrement dit, les rangs des sujets sont pratiquement toujours les mêmes, quel que soit ici le contexte musical : il n'y a donc pas d'interaction entre le facteur sujet et le facteur contexte musical *(ANOVA : F=.65, p=.82)*, ceci dans la tâche avec le rythme.

L'hypothèse exploratoire 6.a s'attendait à un nivellement des performances (effet plancher figuré sur le graphe dans la zone indiquée) pour tous les sujets confrontés à des contextes aléatoires mais les lecteurs n'ont pas manifesté entre eux de différences significatives entre les contextes musicaux signifiés et aléatoires.

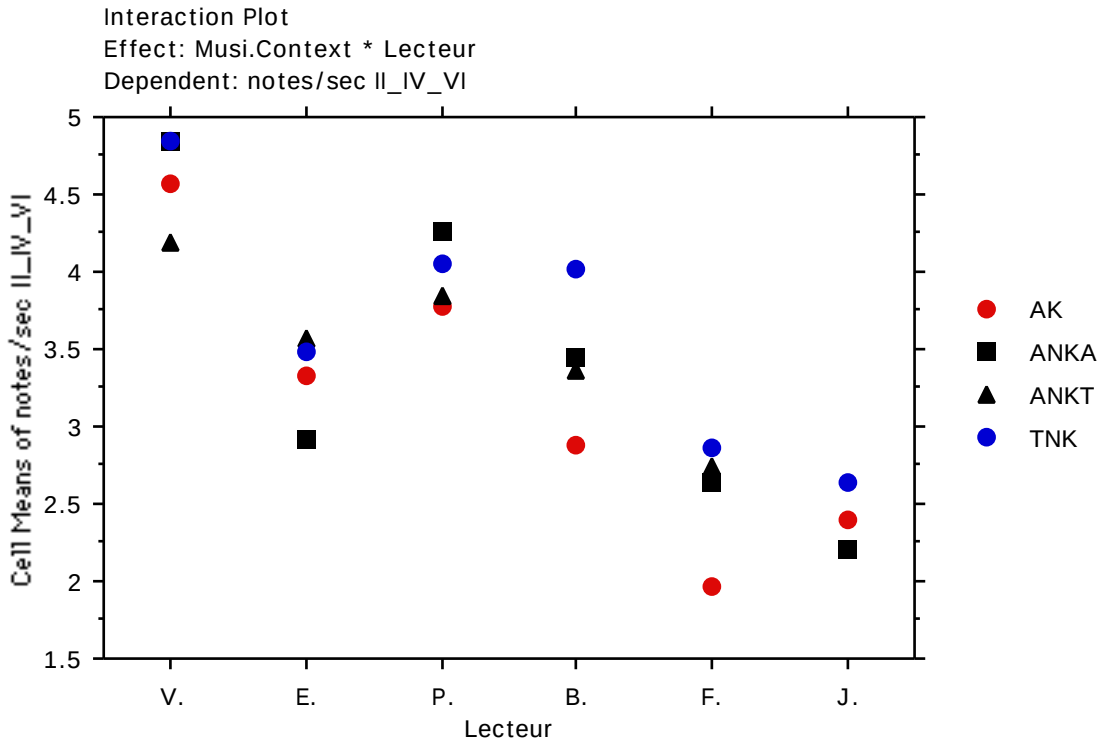


Fig. 20

Mises à part les conduites de E. qui chutent systématiquement dans tous les contextes musicaux de cette tâche, la régularité des rangs est conservée.

Dans cette tâche, bien que l'effet du facteur contexte musical soit plus marqué, il ne ressort pas non plus d'effet plancher des conduites des lecteurs en situations aléatoires.

Effet de l'interaction des facteurs lecteur et contexte graphique

- H.Exp.7.a : Le débit de notesJustes/sec met en évidence la disparité entre les sujets (dispersion) suivant la quantification adoptée pour l'écriture (cf. CHASE & SIMON, 1973) Autrement dit, on assiste ici à un effet plancher déterminé par la progression des détails graphiques des partitions, tous contextes musicaux confondus.
- H.Exp.7.b : Les performances des sujets sont systématiquement meilleures lors de présentations de partitions quantifiées à la croche.

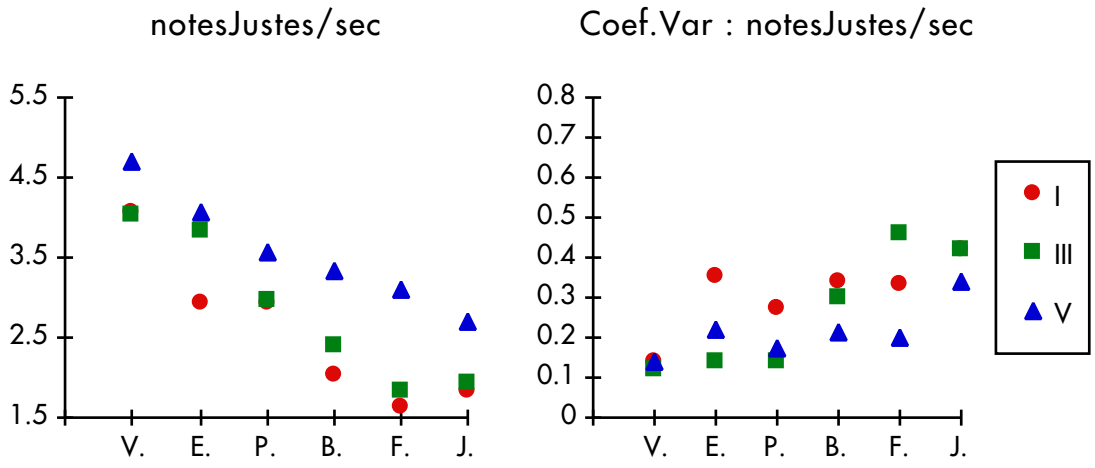


Fig. 21 Nombres de notesJustes/sec et coefficients de variations correspondants pour la tâche avec le rythme en regard des contextes graphiques et des lecteurs.

Même constat pour l'interaction des facteurs "lecteur" et "contexte graphique" que pour l'interaction des facteurs lecteur et contexte musical *(F =1.42, p=.17)*. Les rangs entre les lecteurs sont conservés, cette fois, indépendamment des contextes graphiques (sauf J. en I et III).

Les performances dans le contexte graphique quantifié à la croche (V) sont systématiquement meilleures et se démarquent des deux autres contextes (le contexte graphique V quantifié à la croche est le moins chargé de signes rythmiques).

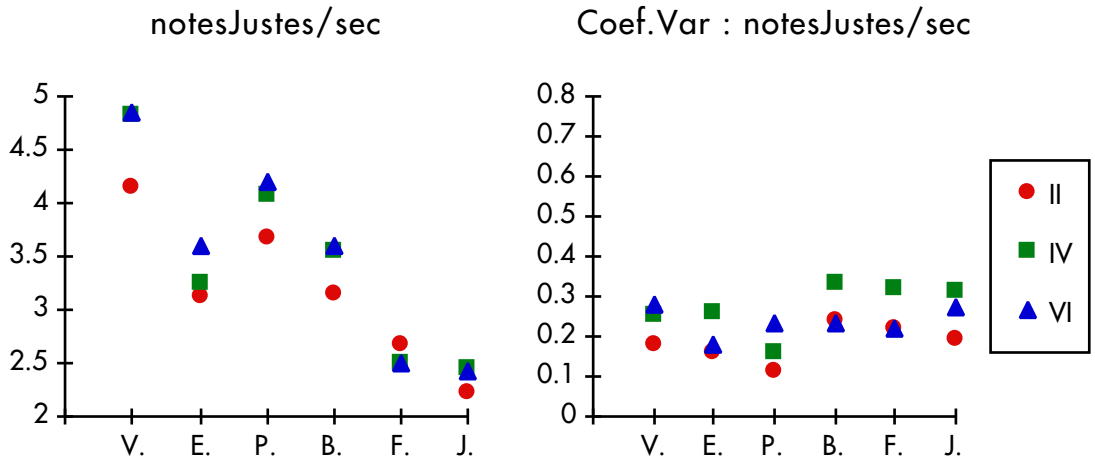


Fig. 22 Nombres de notesJustes/sec et coefficients de variations correspondants pour la tâche sans le rythme en regard des contextes graphiques et des lecteurs.

De façon moins claire dans cette tâche sans signes rythmiques, l'effet des contextes graphiques est conservé pour les lecteurs excepté F. et les performances des lecteurs ont été sensiblement moins bonnes dans les présentations quantifiées à la triple croche, confirmant l'hypothèse 7.b.. Sur le graphe, remarquons la correspondance des tracés des contextes graphiques IV et VI qui nous servira à valider nos données (voir la discussion des analyses des corrélations pour les variables *numChunks* et *Chunk_1*)

Discussion :

En résumé, dans cette deuxième tâche non plus, nous n'avons décelé aucune tendance d'interactions pour les facteurs "contextes", ni graphique, ni musical, avec le facteur lecteur. Autrement dit, aucun lecteur ne présente de conduites suffisamment contraires à la tendance générale du groupe, attribuables à l'effet de l'un ou l'autre facteur contrôlé dans l'expérience.

Effet des différentes partitions musicales sur les conduites des lecteurs :

Quelles correspondances ressortent des comparaisons entre les profils de lecteurs?

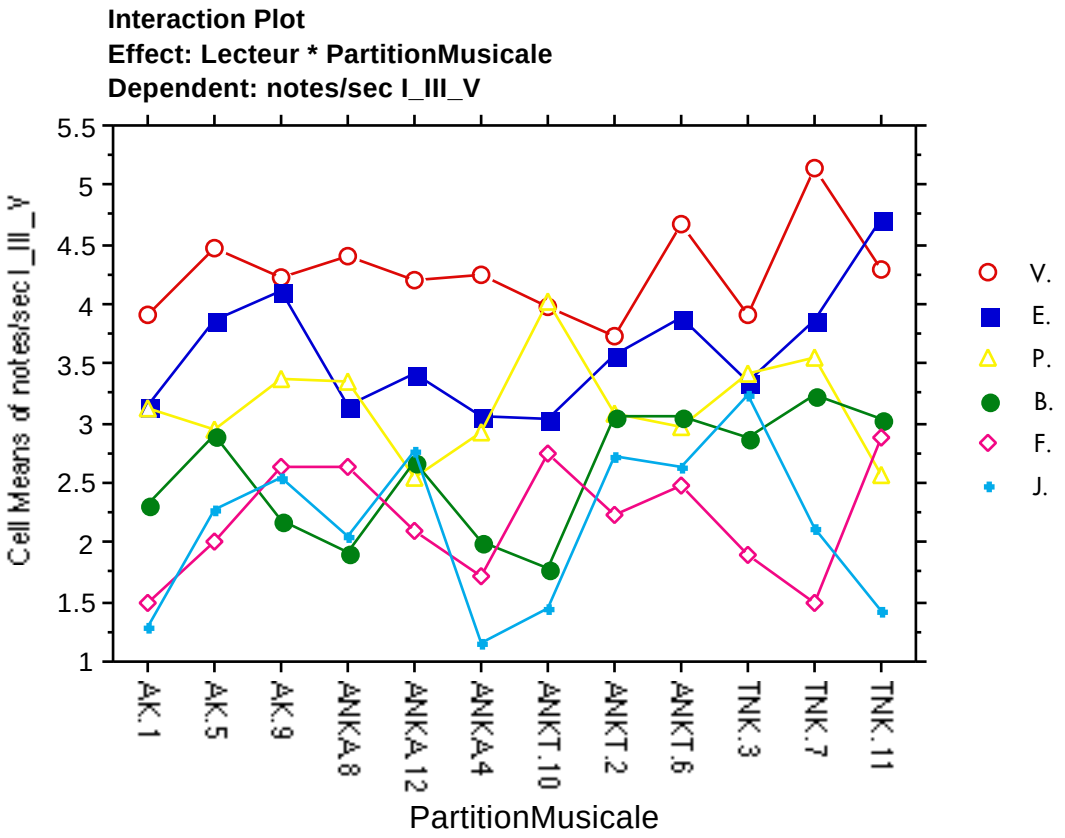


Fig. 23 Profils des moyennes inter contextes graphiques en fonction de chaque partition pour chaque sujet : notes/sec dans la tâche avec le rythme.

Pour la variable dépendante *notesJustes/sec*, les profils des lecteurs en regard des moyennes inter-contextes graphiques I_III_V du détail des douze partitions se démarquent les uns des autres. Les performances naviguent en fonction de la difficulté des partitions sélectionnées, par "vagues" presque toutes parallèles : pour la plupart des partitions, les rangs des lecteurs sont relativement bien conservés pour cette variable dépendante.

Le tableau de corrélations ci-après donne des indications plus rigoureuses et plus systématiques sur la régularité des profils de comparaisons par paires de lecteurs : les indices ont été calculés sur les données de toutes les observations des conditions expérimentales pour chacun des lecteurs : 12 partitions différentes présentées selon 3 quantifications (36 observations par sujet), chaque sujet étant comparé à chacun des autres.

Par exemple, en première ligne et deux premières colonnes du tableau, on voit que les 36 performances de débits de notes justes du sujet B. sont corrélées positivement avec les 36 performances du sujet E. *(r =.51, p<.01)*, autrement dit, le profil de B. confronté à toutes les conditions expérimentales de la première tâche suit un tracé parallèle à celui de E., si B. établit un mauvais score (par rapport à sa propre moyenne), E. probablement aussi.

Fisher's r to z

	notes/sec				numChunks				Chunk_1				missingNotes			
Lectr.	I_III_V		II_IV_VI		I_III_V		II_IV_VI		I_III_V		II_IV_VI		I_III_V		II_IV_VI	
	r	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
B., E.	.51	<.01	.27	.11	-.07	.69	.12	.48	-.02	.93	.22	.20	.30	.08	.46	<.01
B., F.	.43	.01	.63	<.01	.10	.57	.40	.01	-.07	.71	.15	.38	.13	.45	.33	.05
B., J.	.60	<.01	.61	<.01	-.12	.49	.35	.03	-.09	.60	.21	.23	.50	<.01	.51	<.01
B., P.	.21	.22	.57	<.01	.09	.62	.52	<.01	.25	.14	.67	<.01	.26	.12	.36	.03
B., V.	.40	.01	.60	<.01	.37	.03	.23	.18	.14	.41	.37	.03	.31	.07	.26	.12
E., F.	.31	.07	.35	.04	-.04	.81	.12	.49	.02	.90	.20	.24	.36	.03	.40	.02
E., J.	.23	.18	.14	.44	-.12	.49	.09	.62	.16	.36	.32	.06	.31	.07	.68	<.01
E., P.	.01	.97	.15	.40	.03	.85	.08	.63	.42	.01	.21	.23	.40	.02	.53	<.01
E., V.	.30	.08	.23	.18	.20	.25	.16	.35	.10	.57	.04	.83	.46	<.01	.20	.24
F., J.	.29	.09	.41	.01	.42	.01	.01	.97	.10	.58	.13	.46	.37	.03	.45	.01
F., P.	.41	.01	.26	.12	-.11	.53	.35	.03	-.18	.31	.05	.79	.46	<.01	.33	.05
F., V.	.33	.05	.44	.01	-.11	.52	.07	.70	-.08	.65	.28	.09	.43	.01	.22	.19
J., P.	.12	.48	.54	<.01	.03	.86	.39	.02	.15	.38	.01	.98	.46	<.01	.58	<.01
J., V.	.20	.23	.67	<.01	.02	.91	.15	.37	-.26	.13	-.10	.58	.40	.02	.47	<.01
P., V.	.07	.68	.68	<.01	.35	.04	.27	.12	.22	.20	.36	.03	.61	<.01	.23	.18

36 observations were used in this computation.

Tab. 5 Indices de corrélations et probabilités des conduites inter sujets, dans toutes les partitions (12) et dans les 3 contextes graphiques (36 observations).

Interprétation d'une corrélation positive : cohérences des conduites entre deux sujets, ici, des nombres de notes justes jouées par secondes en regard d'un même contenu musical : si un sujet parvient à un bon débit de notes justes dans une partition, par exemple dans le contexte graphique IV, il est probable que l'autre y parvienne aussi lors de la présentation de la même partition dans le même contexte graphique. En bref, la corrélation positive et significative entre les conduites détaillées de deux sujets dans une même tâche démontre un profil relativement parallèle de leurs performances en regard de toutes les conditions expérimentales.

Dans la colonne de la tâche I_III_V, six corrélations sont statistiquement significatives *(p<0.05)* parmi les quinze combinaisons de comparaisons par paires de sujets et toutes les autres corrélations sont également positives.

Descriptive Statistics
Split By: Lecteur

	Mean	Std. Dev.	Count	Minimum	Maximum	Coef. Var.	Range
notes/sec I_III_V, Total	2.99	1.13	216	.91	5.81	.38	4.90
notes/sec I_III_V, V.	4.27	.65	36	3.27	5.71	.15	2.45
notes/sec I_III_V, E.	3.60	.95	36	1.26	5.81	.27	4.56
notes/sec I_III_V, P.	3.16	.68	36	1.81	4.67	.21	2.86
notes/sec I_III_V, B.	2.59	.88	36	1.09	4.31	.34	3.22
notes/sec I_III_V, F.	2.19	.93	36	.99	3.89	.43	2.90
notes/sec I_III_V, J.	2.14	.89	36	.91	3.80	.42	2.89

Tab. 6

Ces résultats détaillés pour chaque partition apportent en quelque sorte une validation visuelle graphique de l'effet statistiquement significatif du facteur lecteur sur cette variable dépendante, comme le résume aussi le tableau des indices descriptifs ci-

dessus : les trois sujets qui se trouvent en dessus de la moyenne affichent aussi les plus faibles dispersions (voir les profils en dents de scie sur la fig. 23 pour ces sujets). A relever les performances étonnantes de V. qui détient à la fois la moyenne la plus élevée pour la variable *notesJustes/sec* et la plus faible dispersion : nous observerons la tendance inverse de ce même sujet V. pour la variable *numChunks* dans cette même tâche (où il présente la plus grande dispersion).

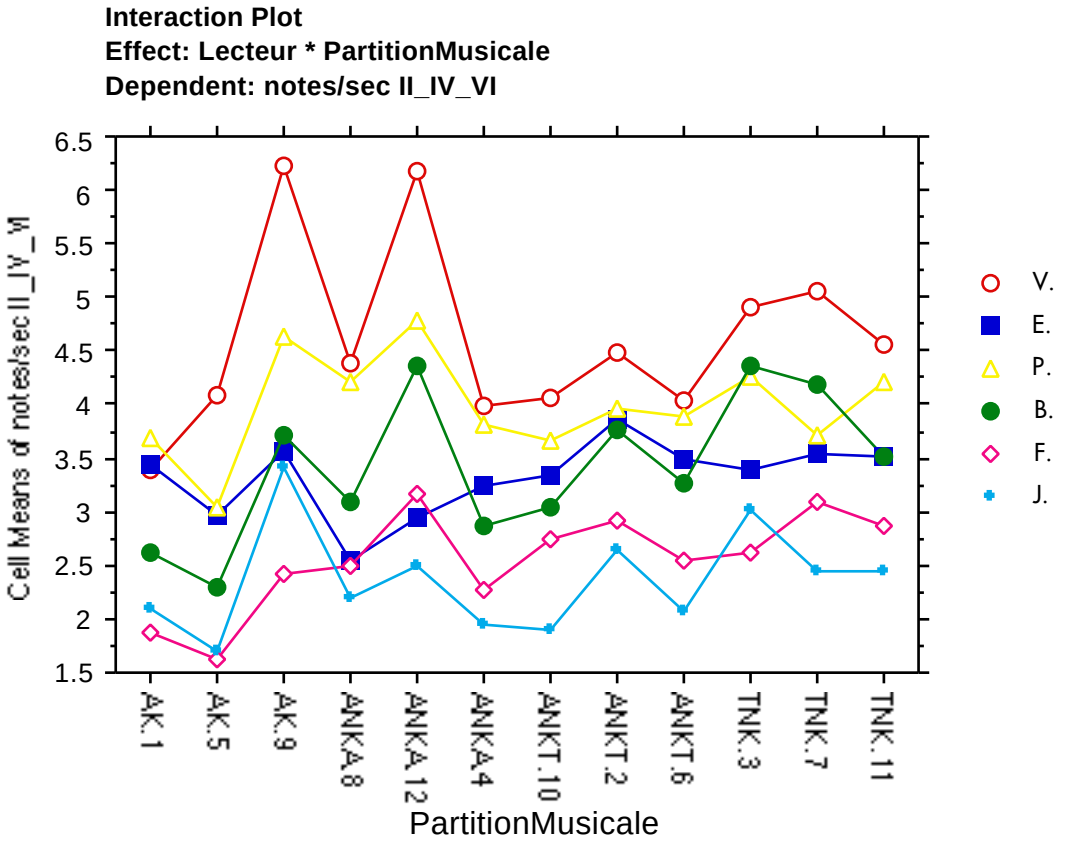


Fig. 24 Profils des moyennes inter contextes graphiques en fonction de chaque partition pour chaque sujet : notes/sec dans la tâche sans le rythme.

Même observation que dans la tâche avec le rythme : les profils des lecteurs en regard des moyennes inter-contextes graphiques II_IV_VI du détail des 12 partitions se démarquent les uns des autres de façon encore plus prononcée dans cette tâche. Les performances naviguent en fonction de la difficulté des partitions sélectionnées, par "vagues" presque toutes parallèles : pour la plupart des partitions, les rangs des lecteurs sont relativement bien conservés pour cette variable dépendante.

Reprenons le tableau des indices de corrélations de la page précédente qui montre de façon plus systématique la relative régularité des profils des conduites des lecteurs entre eux (par paire), déjà mise en évidence par le graphique précédent.

Dans les colonnes de la tâche II_IV_VI pour la variable *notesJustes/sec*, dix corrélations sur quinze ressortent statistiquement significatives *($p<0.05$)* parmi toutes les combinaisons de comparaisons par paires de sujets et toutes les autres corrélations sont aussi corrélées positivement. En résumé, les sujets sont plus réguliers que dans la tâche précédente où, comparativement, seulement six corrélations étaient statistiquement significatives.

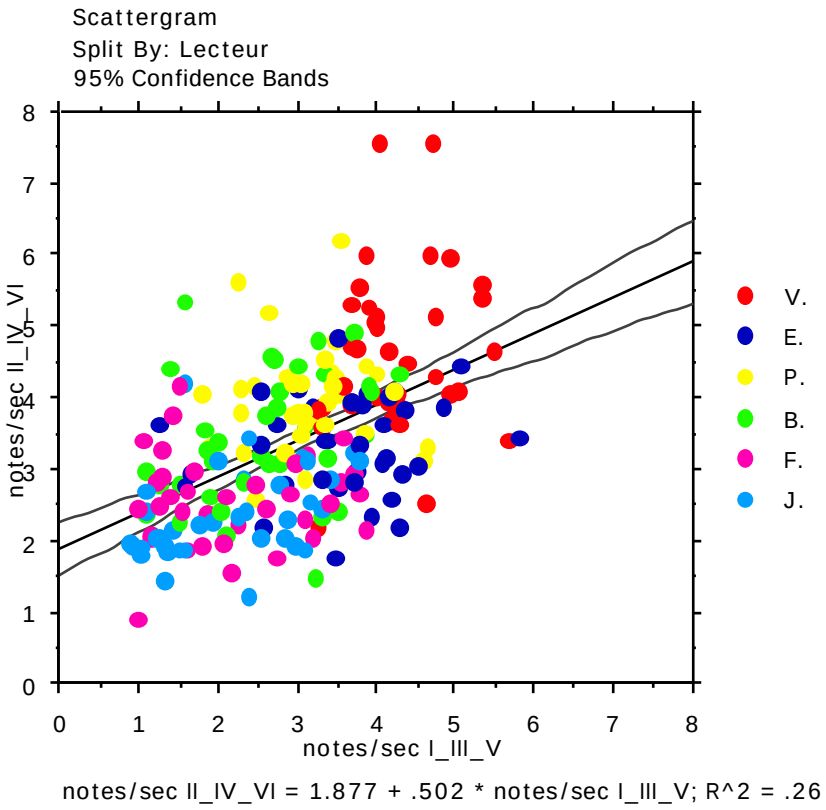
Corrélations inter modalités et inter tâches :

• H.Exp.8.a: Nous attribuons la variabilité inter-sujets des conduites observées en situation de lecture à vue au temps, propre à chacun des lecteurs, qui leur est en moyenne nécessaire à l'exécution correcte d'une note. Cet indice personnel (STROOP, cf. DAS, 1973) serait un bon "prédicteur" de l'habileté générale d'un sujet en lecture à vue : il ordonne et discrimine les sujets indépendamment des contextes opérationnalisés (musicaux ou graphiques) et des deux tâches retenues.

Dans notre tentative d'isoler la dimension "vitesse du transfert", notre mesure du débit "virtuel de pointe" de notes justes relevée dans la tâche sans rythme serait globalement et dans toutes les conditions expérimentales un bon prédicteur de compétences générales pour les conditions réelles de lecture à vue de la première tâche.

Nous voulons tester ici (corrélations) les correspondances des conduites intra- et inter-tâches de chaque modalité des facteurs considérés (contextes musicaux et graphiques), d'une part inter-lecteurs et d'autre part intra-lecteurs (cohérence intra-sujet en regard des contextes).

• Corrélation inter-tâches : les conduites des lecteurs qui ont présenté le plus de notes justes jouées par seconde se retrouvent-elles dans les deux tâches?



La corrélation tous contextes confondus illustrée par le graphe ci-dessus est statistiquement significative et supporte notre hypothèse *(r =.51, p<.01, 216 observations)* : on repère les nuages de points de chaque sujet plus ou moins concentrés dans des zones démarquées des autres; comme aucun des lecteurs n'a présenté de corrélations statistiquement significatives en regard de ses propres

conduites d'une tâche à l'autre (nous le verrons plus loin), la corrélation globale des conduites en est d'autant affaiblie, de même, à cause de la contre-performance de E. dans cette deuxième tâche.

Fisher's r to z

notes/sec	Correlation	P-Value
II, IV	.62	<.01
II, VI	.62	<.01
IV, VI	.69	<.01
II, I	.59	<.01
IV, III	.48	<.01
VI, V	.50	<.01
I, III	.70	<.01
I, V	.58	<.01
III, V	.62	<.01

72 observations

Tab. 7 Indices de corrélations inter-contextes graphiques[1] et inter-tâches calculés sur les données des 6 lecteurs confrontés à 12 partitions, dans chaque contexte graphique (72 observations par contexte graphique).

Dans ce tableau, les conduites des sujets sont testées plus finement : niveau par niveau du facteur contexte graphique et tâche par tâche. Nous devons souligner la remarquable régularité des corrélations inter contextes graphiques et inter tâches, tous contextes musicaux confondus pour le débit de notes justes : les corrélations apparaissent toutes statistiquement significatives et positives, indice d'une remarquable cohérence des conduites entre les différents contextes graphiques et les tâches pour cette variable; ces résultats soutiennent aussi notre hypothèse, mais ne nous permettent pas d'affirmer que les relations de rang entre les sujets sont préservées d'un contexte à l'autre.

Examinons les correspondances entre les contextes musicaux comparables (qui contiennent exactement les mêmes notes en mêmes nombres) : inter- et intra-tâches et découpés par niveau du facteur contexte graphique, pour la variable *notes justes par seconde* .

[1] nous avons déjà examiné les corrélations inter contextes graphiques, subdivisées dans chacune des modalités des contextes musicaux pour répondre à notre première hypothèse opérationnelle, dans chacune des conditions expérimentales.

Fisher's r to z
Split By: Graphisme

notesJustes/sec	I_III_V / II_IV_VI r	p	I/II r	p	III/IV r	p	V/VI r	p
AK II_IV_VI, AK I_III_V	.48	<.01	.64	<.01	.33	.18	.82	<.01
ANKA II_IV_VI, ANKA I_III_V	.45	<.01	.37	.13	.56	.01	.43	.07
ANKT II_IV_VI, ANKT I_III_V	.56	<.01	.66	<.01	.63	<.01	.45	.06
TNK II_IV_VI, TNK I_III_V	.59	<.01	.80	<.01	.55	.01	.39	.11
AK II_IV_VI, ANKA II_IV_VI	.33	.01	.59	<.01	.26	.29	.29	.25
ANKT II_IV_VI, TNK II_IV_VI	.60	<.01	.48	.04	.64	<.01	.66	<.01
AK I_III_V, ANKA I_III_V	.63	<.01	.60	<.01	.73	<.01	.21	.41
ANKT I_III_V, TNK I_III_V	.57	<.01	.44	.06	.67	<.01	.49	.03
54 observations			18 observations					

I_III_V := tâche avec rythme, II_IV_VI := tâche sans rythme

Tab. 8 Indices de corrélations calculés sur les scores des 3 partitions par contexte musical, subdivisés en 3 contextes graphiques présentées à 6 sujets (54 observations tous contextes graphiques confondus, 18 observations par contexte musical et graphique).

Remarque : les correspondances entre des contextes musicaux n'ont de sens que lorsqu'il s'agit de comparer les conduites des lecteurs en regard de partitions écrites avec les mêmes notes en mêmes nombres (p. ex. dans une séquence renversée toutes les demi-mesures comme nous l'avons défini opérationnellement pour la création de contextes musicaux "aléatoires"), aussi, l'attente d'une corrélation positive entre deux contextes musicaux différents n'est justifiée qu'à cette condition.

Globalement, tous contextes graphiques confondus, toutes les corrélations sont positives et statistiquement significatives et renforcent encore notre hypothèse (voir les deux premières colonnes du tableau ci-dessus). Attention, les corrélations sont à nouveau calculées sur l'ensemble des conduites, on ne peut donc pas simplement déduire de cet indice que les rangs entre les sujets sont conservés.

Dans cette même optique d'analyse, voyons maintenant les conduites plus en détail, regroupées dans les conditions expérimentales. La question ici est de savoir si les correspondances des conduites d'un contexte musical à l'autre sont indépendantes de la finesse de quantification de l'écriture des partitions présentées.

On remarque un effet net du facteur "contexte graphique" sur ces indices (marqués en rouge dans le tableau) : moins la quantification est fine et moins les corrélations apparaissent significatives, surtout entre les contextes III/IV et V/VI.

Suivant le niveau du facteur contexte graphique, les correspondances entre les conduites des contextes musicaux comparables ne sont pas toutes conservées, particulièrement dans le contexte V/VI (quantification à la croche).

Discussion :

Attention au biais dans le calcul des corrélations dérivé du poids donné à un seul sujet (voir la contre performance de E. dans la deuxième tâche).

Plus la partition s'approche des présentations quantifiées à la croche familières aux lecteurs, plus il semble que les conduites (*notesJustes/sec*) soient variables et imprévisibles.

L'effet contrasté des contenus musicaux se ferait-il enfin un peu sentir à ce niveau (V/VI), alors que plus bas dans la quantification graphique (double et triple croche), les présentations se confondent toutes à des contextes musicaux plus ou moins aléatoires, sans significations et indifférenciés?

• H.Exp.8.b. Variation intra-sujet : on retrouve les mêmes conduites chez un lecteur confronté successivement à un contenu musical identique représenté sous différentes formes d'écritures ou, globalement, dans deux tâches différentes, indice pour certains lecteurs que le contenu musical d'une partition précède les caractères de son écriture.

Il ressort de la première ligne du tableau ci-dessous qu'un lecteur présente de fortes variations dans ses conduites (sans pour autant se confondre aux autres, on l'a vu dans les profils du détail des partitions), indéterminées par les contenus musicaux des partitions pour la variable *notesJustes/sec* (voir la discussion). On l'a dit à propos du graphe de la corrélation de toutes les conduites, aucun d'entre eux ne présente de corrélations statistiquement significatives avec $p<0.01$ en regard de ses propres conduites, d'une tâche à l'autre.

Fisher's r to z
Split By: Lecteur (notesJustes/sec)

Contexte	**V.**		**E.**		**P.**		**B.**		**F.**		**J.**	
graphique	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
I_III_V_II_IV_VI	**.18**	.30	**.13**	.44	**.01**	.96	**.30**	.07	**.05**	.77	**.40**	.02
36 observations were used in this computation.												
II-IV	.29	.36	.08	.81	.39	.22	.07	.85	.33	.31	.56	.06
II-VI	.32	.32	-.24	.47	.05	.88	.08	.80	.44	.16	.47	.13
IV-VI	.56	.06	-.20	.55	.24	.46	.71	.01	.10	.75	.40	.21
II-I	**-.18**	**.60**	**.09**	**.79**	**.03**	**.92**	**.67**	**.02**	**.14**	**.67**	**.42**	**.18**
IV-III	**.13**	**.70**	**.28**	**.39**	**.17**	**.62**	**.01**	**.98**	**.00**	**1.00**	**.31**	**.34**
VI-V	**.27**	**.40**	**-.28**	**.40**	**-.37**	**.25**	**.26**	**.43**	**.43**	**.17**	**.54**	**.07**
I-III	.30	.35	.31	.34	.34	.29	.40	.21	.31	.34	.42	.18
I-V	.21	.53	-.17	.61	.21	.52	.19	.56	.14	.68	.69	.01
III-V	-.03	.94	.16	.63	-.08	.82	.29	.37	.35	.28	.44	.15

12 observations were used in this computation.

I_III_V :=32ème_16ème_8ème de ronde (tâche avec rythme), II_IV_VI := idem (tâche sans rythme)

Tab. 9 Indices de corrélations d'abord tous contextes graphiques confondus des 12 partitions présentées - pour chaque lecteur (intra sujet) et dessous, niveau par niveau de contexte graphique croisés avec les deux tâches.

Discussion :

Dans cette analyse, les observations ont été découpées par sujet et par contexte graphique de façon à déceler des "micro-régularités" dans les conduites individuelles des lecteurs, dans certaines conditions.

La recherche de correspondances chez un sujet dans ses lectures successives de douze partitions différentes présentées selon les niveaux opérationnalisés de la variable contexte graphique et des deux tâches est justifiée : on pourrait s'attendre à relever une systématique des conduites chez un sujet face à la présentation répétée d'un contenu musical identique (voir SHAFFER,1980).

Ces résultats montrent qu'il n'y a pratiquement aucune régularité systématique des débits de notes justes au sein des lecteurs (intra sujet) entre deux présentations successives de douze partitions identiques écrites avec des quantifications rythmiques différentes, ni entre les deux tâches considérées (seules deux corrélations ressortent positives et statistiquement significatives dans le tableau ci-dessus, pour B. et J.).

Pour le sujet V., par exemple, le contenu musical des douze partitions présentées ne semble pas déterminant du débit des notes jouées justes dans aucune des conditions d'exécution.

Discussion globale des différents indices pour cette variable:

Contrairement aux observations de CHASE et SIMON (1973b), dans les contextes composés de configurations (peudo-)aléatoires nous trouvons des différences significatives chez les sujets, tant du point de vue des nombres de notes justes jouées à la seconde, que des regroupements effectués pour le transfert comme nous le verrons plus loin.

Pour les nombres de notes justes par seconde, les dispersions (coefficients de variations) sont relativement constantes, elles marquent cependant de plus grandes variations dans les conduites des sujets les plus faibles pour la tâche avec le rythme.

Les groupements ou unités de transfert (numChunks et Chunk_1) :

Rappelons l'hypothèse opérationnelle pour ces variables :

- HOp2. La mesure des unités de transfert ("visual image converted into a muscular act") n'est pas un indice discriminant au niveau des conditions expérimentales.
    - On relève de faibles corrélations inter-contextes graphiques (sauf entre IV_VI) et les différences entre les ensembles de conduites de chaque lecteur ne ressortent pas statistiquement significatives, les meilleurs lecteurs présentant de trop grandes variations (ANOVA et Kruskal-Wallis). Pourtant, les sujets tendent vers une limite personnelle de regroupements[1] qui n'apparaît que sur le nombre total des observations dans chacune des tâches, tous contextes confondus, 36 observations par sujet. ANOVA significatives pour l'effet du facteur lecteur dans les deux tâches.

Fisher's r to z Pearson correlation for numChunks

	Contexte musical			
P-Value	AK	TNK	ANKA	ANKT
II, IV	0.09	0.19	0.63	0.54
II, VI	0.03	0.50	0.58	0.10
IV, VI	0.28	0.91	0.80	0.10
I, III	0.41	0.43	0.66	0.13
I, V	0.41	0.05	0.05	0.90
III, V	0.68	0.71	0.43	0.16

Kruskal-Wallis Test for numChunks

Tied P-Value				
II	0.03	0.53	0.67	0.92
IV	0.87	0.33	0.87	0.65
VI	0.11	0.46	0.75	0.25
I	0.74	0.86	0.15	0.08
III	0.08	0.09	0.16	0.42
V	0.70	0.68	0.54	0.56

18 observations were used in this computation.

Tab. 10 1°Corrélations de Pearson inter contextes graphiques (18 observations) (valeurs des probabilités de significativité, p<.05). 2°Test non-paramétrique de Kruskal-Wallis[2] sur l'effet du facteur "lecteur" sur le nombre de regroupements

[1]On s'attend à ce que les nombres de regroupements transférés tendent vers une moyenne "limite" propre à un lecteur seulement à partir d'un ensemble de conduites suffisamment grand à cause des inévitables variations contextuelles des partitions.

[2]La présence éventuelle de régularités dans les conduites entre deux niveaux de la variable contexte graphique est testée par l'indice de corrélation. Même si les différences entre les sujets ne ressortent pas statistiquement significatives de l'analyse de variances il se peut que les corrélations entre les niveaux graphiques montrent une certaine régularité chez les sujets pour l'une ou l'autre variable dépendante examinée, justement pour l'indice de vitesse mais pas pour celui des regroupements effectués.

transférés calculés sur les 20 premières notes jouées, 3 observations par sujet (n=6).

A ce niveau de l'analyse, les conduites des lecteurs ne sont pas différenciées en regard de la variable "numChunks", les regroupements étant qualitativement dépendants des configurations locales de notes des partitions individuelles, les moyennes et dispersions calculées sur seulement trois d'entre elles sont peu représentatives des conduites spécifiques d'un lecteur; seuls les indices de corrélations établis sur 18 observations entre les présentations de contenus musicaux identiques sous des formes rythmiques plus ou moins détaillées (quantifications à la croche, double croche ou triple croche) sont interprétables.

Indices descriptifs (généralités)

La taille des premiers groupements - unités de transfert - (*Chunk_1*) et le nombre d'unités sur les vingt premières notes jouées (*numChunks*).

• H.Exp.1: Les groupements effectués sont en général plus petits dans la tâche avec le rythme, donc plus nombreux.

Huit notes en moyenne dans la tâche I_III_V (avec rythme) et six notes pour l'autre tâche (24% de différence) pour la taille moyenne des premiers chunks (*Chunk_1*).

De même pour les nombres d'unités de transfert (*numChunks*), en moyenne 3 groupements ont été nécessaires pour jouer les 20 premières notes sur le clavier dans la tâche avec le rythme et un peu plus de 3 1/2 dans l'autre, sans rythme.

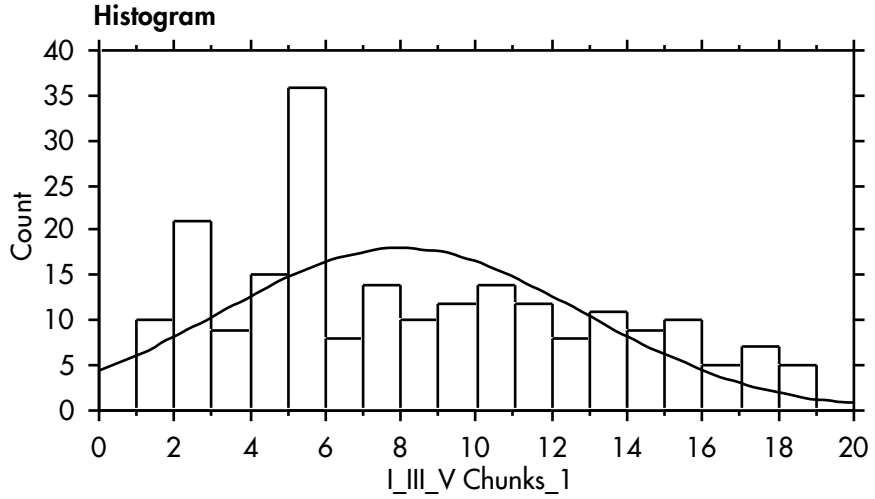
Descriptive Statistics

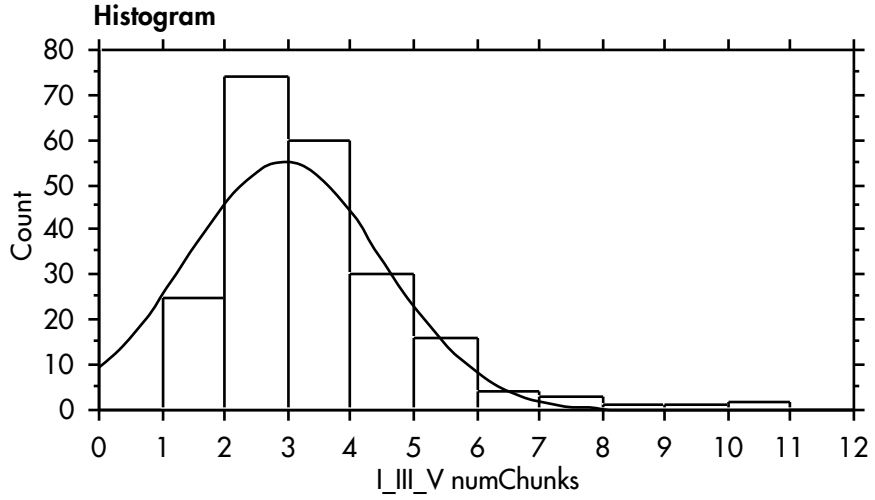
	I_III_V numChunks	II_IV_VI numChunks
Mean	2.94	3.64
Std. Dev.	1.56	1.68
Count	216	216
Minimum	1.00	1.00
Maximum	11.00	8.00
Coef. Var.	.53	.46

Ces indices transformés en nombres de notes par groupement donnent 6.8 notes respectivement 5.5 notes de moyennes sur les 216 observations de tous les sujets, par groupement effectué dans le transfert des vingt premières notes jouées.

Discussion :

Ces résultats concordent à première vue avec les travaux de MILLER (7±2 chunks) sur l'empan de la mémoire à court terme pour autant que l'on accepte qu'une note seule puisse occuper tout le contenu d'un chunk. Cependant, l'étendue est de 18 notes dans les deux tâches, voyons l'histogramme de distributions des tailles des premiers groupements effectués ci-dessous :





On constate une bonne dispersion des tailles des premiers chunks en proportions relativement égales; même si cet indice semble mieux discriminant que celui des nombres de regroupements, nous avons préféré miser sur la variable "numChunks" car elle nous semble donner une vue d'ensemble des groupements, évidemment moins dépendante des particularités locales du début de la partition mais aussi de l'attention des lecteurs faibles peut-être trop centrée sur le commencement de leur exécution, aux dépens de la suite. Les observations réduites à ces premiers groupements n'auraient pas permis de discriminer les bons des faibles lecteurs sans quelque ambiguïté sur le véritable sens des éventuelles différences constatées.

Près de 12% (25 sur 216 observations) des nombres de groupements effectués n'étaient qu'au nombre de un alors que seulement 5 groupements ont présenté une taille maximale de 19 notes, la plupart des groupements uniques ne comportent donc pas l'ensemble des vingt notes, il faut en déduire que nous ne pouvons pas transformer directement les nombres de groupements effectués en tailles moyennes (par le calcul de la division des vingts notes par le nombre de groupements). L'indice "numChunks" ne donne aucune indication fiable sur la taille moyenne réelle des groupements, particulièrement quand les nombres sont petits : un seul groupement détecté peut comprendre un nombre indéterminé de notes (1-19). Les notes restantes qui ont été

jouées (par rapport au maximum de vingt que nous prenions en considération) n'ont simplement pas affiché d'écarts qui auraient déclenché le signalement d'un nouveau groupement, probablement présent dans les notes suivantes, au-delà de notre limite arbitraire des vingt premières jouées. Cependant, il nous semble acceptable de transformer ces indices lorsqu'il s'agit de moyennes sur un ensemble de conduites suffisamment large comme nous l'avons fait plus haut, avec 216 observations mais aussi plus loin dans les comparaisons par lecteur, avec 36 observations par sujet.

La tendance des moyennes entre les deux tâches est contraire à notre hypothèse (et à l'intuition) : les unités de transfert sont donc plus petites lorsque les signes rythmiques ne sont pas indiqués dans l'écriture.

Les différences entre les deux groupes de conduites pour les deux tâches sont statistiquement significatives mais infirment notre hypothèse, tant pour la variable *Chunk_1 (t = 4.68, p<.01, 216 observations)* que pour la variable *numChunks (t = -4.48, p<.01, 216 observations).*

Globalement, pour les variables *Chunk_1* et *numChunks*, les effets des facteurs considérés ne sont pas tous statistiquement significatifs : des éventuelles différences entre ces différents groupes de conduites ne sont pas statistiquement significatives.

Type III Sums of Squares

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Lecteur	5	40.556	8.111	3.618	.0039
Musi.Context	3	2.815	.938	.418	.7400
Graphisme	2	17.194	8.597	3.835	.0235
Musi.Context * Lecteur	15	33.519	2.235	.997	.4608
Graphisme * Lecteur	10	38.250	3.825	1.706	.0826
Musi.Context * Graphisme	6	2.880	.480	.214	.9720
Residual	174	390.120	2.242		

Dependent: numChunks I_III_V

Type III Sums of Squares

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Lecteur	5	36.889	7.378	3.020	.0122
Musi.Context	3	76.315	25.438	10.412	.0001
Graphisme	2	8.083	4.042	1.654	.1942
Musi.Context * Lecteur	15	26.852	1.790	.733	.7490
Graphisme * Lecteur	10	12.694	1.269	.520	.8748
Musi.Context * Graphisme	6	21.880	3.647	1.493	.1833
Residual	174	425.120	2.443		

Dependent: numChunks II_IV_VI

Type III Sums of Squares

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Lecteur	5	102.704	20.541	.960	.4439
Musi.Context	3	234.926	78.309	3.660	.0136
Graphisme	2	122.343	61.171	2.859	.0600
Musi.Context * Lecteur	15	390.074	26.005	1.215	.2641
Graphisme * Lecteur	10	228.880	22.888	1.070	.3882
Musi.Context * Graphisme	6	121.657	20.276	.948	.4625
Residual	174	3723.343	21.399		

Dependent: Chunk_1 I_III_V

Type III Sums of Squares

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Lecteur	5	135.079	27.016	1.610	.1596
Musi.Context	3	26.792	8.931	.532	.6607
Graphisme	2	8.398	4.199	.250	.7788
Musi.Context * Lecteur	15	110.903	7.394	.441	.9648
Graphisme * Lecteur	10	138.657	13.866	.827	.6035
Musi.Context * Graphisme	6	87.861	14.644	.873	.5160
Residual	174	2918.861	16.775		

Dependent: Chunk_1 II_IV_VI

Tab. 10 Effets des facteurs (ANOVA) sur les variables numChunks et Chunk_1.

Effet global du facteur "contexte musical":

• H.Exp.2.a : L'effet du facteur "contexte musical" sur le nombre (*numChunks*) et la taille des premiers regroupements (*Chunk_1*) est plus évident dans la tâche sans le rythme.

• H.Exp.2.b : Les regroupements effectués lors du transfert des vingt premières notes jouées sont sensiblement plus petits (donc plus nombreux) dans les contextes musicaux aléatoires (cf. notre distinction opérationnelle : "note-à-note" vs. "pattern readable" et CHASE & SIMON, 1973, pour l'empan de la mémoire à court terme limitée à 7±2 unités : MILLER cit. in WOLF, 1976).

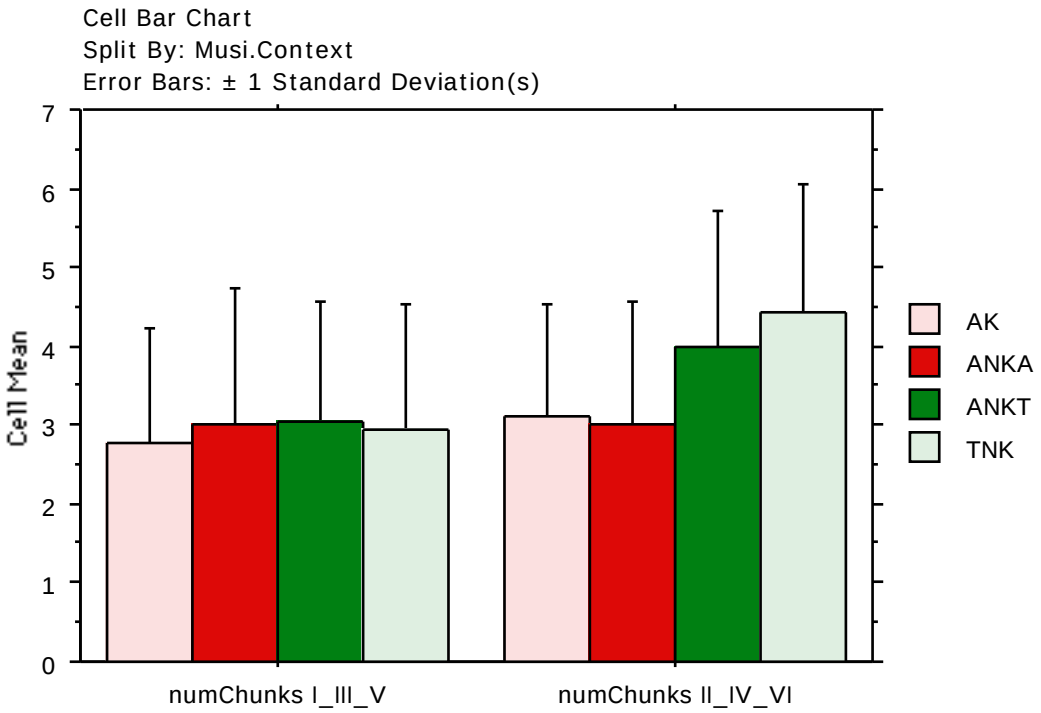


Fig. 27 Moyennes des nombres de regroupements (numChunks) en fonction des contextes musicaux et en comparaison des deux tâches.

Dans la première tâche, les contextes musicaux du point de vue des nombres de regroupements effectués, paraissent plus homogènes que dans la deuxième tâche*(F =.418, p=.74)*, bien que l'on observe sur le graphe une micro tendance dans les deux contextes aléatoires à des groupements plus nombreux.

Dans la deuxième tâche sans le rythme, les contextes musicaux sont effectivement mieux différenciés *(F = 10.41, p<.01)* et présentent aussi une faible tendance allant dans le sens contraire de l'hypothèse 2.b : les sujets ont effectué en moyenne relativement moins de regroupements dans les contextes aléatoires, relativement à leurs contextes signifiés respectifs et correspondants (toujours comparés par paire : AK avec ANKA et ANKT avec TNK). Les différences ne sont cependant pas statistiquement significatives *(Scheffe for II_IV_VI numChunks, ANKT/TNK, p=.58).*

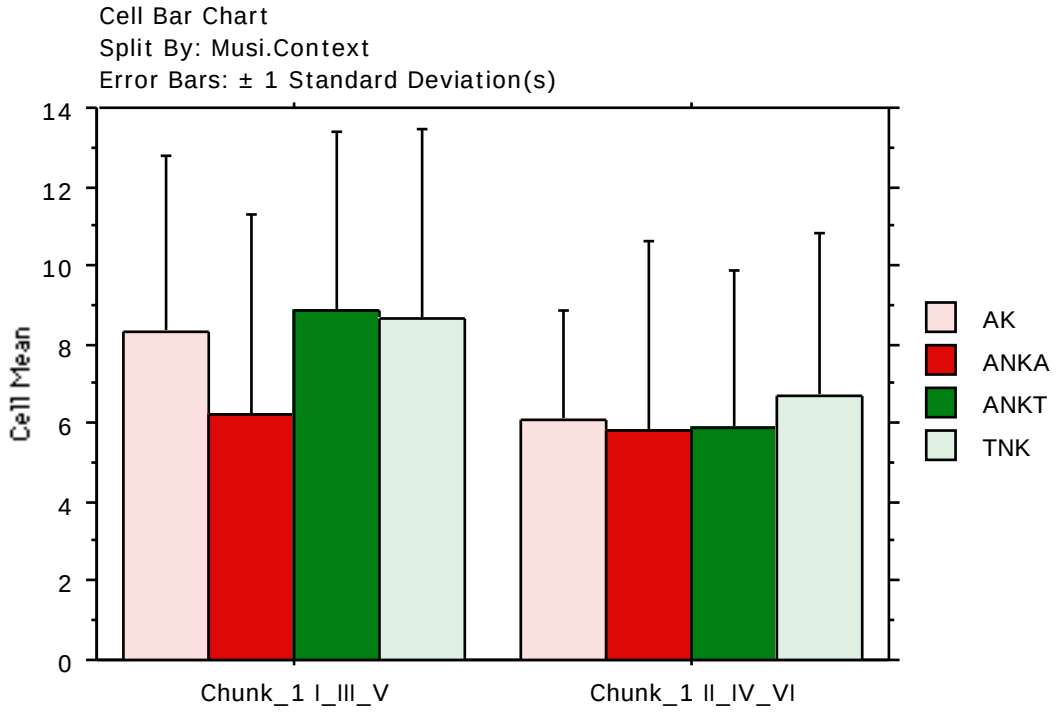


Fig. 28 Moyennes des tailles des premiers regroupements effectués (Chunk_1) en fonction des contextes musicaux et en comparaison des deux tâches.

Pour la variable *Chunk_1* (taille du premier regroupement effectué), globalement les tailles ont été inférieures de deux notes environ dans la tâche sans rythme de façon assez homogène pour tous les contextes musicaux sauf le contexte aléatoire ANKA dans la première tâche (rappelons que la différence entre les tâches est statistiquement significative, *t = 4.67, p<.01, 216 observations*); la différence dans cette paire de contextes (AK et ANKA) dans la première tâche est la seule observation qui confirmerait partiellement l'hypothèse 2.b (mais infirmerait par contre l'H.Exp. 2.a) mais de façon statistiquement non significative *(Scheffe for I_III_V Chunk_1, AK/ANKA, p=.15).*

Discussion :

Remarque : pour ces deux variables examinées ici qui relèvent pourtant d'une même dimension opérationnalisée (unités de transfert) les tendances dans l'une et l'autre tâche sont renversées : si, dans une tâche, une des variables est peu discriminante alors que l'autre renforce les contrastes entre les conduites, c'est l'inverse qui se produit dans l'autre tâche (voir les deux graphes précédents); pour cela il nous a semblé intéressant de tenir compte des deux variables dans nos analyses.

A ce niveau de l'analyse, nous ne pouvons évidemment pas prétendre à l'observation de regroupements virtuels signifiés "tonaux" ou "kinesthésiques" parmi les unités opérationnalisées de transfert. Il faudrait pour cela reprendre les données brutes et préciser les critères de classification des patterns signifiés tonaux, kinesthésiques et aléatoires pour une analyse qualitative. Cela n'est pas dans nos intentions ici, nous nous limiterons à notre définition opérationnelle du groupement-unité de transfert

(chunk) qui ne tient compte que du temps et pas d'autres critères qualitatifs comme le contenu musical pour établir la taille de ces regroupements (et le nombre qui en découle).

Tant pour les nombres de regroupements effectués que pour la taille des premiers regroupements, le contexte musical aléatoire ANKA est le seul qui reste relativement stable d'une tâche à l'autre : il s'agit peut-être d'un effet "plancher" dû à la difficulté particulière des partitions de cette catégorie dite "aléatoire". A l'examen du détail des conduites pour les tailles des premiers regroupements dans les partitions, c'est aussi ce contexte ANKA qui présente le plus de régularités dans les profils de lecteurs, d'une tâche à l'autre : est-ce que les partitions de type ANKA contiendraient des indices plus clairs de regroupements signifiants? Pour la variable *Chunk_1*, la corrélation des conduites inter tâches au sein de ce contexte ANKA exclusivement présente effectivement un meilleur indice de corrélation comparativement aux autres contextes mais n'est pas statistiquement significatif *(r =.18, p =.20)*.

Effet global du facteur "contexte graphique" :

- H.Exp.3.a : L'effet du facteur "contexte graphique" sur le nombre et la taille des premiers regroupements est plus évident dans la tâche avec le rythme.
- H.Exp.3.b : Les regroupements effectués sont systématiquement moins nombreux (donc plus grands) dans la deuxième tâche (sans rythme) à tous les niveaux de la variable contexte graphique .
- H.Exp.3.c : Le découpage du flux de l'information en unités discrètes et fonctionnelles de transfert est fonction du pas d'échantillonnage choisi pour l'écriture (niveau de la variable "contexte graphique"). Autrement dit, on observe cette tendance générale : plus la quantification est fine, plus les unités de transfert sont petites (*Chunk_1*) (=>*numChunks* nombreux).

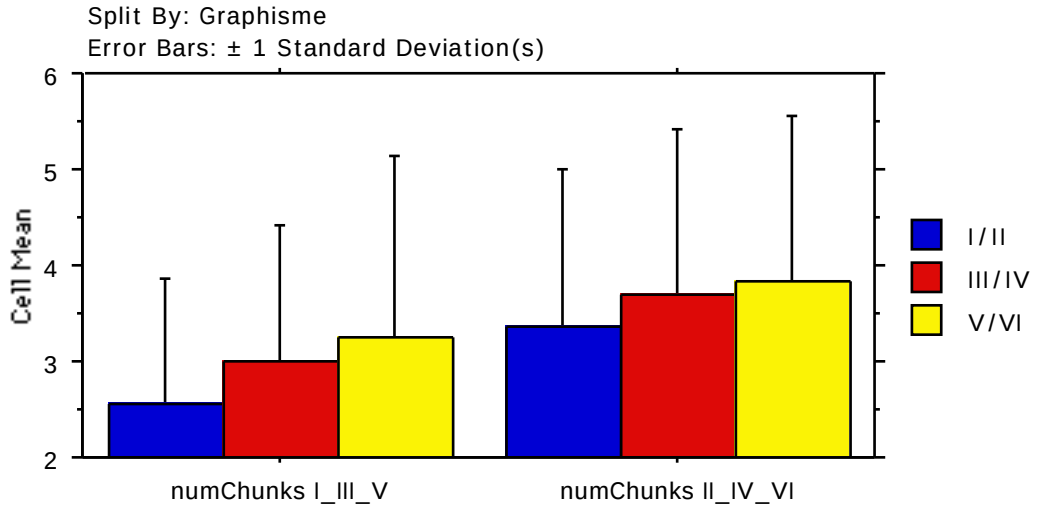


Fig. 29 Nombre de regroupements en regard des contextes graphiques.

Type III Sums of Squares

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Graphisme	2	17.194	8.597	3.835	.0235
Dependent: numChunks I_III_V					
Graphisme	2	8.083	4.042	1.654	.1942
Dependent: numChunks II_IV_VI					

Tab. 11 Extraits des tableaux d'analyses de variances pour les facteurs "contextes graphiques" et les deux tâches.

L'effet des contextes graphiques sur le nombre de regroupements (*numChunks*) est visiblement plus marqué dans la première tâche et statistiquement significatif *(F = 3.83, p=.02)* de même que pour la variable "taille du premier chunk" (*Chunk_1*) mais sans différences entre les groupes de conduites statistiquement significatives avec p<.05 *(F = 2.86, p=.06)*.

Les nombres de regroupements effectués sont systématiquement plus grands (environ plus d'un 1/2 groupement) dans la deuxième tâche (sans rythme) à tous les niveaux de la variable contexte graphique.

Le nombre de regroupements effectués croît en fonction de la quantification graphique du contenu musical de façon inversement proportionnelle : plus la quantification est fine moins les lecteurs ont effectué de regroupements, infirmant notre hypothèse (H.Exp.3.c).

Voir aussi le graphe suivant la taille des premiers chunks en regard du contexte graphique ci-dessous.

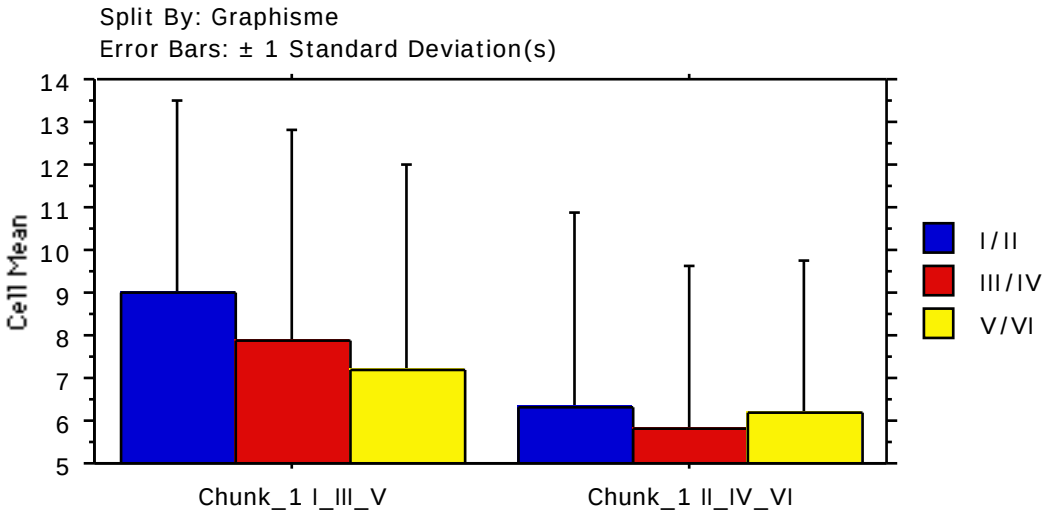


Fig. 30 Tailles des premiers regroupements en regard des contextes graphiques.

L'effet est aussi visible pour la taille des premiers chunks effectués, mais seulement dans la première tâche, encore que statistiquement non significatif *(F = 2.86, p=.06)*. Les conduites sont plus homogènes dans la deuxième tâche pour cette variable et ce facteur "contexte graphique".

Les différences de tailles des premiers regroupements entre les tâches suivant ces contextes graphiques varient de 1 à 2 notes en moyenne.

Discussion :

Attention : voir l'interaction de ces variables *numChunks* et *Chunk_1* avec l'évolution des notes manquées en regard de la quantification du support graphique (plus l'unité de découpage de l'information dans l'écriture est réduite, plus il ressort de notes manquées). Il nous faut prendre garde à la parfaite similarité de l'allure des graphes illustrant les tendances des moyennes de notes manquées et des tailles moyennes des premiers regroupements en regard des contextes graphiques et des tâches car si la corrélation dans la première tâche entre ces deux variables est nulle *(r =.00, p = .97, 216 observations)* , elle est positive et statistiquement significative pour la deuxième tâche *(r = .19, p = .01, 216 observations)*, celle dont l'allure est inattendue justement.

En clair, dans la première tâche avec le rythme, la taille des regroupements n'a rien à voir avec le nombre de notes manquées, par contre, dans la deuxième tâche (sans rythme), il apparaît une relation significative entre ces deux variables : plus la taille du

premier regroupement est grande plus le nombre de notes manquées sera probablement aussi grand.

La "co-action" des notes manquées et des tailles des premiers regroupements dans le contexte VI (tâche sans rythme) expliquerait en partie la relative "contre performance" du débit de notes justes dans ces mêmes conditions expérimentales VI en rapport aux conditions expérimentales du niveau IV du facteur contexte graphique (cf. la discussion pour la validation des données ainsi que la discussion sur la boucle des causes et des effets de l'analyse multivariée).

Rappel : La taille des premiers chunks doit être relativisée par le nombre de notes manquées : deux regroupements de tailles égales ne sont pas nécessairement identiques, ils peuvent survoler des notes manquées et ne comprennent donc pas forcément les mêmes notes jouées !

Effet de l'interaction des deux variables contextes :

• H.Exp.4. : Les conduites observées dans les contextes graphiques TNK ou AK quantifiés à la triple croche (32th) sont comparables à celles que l'on trouve dans les contextes musicaux aléatoires quantifiés à la croche (8th); les comparaisons étant effectuées sur les paires de contextes qui contiennent les mêmes notes en mêmes nombres dans un arrangement différent (renversement toutes les demi-mesures).

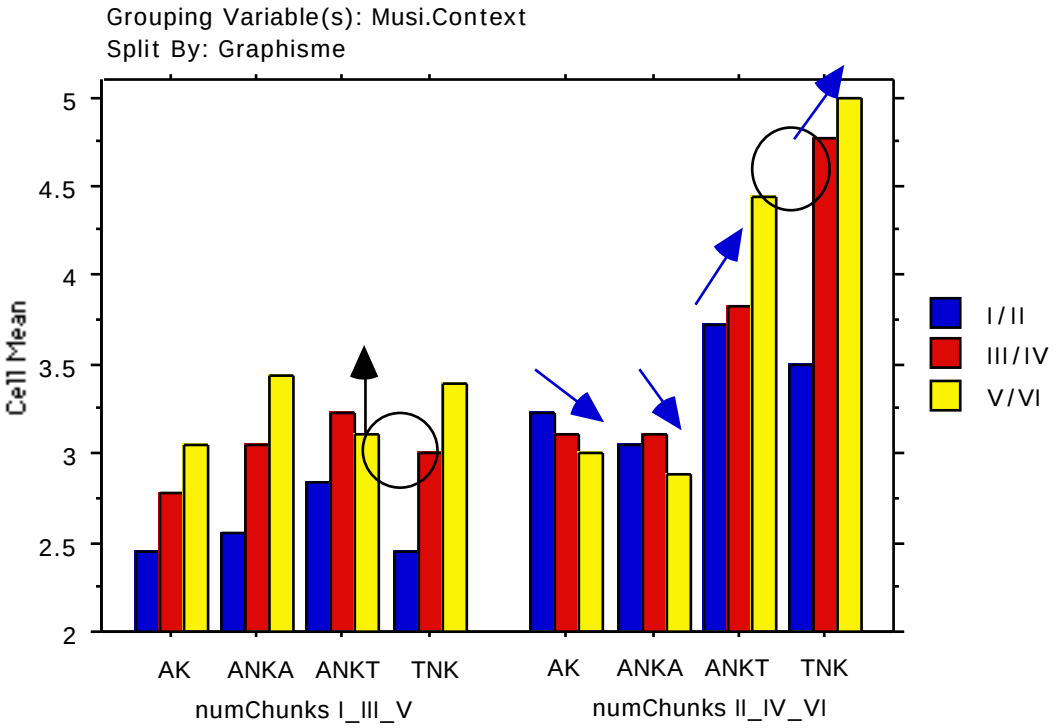


Fig. 31 Nombres de regroupements moyens dans chaque condition expérimentale (18 observations) et en comparaison des deux tâches.

Il n'y a pas d'interaction statistiquement significative entre les deux facteurs "contextes" dans aucune des tâches*(voir tableau ANOVA, p>.97, p>.18)* .

Dans la première tâche, les paires de contextes *comparables* présentent, pour la deuxième (ANKT avec TNK) une tendance illustrée dans le sens de l'hypothèse (voir le cercle de gauche) ANKT.V=TNK.III, phénomène similaire que l'on retrouve dans l'autre tâche (cercle de droite) avec les mêmes contextes, TNK.IV = ANKT.VI.

Nous avons relevé dans le graphe des tendances opposées inattendues mais régulières qui alimenteront la discussion (flèches bleues) : les conduites dans la deuxième tâche pour les contextes musicaux AK et ANKA (comparables du point de vue des notes, en mêmes nombres et identiques) semblent encore aller dans le sens premier de notre hypothèse H.Exp.3.c (plus la quantification rythmique est fine plus il y aura de regroupements effectués). (discussion)

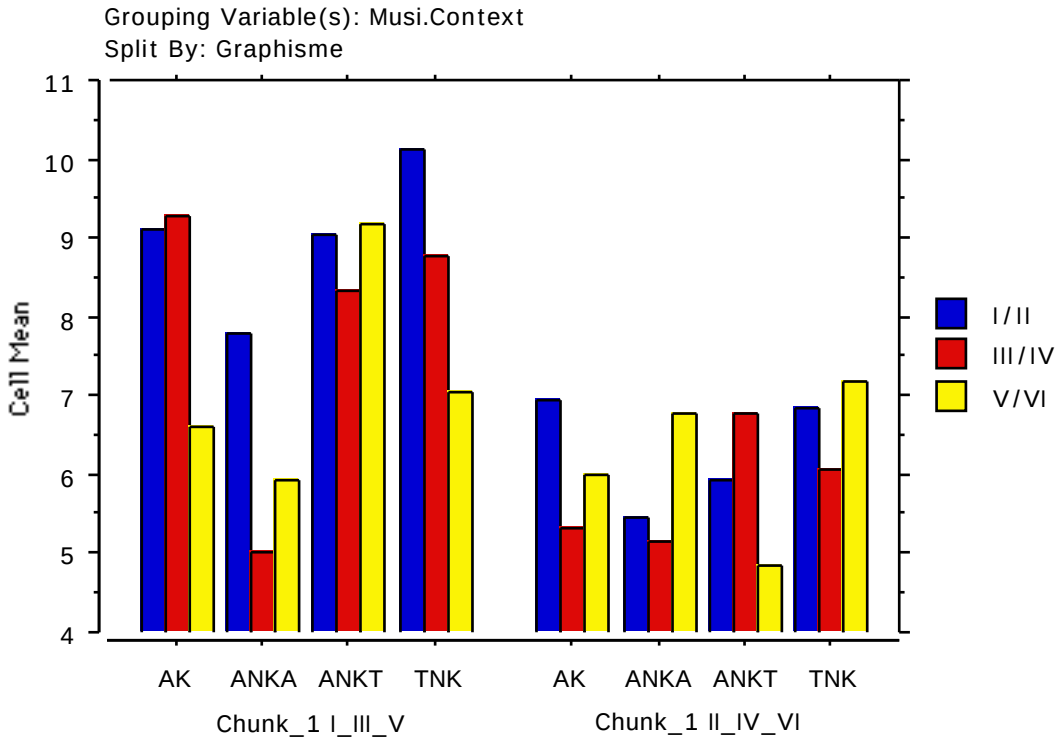


Fig. 32 Tailles moyennes des premiers regroupements dans chaque condition expérimentale (18 observations) et en comparaison des deux tâches.

Il n'y a pas d'interaction statistiquement significative entre les deux facteurs "contextes" dans aucune des tâches*(voir tableau ANOVA)*. Pas non plus d'effet "linéaire" apparent du facteur "contexte graphique" au sein des contextes musicaux (pas "d'escaliers" ascendants ou descendants comme dans le graphe précédent illustrant les tendances des nombres de regroupements, sauf pour le contexte TNK.I_III_V).

Discussion :

Dans la deuxième tâche, le graphe (Fig. 31) des interactions des facteurs "contexte" sur la variable "numChunks", montre clairement que la paire de contextes AK et ANKA présente non seulement des contre-performances (relatives[1]) par rapport à la tâche avec le rythme dans les contextes quantifiés à la croche (VI, barres jaunes sur le graphe), mais aussi des tendances inter contextes graphiques inattendues (figurées par des flèches bleues sur le graphe).

Il y aurait là une amorce d'interaction entre les facteurs contextes qui semblent agir différemment sur les deux paires de contextes musicaux.

Dans le couple de contextes construits à partir d'une dominante kinesthésique AK et ANKA, il se peut que les traces de *patterns* kinesthésiques résidents fassent leurs apparitions au fur et à mesure de la progression de la quantification de l'écriture et

[1]nos résultats ont justement montré que le fait d'exécuter de nombreux regroupements (numChunks) ne peut pas être considéré a priori comme une meilleure performance de lecture à vue.

induisent plus directement la forme des regroupements effectués sur le clavier (leur propre nature kinesthésique aidant dans ce sens).

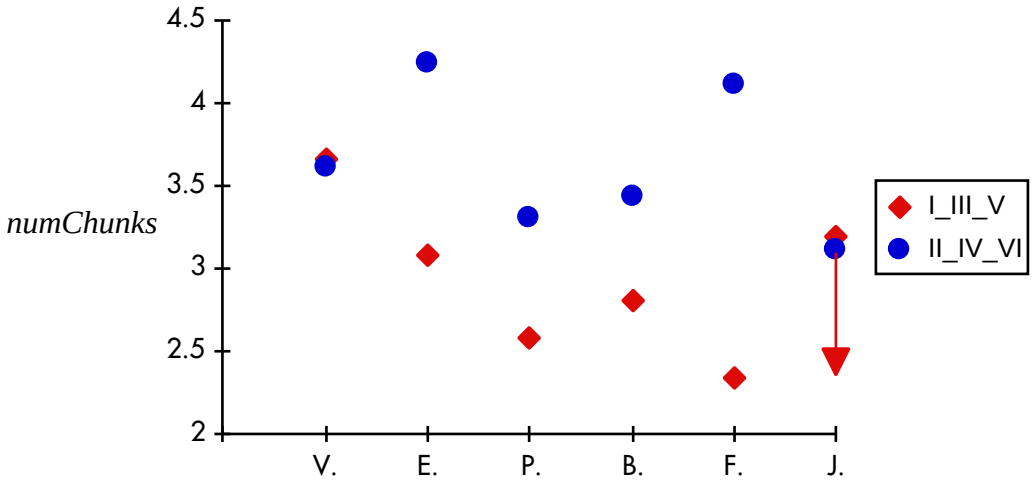
A relever à nouveau l'interaction des variables *numChunks* et *missingNotes*, dont les corrélations localisées dans les contextes graphiques spécifiques donnent pour la deuxième tâche, soit un indice négatif dans le contexte graphique IV, soit positif, dans le contexte graphique VI, tous deux statistiquement significatifs *(r = -.28, p =.02 et r = .25, p = .04)*. (voir la discussion suite à l'analyse multivariée de cette interaction et de la boucle des causes et effets).

• La taille moyenne des premiers regroupements effectués calculée sur des partitions de contenus musicaux très différents (trois pour chaque contexte musical) et qui n'offrent donc pas a priori les mêmes unités signifiées, ni dans leur contenu musical, ni dans leur présentation graphique, est un indice à interpréter avec précautions (voir la discussion précédente de l'effet des contextes graphiques à propos de la taille des regroupements). Les comparaisons de ces moyennes sont justifiées inter-tâches et inter contextes graphiques (moyennes calculées sur des partitions identiques présentées dans des contextes graphiques différents).

Ces remarques peuvent expliquer en partie le manque de régularités du graphe des interactions des facteurs "contexte" sur la variable *Chunk_1*.

Effet global du facteur "lecteur"

• H.Exp.5. : Dans la deuxième tâche, épurée de signes graphiques, nous avons dissimulé les patterns rythmiques : la disparition de certains indices graphiques d'unités signifiées affecte le nombre de regroupements effectués chez certains lecteurs en particulier. On s'attend à un changement de taille des unités de transfert en présence des signes rythmiques, en différentes proportions selon les lecteurs.



Descriptive Statistics
Split By: Lecteur

	Mean	Std. Dev.	Count	Coef. Var.	Percent Difference
numChunks I_III_V, Total	2.94	1.56	216	.53	
numChunks I_III_V, V.	3.66	2.40	36	.65	
numChunks I_III_V, E.	3.08	1.61	36	.52	
numChunks I_III_V, P.	2.58	1.22	36	.47	
numChunks I_III_V, B.	2.80	1.11	36	.39	
numChunks I_III_V, F.	2.33	.86	36	.36	
numChunks I_III_V, J.	3.19	1.41	36	.44	
numChunks II_IV_VI, Total	3.63	1.68	216	.46	**19%**
numChunks II_IV_VI, V.	3.61	1.60	36	.44	-2%
numChunks II_IV_VI, E.	4.25	1.38	36	.32	27%
numChunks II_IV_VI, P.	3.30	1.81	36	.55	22%
numChunks II_IV_VI, B.	3.44	1.85	36	.54	19%
numChunks II_IV_VI, F.	4.11	1.72	36	.41	43%
numChunks II_IV_VI, J.	3.11	1.45	36	.46	-3%

Fig. 33 Moyennes et dispersions des nombres de chunks effectués tous contextes confondus, en comparaison des deux tâches (36 observations par sujet dans chaque tâche).

Les différences entre les groupes de conduites de chacun des lecteurs pour la variable *numChunks* sont statistiquement significatives dans les deux tâches *(F =3.61, p<.01, F =3.02, p=.01, 36 observations, cf. tableau ANOVA)*

Globalement, les conduites manifestent une augmentation des nombres de regroupements effectués de 19% en rapport à la première tâche comme on peut le voir dans le tableau précédent, à part V. et J., tous les sujets réalisent plus de regroupements dans la tâche sans rythme (jusqu'à 43% pour F.). On constate une remarquable fidélité inter tâches pour V. et J. (voir les coefficients de variation) (discussion).

Dans la première tâche avec le rythme les moyennes des conduites intra-sujets présentent une tendance décroissante irrégulière des nombres de regroupements effectués.

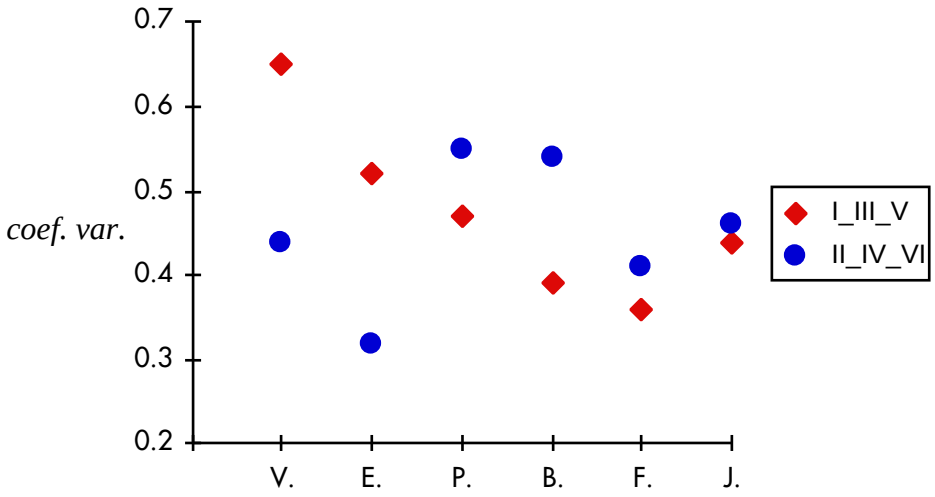


Fig. 34 Coefficients de variation des nombres de regroupements effectués tous contextes confondus, en comparaison des deux tâches.

Dans cette même tâche, les dispersions des conduites intra-sujets affichent une pente décroissante presque régulière (excepté J.). Dans la deuxième tâche, les lecteurs V. et E. présentent des différences évidentes dans les dispersions de leurs conduites relativement à celles de l'autre tâche et des autres lecteurs : l'interaction des facteurs lecteur et tâche sur les nombres de regroupements est statistiquement significative avec p<.01.

ANOVA Table for numChunks

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Lecteur	5	31.22	6.24	2.48	.0311
task	1	52.08	52.08	20.72	<.0001
Lecteur * task	5	46.22	9.24	3.68	.0029
Residual	420	1055.72	2.51		

Discussion :

Cette tendance manifestement et doublement décroissante, tant pour les moyennes de regroupements que pour les indices de dispersions proportionnels à ces moyennes (coefficients de variations) indique, en regard des tris effectués sur les performances de débits de notes justes, que les lecteurs les plus rapides présentent en moyenne des

regroupements plus nombreux mais aussi des variations plus importantes alors qu'ils montraient précédemment pour la variable notesJustes/sec de remarquables constances.

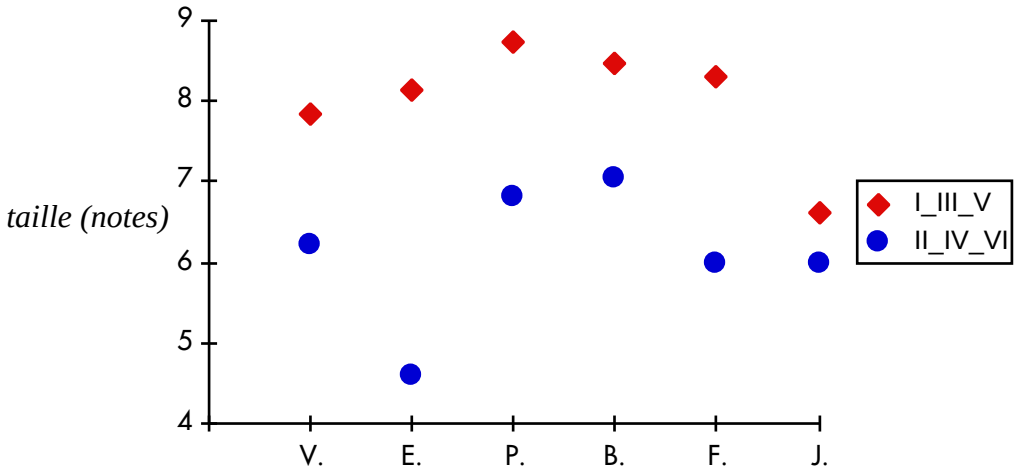
La contre performance du lecteur E. (2ème rang) dans la tâche sans rythme pour la variable notesJustes/sec est interprétée ici à la lumière des variations de ses regroupements dans cette tâche relativement aux autres lecteurs et à la tâche avec le rythme. E. a été vraisemblablement gêné dans ses reconnaissances de patterns en raison de l'absence d'indices graphiques rythmiques, il adopte dans cette tâche une relative rigidité des nombres de regroupements effectués (la plus haute moyenne et la plus faible dispersion!) : nombreuses petites unités non modulées par les caractéristiques locales des configurations.

Comparativement, V. a aussi moins varié ses groupements dans la deuxième tâche alors qu'ils sont restés en mêmes nombres, les améliorations relatives de ses performances moyennes sont moins impressionnantes que chez d'autres sujets (8% par rapport à 32% pour le lecteur B., tandis que E. chute de -8%, voir la figure 17)

Le sujet J. sur le tracé de la première tâche est le seul qui marque une tendance contraire aux autres : en effet, si l'on tient compte que les lecteurs ont été triés par ordre décroissant en fonction de leur débit de notes justes, on relève une tendance également décroissante pour le nombre de regroupements effectués tous contextes confondus (comme d'ailleurs pour les indices de dispersions correspondants, sur l'autre graphe), mis à part B. qui relève sensiblement la moyenne, mais surtout ce sujet J. qui "inverse la vapeur" de façon inattendue (voir flèche rouge sur le graphe).

(voir l'analyse multivariée de l'interaction des variables *notesJustes/sec* et *numChunks*. : corrélation positive et statistiquement significative)

Pour la tâche sans le rythme, les conduites *numChunks* semblent plus imprévisibles, indépendantes de l'ordre des sujets triés par la variable *notesJustes/sec.*



Descriptive Statistics Split By: Lecteur	Mean	Std. Dev.	Count	Coef. Var.	Percent Difference
Chunk_1 I_III_V-Total	8.01	4.78	216	.59	
Chunk_1 I_III_V-V.	7.83	5.12	36	.65	
Chunk_1 I_III_V-E.	8.13	4.59	36	.56	
Chunk_1 I_III_V-P.	8.75	5.04	36	.57	
Chunk_1 I_III_V-B.	8.47	4.50	36	.53	
Chunk_1 I_III_V-F.	8.30	4.52	36	.54	
Chunk_1 I_III_V-J.	6.61	4.91	36	.74	
Chunk_1 II_IV_VI-Total	6.10	3.99	216	.65	**-31%**
Chunk_1 II_IV_VI-V.	6.22	3.99	36	.64	-26%
Chunk_1 II_IV_VI-E.	4.58	3.21	36	.70	-78%
Chunk_1 II_IV_VI-P.	6.80	3.94	36	.58	-29%
Chunk_1 II_IV_VI-B.	7.05	4.47	36	.63	-20%
Chunk_1 II_IV_VI-F.	5.97	3.96	36	.66	-39%
Chunk_1 II_IV_VI-J.	6.00	4.04	36	.67	-10%

Fig. 35 Moyennes et dispersions des tailles des Chunks_1 effectués tous contextes confondus, en comparaison des deux tâches (36 observations par sujet dans chaque tâche).

Les différences entre les groupes de conduites de chacun des lecteurs pour la variable *Chunk_1*. ne sont pas statistiquement significatives, dans aucune des tâches *(F =.96, p=.44, F=1.6, p=.15, 36 observations, cf. tableau ANOVA)*

Globalement, les conduites manifestent une diminution des tailles des premiers regroupements effectués de -31% en rapport à la première tâche comme on peut le voir dans le tableau précédent, tous les sujets enregistrent une diminution significative (au minimum -10% pour J.).

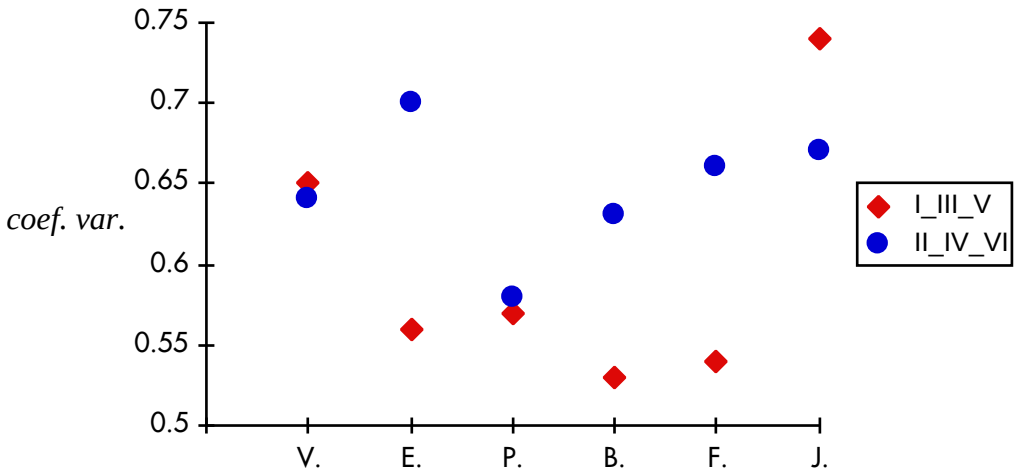


Fig. 35b Coefficients de variation des Chunk_1, tous contextes confondus en comparaison des deux tâches.

Les dispersions des conduites intra-sujets sont irrégulières entre eux et entre les tâches (de 53 à 74% de coefficients de variations).

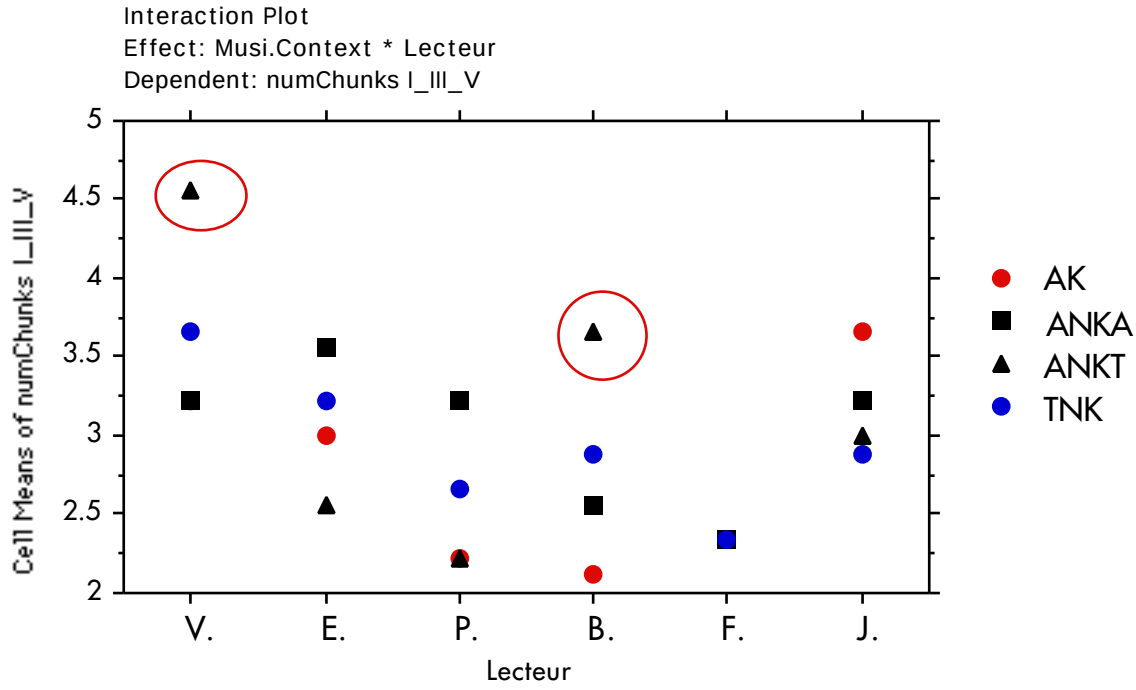
Discussion :

Les tailles moyennes des ces premiers regroupements effectués varient de 8 à 6 notes entre les deux tâches : ces chiffres nous renvoient au modèle de Miller et ses 7±2 chunks.

Les tailles effectuées pour ces premiers regroupements ne semblent pas différencier les conduites des lecteurs, bien qu'ils se rangent suivant leurs performances de débits de notes justes : une explication pourrait bien être que les lecteurs faibles fixent leur attention sur ces premiers regroupements justement, ce qui rend leurs capacités comparables aux meilleurs lecteurs, voire même supérieures.

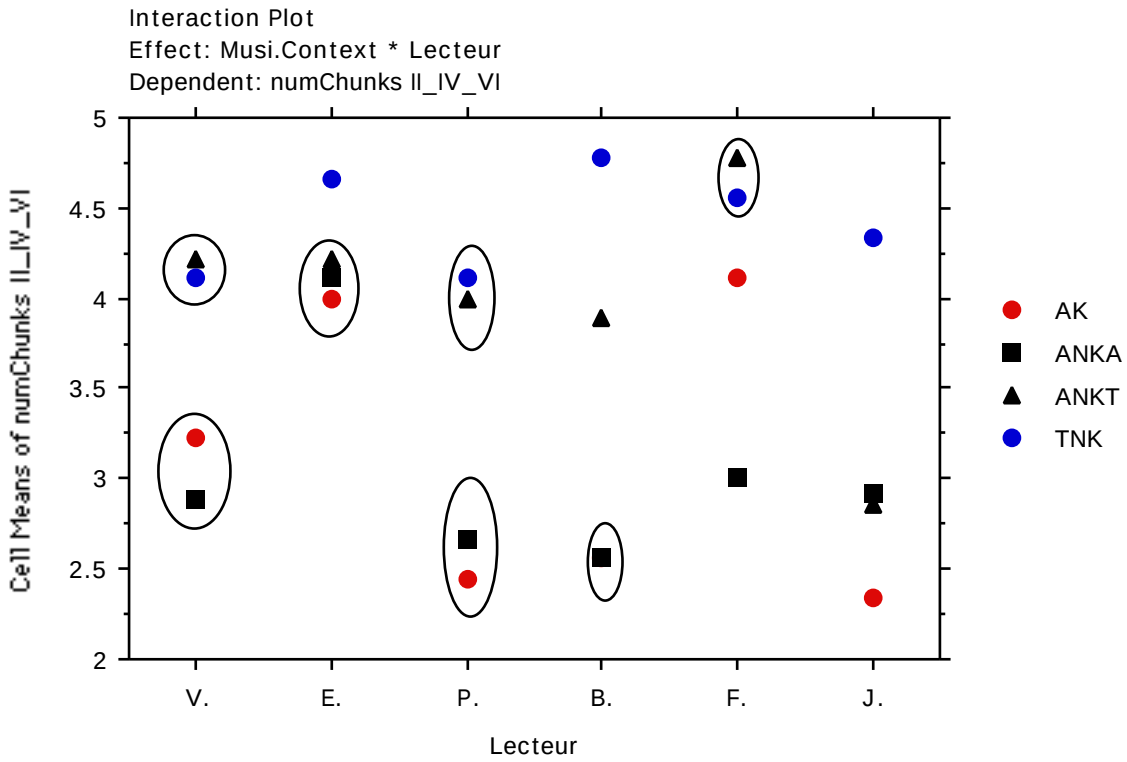
Effet de l'interaction des facteurs lecteur et contexte musical

• H.Exp.6 : Les différences entre les lecteurs vont s'estomper dans les contextes aléatoires dans lesquels le nombre des regroupements effectués a eu tendance à diminuer dans la deuxième tâche (Fig. 27), peut-être de façon plus marquée chez les lecteurs les plus rapides. Autrement dit, on s'attend à un effet plancher activé par le contenu aléatoire des partitions des contextes musicaux ANKA et ANKT, tous contextes graphiques confondus (CHASE & SIMON, 1973b). On attend ici aussi (comme pour la vitesse des transferts) une interaction plus marquée des facteurs "lecteur" et "contexte musical" dans cette deuxième tâche pour le nombre ou la taille des *chunks*.



Nous n'avons pas enregistré d'interaction statistiquement significative entre les facteurs "lecteur" et "contexte musical" ni d'effet plancher pour les contextes aléatoires dans cette tâche.

Mis à part les deux écarts de V. et B. dans le contexte ANKT (cercles rouges), le tracé général suit une "vague" de conduites relativement bien groupées. A noter la constance du sujet F., indépendant des contextes musicaux pour les nombres de regroupements qu'il a effectués dans cette première tâche.



Les conduites observées relatives aux contextes musicaux sont effectivement mieux différenciées dans les exécutions au tempo libre : elles font ressortir des contrastes clairs entre les couples de contextes (AK, ANKA) et (TNK, ANKT) pour la variable *numChunks*, les conduites présentent une tendance à se regrouper en fonction des paires de contextes construits à partir des mêmes notes (voir ellipses sur le graphe).

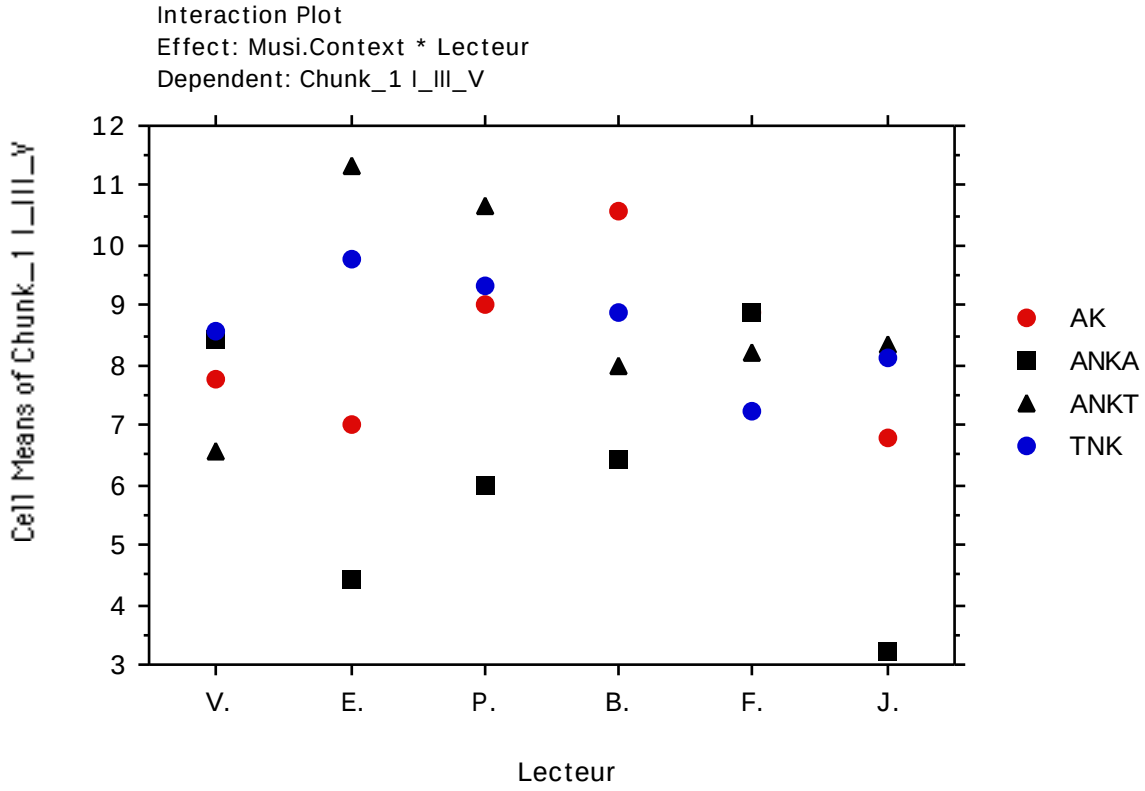
Dans cette deuxième tâche, il ne se trouve pas d'effet différencié du facteur contexte musical sur les sujets (vagues de tracés presque parallèles sur le graphe) ni non plus de contrastes entre les contextes signifiés et aléatoires, mais plutôt selon les paires de contextes musicaux comparables.

Discussion :

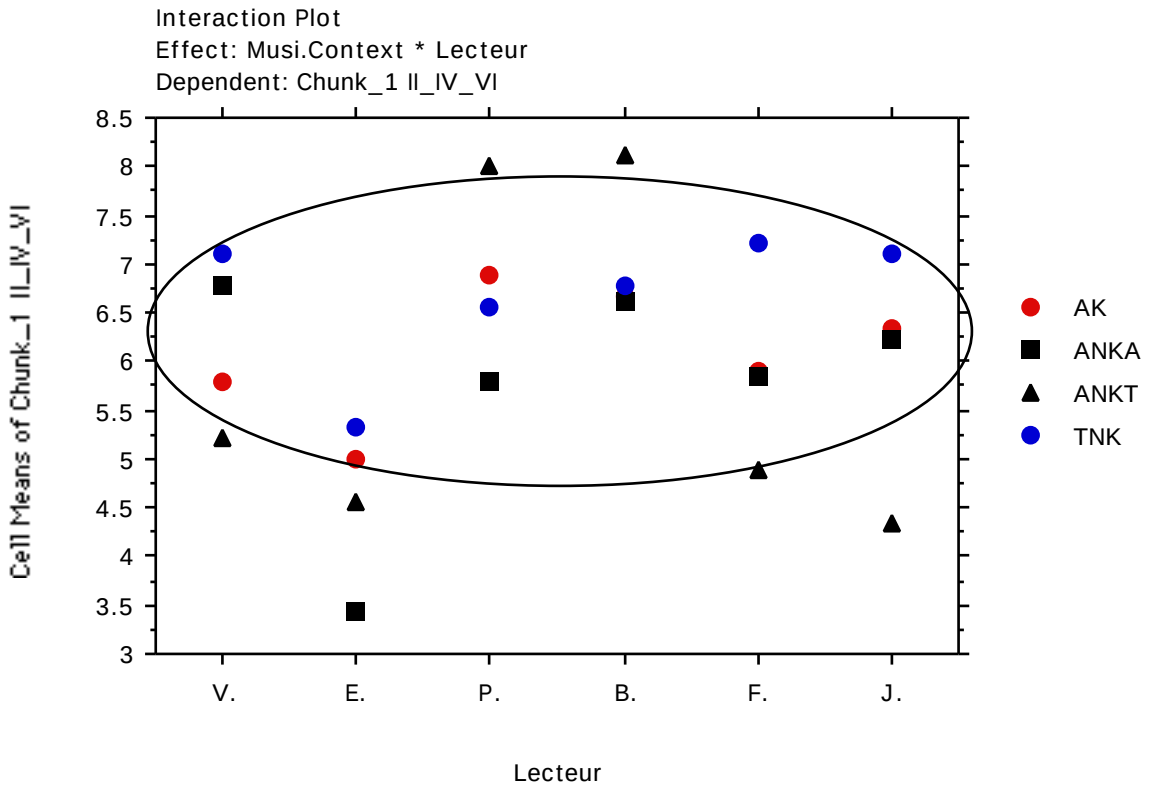
Dans la deuxième tâche, les signes graphiques étant réduits au minimum nécessaire pour garantir l'exécution répétée et comparable de séquences de mouvements sur le clavier, les caractères subsistants (ou prédominants) tonaux ou kinesthésiques de certaines partitions allaient-ils se révéler chez quelques lecteurs privilégiés comme leurs seuls canaux (modalités) disponibles pour l'identification de regroupements signifiés et fonctionnels, - ces mêmes canaux que l'on a voulus par ailleurs, relativement "saturés de signaux inaudibles" dans les partitions atonales et non kinesthésiques (aléatoires) (cf. chapitre sur la plurimodalité des patterns)?

Les sujets ont systématiquement effectué en moyenne plus de regroupements dans les paires de contextes musicaux basés sur les partitions dites "Tonales Non Kinesthésiques", visiblement plus dépendants pour leurs regroupements effectués des caractères *locaux* des partitions que de notre attribut opérationnel "TNK" ou "ANKT" trop général.

Il faudrait reprendre une nouvelle fois les données brutes pour une analyse qualitative comparée de ces regroupements dans des contextes plus locaux de ces partitions et moins globaux.



On n'observe pas de contrastes clairs dans les conduites des lecteurs entre les différents contextes musicaux en regard de la variable *Chunk_1*. La taille moyenne des premiers regroupements effectués ne semble pas découler d'une interaction des facteurs lecteur et contexte musical.



Les lecteurs dans cette tâche, semblent faire preuve d'une plus grande régularité suivant les contextes musicaux, en tous les cas pour les contextes AK, ANKA et TNK ("vague" visible sur le graphe). Le contexte ANKT est plus chaotique.

En tenant compte des dispersions des conduites pour chaque sujet (excepté E. qui se situe dans les tailles basses), on remarque une certaine homogénéité des conduites entre les sujets pour les trois contextes mentionnés plus haut (nuage elliptique à plat sur le graphe).

Effet de l'interaction des facteurs lecteur et contexte graphique

• H.Exp.7. : Les lecteurs les plus rapides sont moins dépendants de l'unité minimale "étalon" de l'écriture dans leurs exécutions des regroupements sur le clavier (moins grandes dispersions inter-contextes graphiques des *numChunks*); au contraire chez les lecteurs moins performants, le nombre de regroupements effectués sera déterminé par la segmentation en unités de plus en plus fines de l'écriture de la partition (plus petits pas d'échantillonnage).

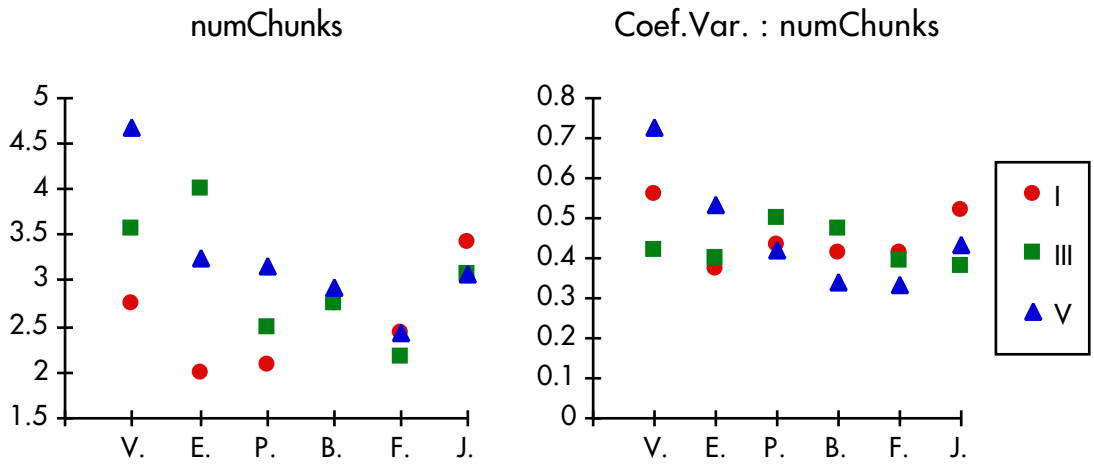


Fig. 40 Nombres de regroupements et coefficients de variations correspondants pour la tâche avec le rythme en regard des contextes graphiques et des lecteurs.

Manifestement, la tendance s'est montrée à l'envers de l'hypothèse! Les lecteurs les plus rapides dans la lecture ont présenté une plus grande sensibilité aux changements de quantifications graphiques dans la réalisation de leurs unités de transfert : ils ont effectué moins de regroupements dans les quantifications fines (à la triple croche), ce qui paraissait aussi contraire à notre intuition sur l'effet du contexte graphique sur la taille des regroupements (discussion). Remarquons la relative stabilité des conduites centrées autour de leurs moyennes chez les trois lecteurs les moins rapides (B., F. et J.). Le semblant d'interaction des facteurs lecteur et contexte graphique est presque ressorti statistiquement significatif avec un F =1.7 et une valeur de p=.08 (cf. tableau de l'ANOVA), le contre effet est sans doute dû à la tendance inverse de E. entre les contextes III et V.

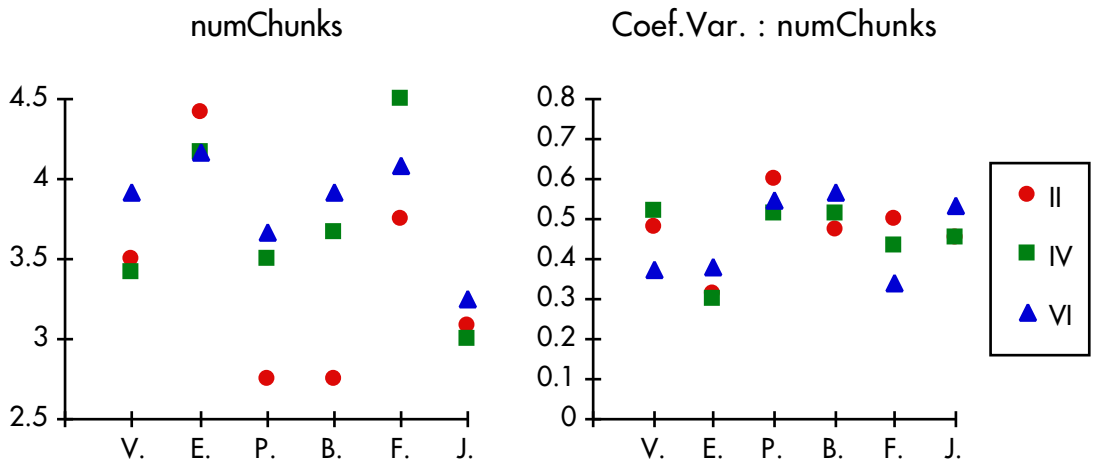
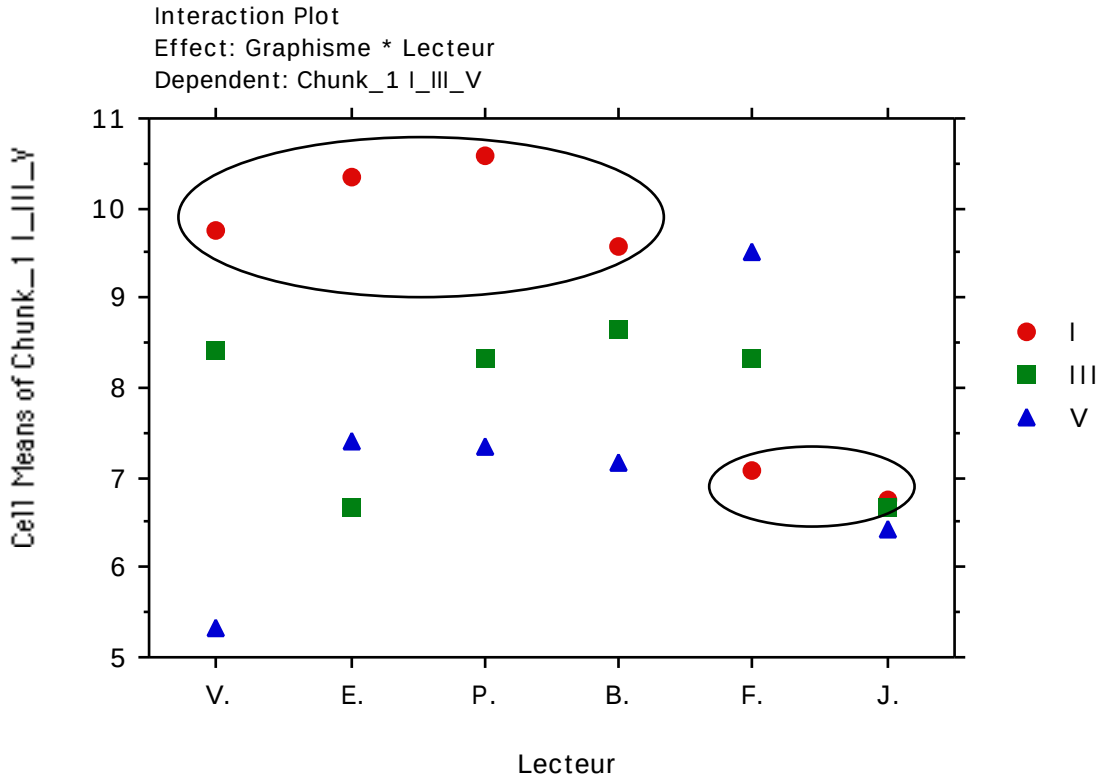


Fig. 41 Nombres de regroupements et coefficients de variations correspondants pour la tâche sans le rythme en regard des contextes graphiques et des lecteurs.

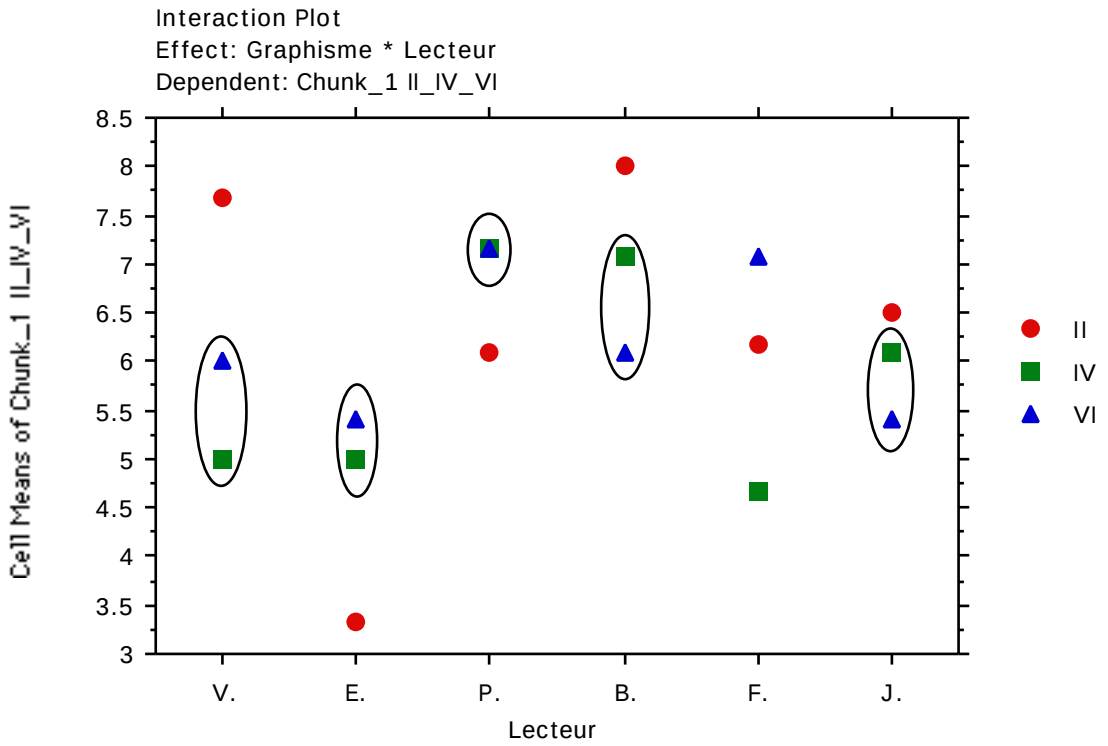
Dans la tâche sans rythme les contrastes sont moins apparents, comme l'on pouvait s'y attendre, au vu des indices de dispersion des conduites globales dans l'analyse de la page 176, qui n'apparaissent pas dans ce graphe, on relève moins de régularités intra et inter sujets en regard des contextes graphiques.

Rappelons que les différences entre les différents groupes de conduites des lecteurs pour la variable *numChunks* sont également statistiquement significatives dans cette tâche, *F=3.02, p=.01, 36 observations).*



Seul F. affiche la tendance que l'on attendait de l'effet du facteur contexte graphique sur la taille des premiers regroupements. Les quatre premiers sujets montrent une remarquable différence de taille dans le contexte quantifié à la triple croche par rapport aux autres sujets, mais aussi par rapport à eux-mêmes, en comparaison du contexte quantifié à la croche.

La deuxième tâche présente ici des conduites relativement peu contrastées entre les lecteurs. A noter que l'effet "lecteur" n'est pas statistiquement significatif pour cette variable *Chunk_1* dans aucune des tâches.



Discussion :

Un des effets attendus de l'expertise en lecture à vue devait montrer une plus grande indépendance du champ (contexte), plus de distance par rapport aux détails de la présentation graphique (traitements dirigés par concepts); à l'évidence, les lecteurs les plus performants ont montré au contraire une plus grande sensibilité aux variations de l'écriture de contenus musicaux pourtant identiques. En réalité, ils ont fait preuve d'une plus grande souplesse (transcodage ou plurimodalité?) dans le découpage de l'information visuelle en unités discrètes et fonctionnelles destinées au transfert moteur sur le clavier.

Nous assistons sans doute dans ce type de conduites "expertes", à l'accommodation répétée aux contextes locaux figurée par une "modulation" continue des pas d'échantillonnage successifs (VIVIANI, 1987, p.1684, variations des tailles des regroupements signifiés ou signifiants) tablant sur une plus grande complexité des modèles d'échantillonnage (organisation lexicale enrichie mais surtout plus souple : développement de nouvelles connexions d'un réseau sémantique, genèse en temps réel de nouveaux patterns, représentations éphémères qui vivront le temps du transfert).

Nos résultats montrent bien les bénéfices tirés du caractère extrêmement *local* des unités identifiées pour l'optimisation des performances de lecture à vue (approximation locale des configurations liée à la complexité du modèle d'échantillonnage ("plurimodal?"), cf. VIVIANI,1987).

Les résultats qui nous ont surpris concernant l'effet global du facteur "contexte graphique" sur le nombre de regroupements effectués (nous avons réalisé que les lecteurs ont accompli plus de regroupements dans les contextes simplement quantifiés à la croche) sont attribuables exclusivement aux conduites des trois lecteurs les plus rapides dans l'exécution des notes justes; pour eux, plus la quantification était fine (triple croche) et moins ils ont effectué de regroupements.

Nous pouvons avancer une interprétation en termes de stratégies : dans les contextes plus familiers du quotidien de nos lecteurs (quantifications à la croche) les lecteurs les plus rapides ont cru pouvoir jouer toutes les notes en gardant le tempo indiqué. Il en découle d'inévitables retards et anticipations des notes jouées en regard des notes écrites qui ont déclenché systématiquement l'identification de *chunks* suivant notre définition opérationnelle. Au contraire, dans les situations de contextes plus denses (quantifiés à la double ou triple croche), les lecteurs ont reconnu d'avance qu'ils ne pourraient pas jouer toutes les notes, ils ont donc opéré des choix (repérés sans doute déjà dans le premier aperçu global de la partition) pour aboutir à une lecture finalement moins saccadée (mais avec plus de notes manquées bien sûr !). Dans cette stratégie, les notes jouées n'affectent pas autant de retards ni d'anticipations, les notes jouées tombent en fonction du tempo à l'instant des notes écrites correspondantes. Cette deuxième stratégie est sans doute aussi celle adoptée systématiquement par les lecteurs moins rapides, mais dans tous les contextes graphiques.

Ces conduites sont aussi en partie induites par la taille des premiers regroupements effectués par les trois lecteurs les plus rapides : ils occupent là aussi le haut des scores avec des moyennes de 9.8, 10.3 et 10.6 notes. Avec un nombre aussi grand de notes au départ de la lecture pour le premier transfert, il ne leur reste environ que la moitié à effectuer pour parvenir à la fin de l'étendue des notes jouées sur lesquelles ont porté nos analyses (20 premières notes jouées), c'est-à-dire, la possibilité d'exécuter encore un ou deux regroupements.

Justement, la taille des premiers regroupements est moins discriminante (dispersions des conduites de chaque sujet et différences entre les groupes de conduites des lecteurs non significatives), peut-être à cause d'un effet de "centration" de la lecture à vue chez des lecteurs faibles sur les premières notes de la partition (*chunk_1*), sans doute aux dépens de la taille des regroupements suivants.

Effet des différentes partitions musicales sur les conduites des lecteurs

Quelles correspondances ressortent des comparaisons entre les profils de lecteurs, dans les détails de l'interaction des facteurs lecteur et contexte musical?

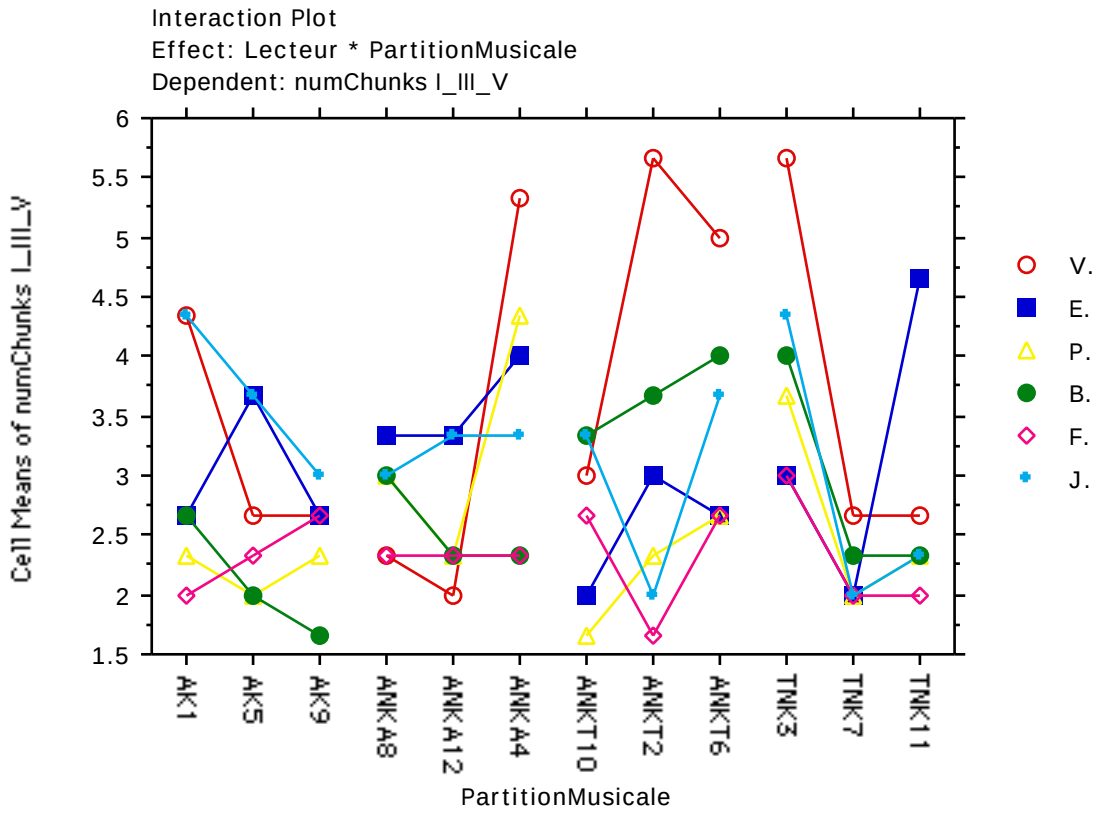


Fig. 44 Profils des moyennes des trois contextes graphiques en fonction de chaque partition pour chaque sujet : numChunks dans la tâche avec le rythme.

En comparaison des graphes de ce même niveau d'analyse pour la variable *notesJustes/sec*, les conduites des sujets semblent plus chaotiques et difficilement assimilables à des vagues superposées ou parallèles, sauf pour les trois partitions du contexte musical TNK[1].

En examinant ce graphe, il faut se rappeler que l'effet du facteur lecteur est ressorti statistiquement significatif sur l'ensemble des conduites ($p<.01$) et que les dispersions des conduites se sont révélées décroissantes (ainsi que les moyennes mais de façon moins nette) en fonction des rangs des lecteurs (tableau et commentaires aux pages suivantes). Même si les profils paraissent à première vue irréguliers, les lecteurs se démarquent sensiblement les uns des autres quand on prend en compte l'ensemble des conduites, sur le graphe, ne sont représentées que les moyennes inter contextes graphiques, chaque point représentant la moyenne de trois scores.

[1]le parallélisme affiché des tendances moyennes des trois partitions de ce contexte TNK montre l'ampleur de la disparité entre elles, pourtant classées dans la même catégorie "Tonale Non Kinesthésique" mais il montre aussi la relative régularité entre les lecteurs déterminée par un facteur de difficulté des configurations locales.

Le tableau de corrélations ci-dessous donne des indications plus rigoureuses et plus systématiques sur les profils de comparaisons par paires de lecteurs : les indices ont été calculés sur les données de toutes les observations des conditions expérimentales pour chacun des lecteurs : 12 partitions différentes présentées selon 3 quantifications (36 observations par sujet), chaque sujet étant comparé à chacun des autres.

Fisher's r to z

	notes/sec				numChunks				Chunk_1				missingNotes			
Lectr.	I_III_V		II_IV_VI		I_III_V		II_IV_VI		I_III_V		II_IV_VI		I_III_V		II_IV_VI	
	r	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
B., E.	.51	<.01	.27	.11	-.07	.69	.12	.48	-.02	.93	.22	.20	.30	.08	.46	<.01
B., F.	.43	.01	.63	<.01	.10	.57	.40	.01	-.07	.71	.15	.38	.13	.45	.33	.05
B., J.	.60	<.01	.61	<.01	-.12	.49	.35	.03	-.09	.60	.21	.23	.50	<.01	.51	<.01
B., P.	.21	.22	.57	<.01	.09	.62	.52	<.01	.25	.14	.67	<.01	.26	.12	.36	.03
B., V.	.40	.01	.60	<.01	.37	.03	.23	.18	.14	.41	.37	.03	.31	.07	.26	.12
E., F.	.31	.07	.35	.04	-.04	.81	.12	.49	.02	.90	.20	.24	.36	.03	.40	.02
E., J.	.23	.18	.14	.44	-.12	.49	.09	.62	.16	.36	.32	.06	.31	.07	.68	<.01
E., P.	.01	.97	.15	.40	.03	.85	.08	.63	.42	.01	.21	.23	.40	.02	.53	<.01
E., V.	.30	.08	.23	.18	.20	.25	.16	.35	.10	.57	.04	.83	.46	<.01	.20	.24
F., J.	.29	.09	.41	.01	.42	.01	.01	.97	.10	.58	.13	.46	.37	.03	.45	.01
F., P.	.41	.01	.26	.12	-.11	.53	.35	.03	-.18	.31	.05	.79	.46	<.01	.33	.05
F., V.	.33	.05	.44	.01	-.11	.52	.07	.70	-.08	.65	.28	.09	.43	.01	.22	.19
J., P.	.12	.48	.54	<.01	.03	.86	.39	.02	.15	.38	.01	.98	.46	<.01	.58	<.01
J., V.	.20	.23	.67	<.01	.02	.91	.15	.37	-.26	.13	-.10	.58	.40	.02	.47	<.01
P., V.	.07	.68	.68	<.01	.35	.04	.27	.12	.22	.20	.36	.03	.61	<.01	.23	.18

36 observations were used in this computation.

Tab. 5 Indices de corrélations et probabilités des conduites inter sujets, dans toutes les partitions (12) et dans les 3 contextes graphiques (tableau identique à celui déjà présenté pour les notesJustes/sec).

Interprétation d'une corrélation positive : cohérences des conduites entre deux sujets, ici, des nombres de regroupements effectués en regard d'un même contenu musical : si un sujet opère un grand nombre de regroupements sur une partition, par exemple dans le contexte graphique IV, il y a de bonnes chances que l'autre sujet avec lequel il est comparé, en fasse aussi beaucoup lors de la présentation de la même partition dans le même contexte. En bref, la corrélation positive et significative entre les conduites détaillées de deux sujets dans une même tâche démontre un profil relativement parallèle de leurs performances en regard de toutes les conditions expérimentales. Nous avons mis en évidence sur le graphe suivant (Fig. 45) la corrélation la plus significative pour cette variable numChunks dans la tâche II_IV_VI pour le couple de sujets B. et P.

Quelques corrélations négatives (non significatives) et seulement trois corrélations positives et significatives parmi les quinze combinaisons possibles de comparaisons par paires de sujets confirment une impression d'ensemble au vu du graphe, de conduites irrégulières (*numChunks* I_III_V). A relever les pointes de V. (voir la Fig. 44 : nombreux regroupements effectués) dans les contextes aléatoires, c'est lui qui détient la moyenne la plus élevée pour la variable *numChunks* et la plus forte dispersion aussi (voir le tableau ci-dessous, à comparer avec ses résultats de tendances inverses pour la variable *notesJustes/sec*).

Descriptive Statistics
Split By: Lecteur

	Mean	Std. Dev.	Count	Minimum	Maximum	Coef. Var.	Range
numChunks I_III_V, Total	2.94	1.56	216	1.00	11.00	.53	10.00
numChunks I_III_V, V.	3.67	2.40	36	1.00	11.00	.66	10.00
numChunks I_III_V, E.	3.08	1.61	36	1.00	8.00	.52	7.00
numChunks I_III_V, P.	2.58	1.23	36	1.00	6.00	.48	5.00
numChunks I_III_V, B.	2.81	1.12	36	1.00	5.00	.40	4.00
numChunks I_III_V, F.	2.33	.86	36	1.00	4.00	.37	3.00
numChunks I_III_V, J.	3.19	1.41	36	1.00	7.00	.44	6.00

Tab. 12

Bien que les conduites figurées sur ces graphes semblent réparties de façon aléatoire entre les sujets, il faut nous souvenir que l'effet du facteur lecteur sur la variable *numChunks* est ressorti statistiquement significatif, dans les deux tâches. Autrement dit, les différences entre les groupes de conduites des sujets ne sont probablement pas dues au hasard : le tableau des indices descriptifs ci-dessus est aussi là pour nous le rappeler (voir les moyennes relativement décroissantes et les indices de dispersion).

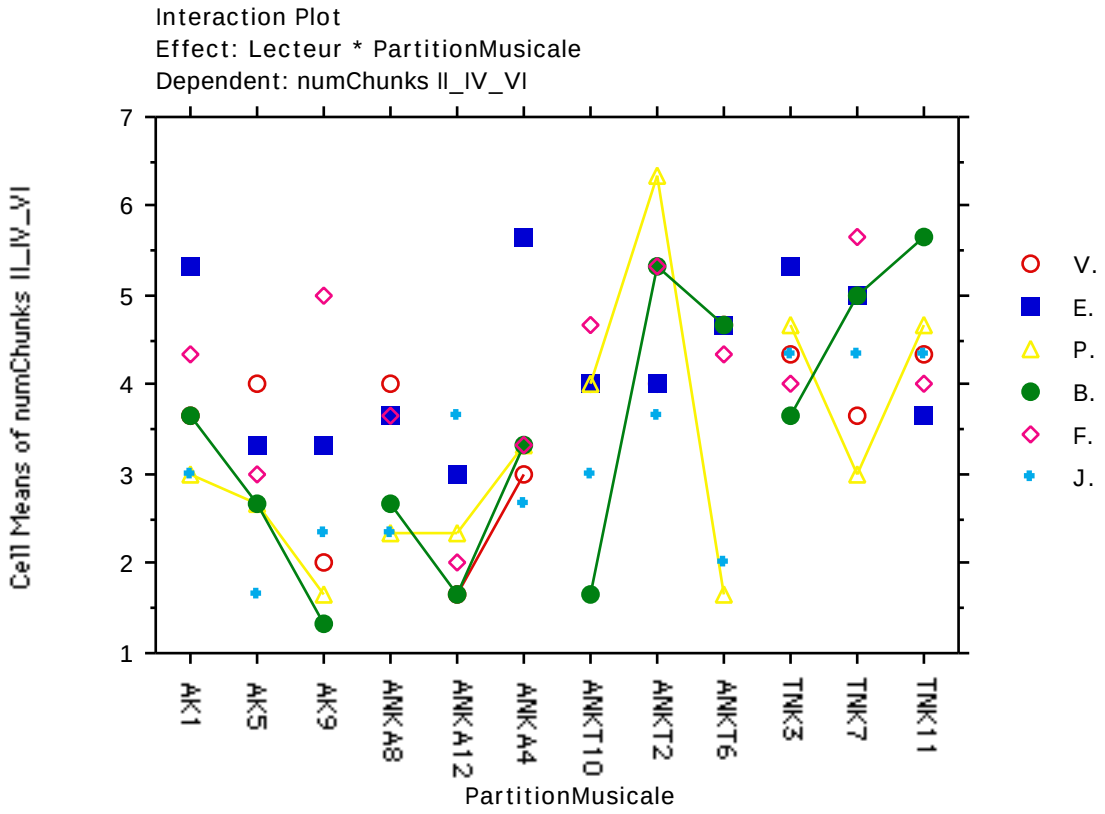


Fig. 45 Profils des moyennes des trois contextes graphiques en fonction de chaque partition pour chaque sujet : numChunks dans la tâche sans le rythme.

Cinq corrélations positives et statistiquement significatives sur 15 laissent entrevoir quelques régularités dans les profils entre les sujets. Voir les tracés de B. et P. , - la paire de la meilleure corrélation *(r =.52, p<.01)* sur le graphe précédent.

Au vu des tableaux d'indices de corrélations, des graphes de la variable *Chunk_1* et de l'effet statistiquement non significatif du facteur lecteur sur cette variable dans aucune des tâches, on constate une plus grande irrégularité des conduites que pour la variable *numChunks*. En résumé: une, respectivement trois corrélations sur quinze ressortent statistiquement significatives pour les tâches avec et sans rythme.

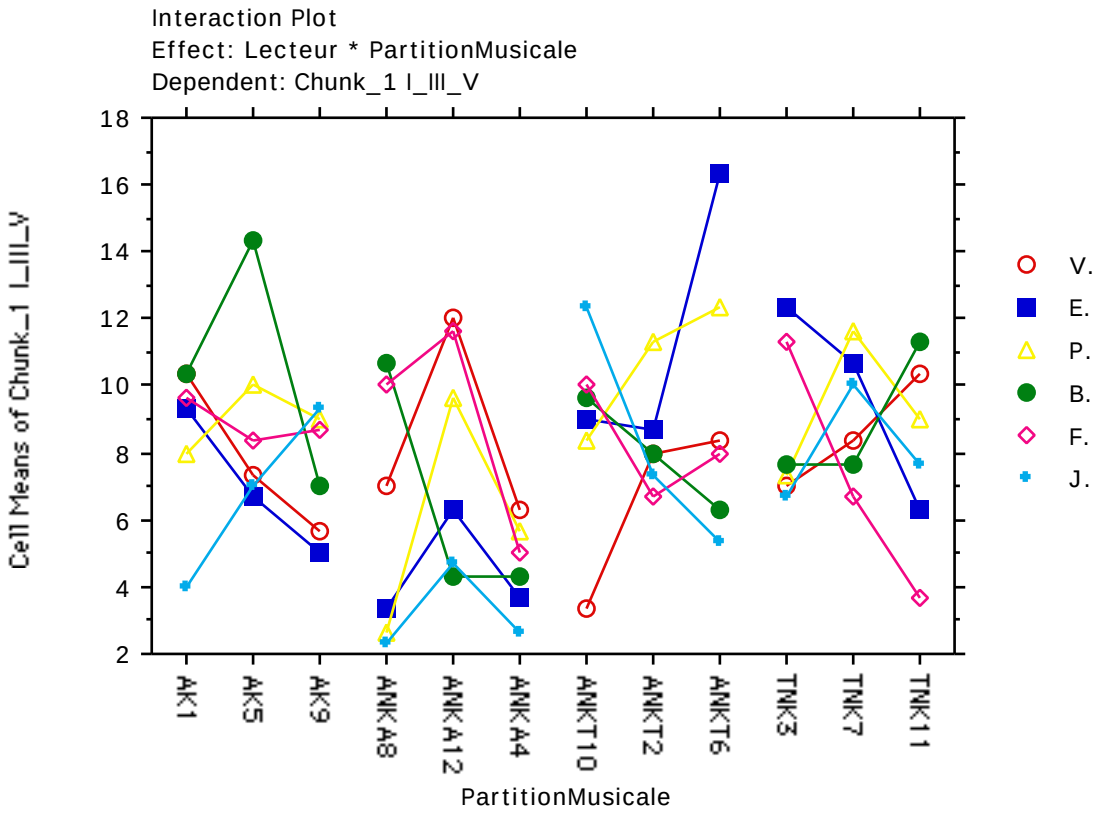


Fig. 46 Profils des moyennes des trois contextes graphiques en fonction de chaque partition pour chaque sujet : Chunks_1, tâche avec le rythme.

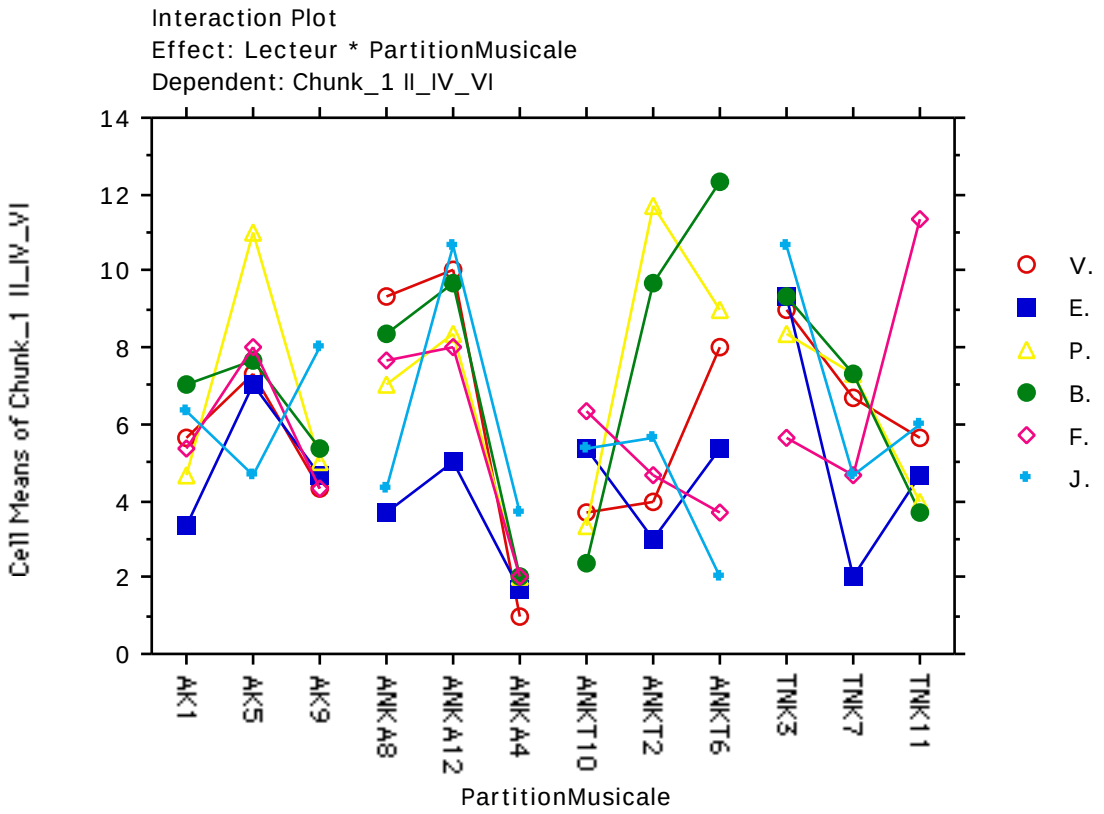
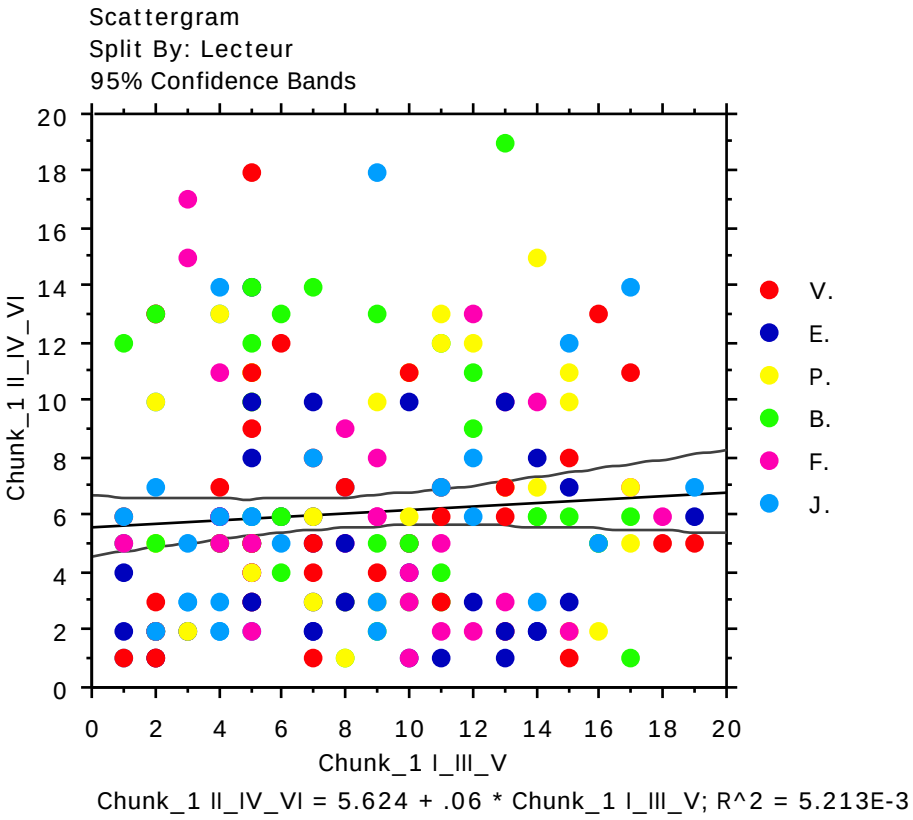


Fig. 47 Profils des moyennes des trois contextes graphiques en fonction de chaque partition pour chaque sujet : Chunks_1, tâche sans le rythme.

Corrélations inter modalités et inter tâches :

• H.Exp.8.a : Les regroupements effectués sur le clavier (*numChunks* et *Chunk_1*) sont identiques lors de l'exécution immédiate de la partition d'un même contenu musical présenté sous diverses formes graphiques (corrélation inter contextes graphiques) et aussi bien dans l'une ou l'autre tâche (corrélations inter tâches). Nous nous proposons de tester (corrélations) les correspondances des conduites intra- et inter-tâches de chaque modalité des facteurs considérés (contextes musicaux et graphiques), d'une part inter-lecteurs et d'autre part intra-lecteurs (cohérence intra-sujet en regard des contextes).



Les corrélations inter-tâches ne sont pas significatives, pour aucune des variables dérivées des regroupements effectués (*numChunks* : *r =.02, p=.78, 216 observations* ou *Chunk_1* : *r =.07, p=.29, 216 observations*).

Sur le graphe, on constate la dispersion des conduites des sujets dans toutes les directions, en comparaison du graphe de ce même niveau d'analyse pour la variable *notesJustes/sec* dans lequel les conduites des lecteurs se regroupaient dans des secteurs particuliers (autour des "centres de gravités" individuels des lecteurs).

Remarque : les valeurs possibles ici sont des nombres entiers, donc les différentes couleurs attribuées aux sujets peuvent se superposer plus facilement que lorsqu'il s'agit de représenter une distribution de nombres réels (comme les valeurs de la variable notesJustes/sec).

Si l'on détaille cette optique d'analyse de corrélations en examinant les tendances de chaque niveau de la variable contexte graphique, on constate à nouveau l'apparente incohérence des regroupements effectués soit d'une tâche à l'autre, soit aussi d'une présentation dans un niveau du facteur contexte graphique à un autre niveau (voir le tableau ci-dessous).

Fisher's r to z **numChunks**	Correlation	P-Value
II, IV	.12	.306
II, VI	.25	.037
IV, VI	.34	.004
II, I	.03	.794
IV, III	-.11	.382
VI, V	.05	.664
I, III	.10	.418
I, V	-.08	.490
III, V	.18	.130

72 observations

Tab. 13 Indices de corrélations inter-contextes graphiques[1] et inter-tâches calculés sur les données des 12 partitions et des 6 lecteurs, dans chaque contexte graphique (72 observations par contexte graphique).

Seules deux corrélations inter-niveaux du facteur contexte graphique sont positives et statistiquement significatives pour les nombres de regroupements effectués. A noter qu'elles apparaissent dans deux des comparaisons des contextes graphiques de la tâche sans rythme.

En comparaison, toutes les corrélations pour la variable temps/notes justes jouées se sont révélées positives et significatives avec $p<0.01$!

Discussion :

Interprétons ces corrélations positives, la validité de notre recherche en cause: globalement, sur l'ensemble des conduites des six lecteurs dans le détail des douze partitions, il ressort quelques cohérences des nombres de regroupements effectués dans la progression d'un niveau du facteur contexte graphique à l'autre (II->VI et surtout IV->VI mais pas II->IV) dans la tâche sans rythme imposé. Dans cette tâche, l'étendue des nombres de regroupements observés est de 7 (min. 1 à max. 8) (1 à 11 pour l'autre tâche avec le rythme) et suit une distribution normale des fréquences relatives, ce qui n'est pas le cas de la tâche avec le rythme : l'étendue étant réduite mais la distribution normale, les tests de validité des corrélations sont aussi fiables.

La bonne correspondance des nombres de regroupements effectués du niveau IV au VI qui ressort de la corrélation statistiquement significative est encore renforcée par une correspondance équivalente entre les mêmes niveaux pour la variable *Chunk_1* (voir plus loin). Cette cohérence entre ces deux niveaux était aussi déjà présente dans les graphes illustrant les effets du facteur "contexte graphique" sur les variables

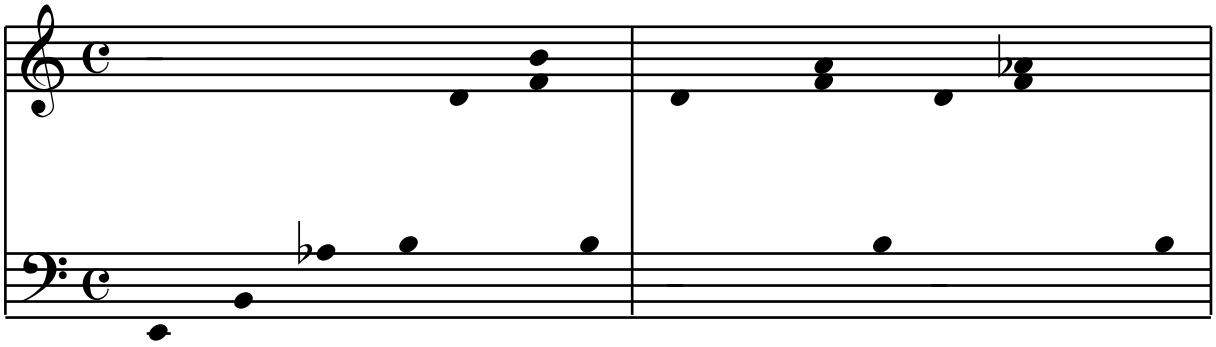
[1] nous avons déjà examiné les corrélations inter contextes graphiques, subdivisées dans chacune des modalités des contextes musicaux (p.160) pour répondre à notre première hypothèse opérationnelle, dans chacune des conditions expérimentales.

numChunks et *Chunk_1* dans lesquels on voit bien les profils des sujets suivre un tracé plus ou moins parallèle des contextes IV et VI (voir ces graphes).

De ces différents indices, il nous faut donc bien consentir à reconnaître une certaine régularité des regroupements effectués entre les deux contextes graphiques IV et VI dans la tâche sans le rythme.

Heureusement, ce constat nous amène discrètement la garantie nécessaire de la consistance et de la validité de nos données, de la fiabilité de la mesure, ainsi que de l'algorithme de comparaison automatisée des partitions et de l'opération mathématique délimitant les regroupements effectués (voir la définition opérationnelle du *chunk*). En effet, il aurait été difficile d'interpréter de grandes variations dans les conduites des sujets (quelles qu'elles soient) entre deux conditions expérimentales en réalité si proches l'une de l'autre (cf. la recherche de SHAFFER (1980) qui montre l'extrême précision de la motricité fine des doigts lors d'exécutions successives d'un même extrait musical en lecture à vue). Ci-dessous, deux extraits des stimuli dans les deux niveaux du contexte graphique dont il est question ici : les différences sont extrêmement sensibles pour ces deux niveaux.

TNK3_VI (8th)



TNK3_IV (16th)

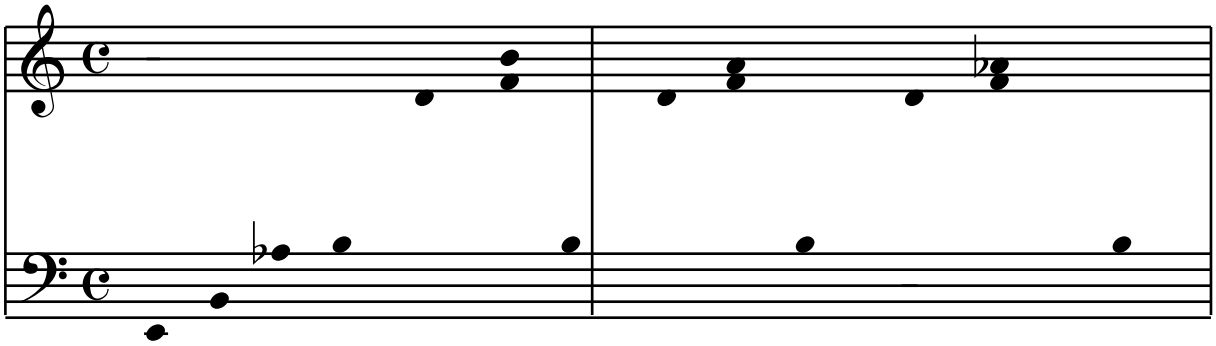


Fig. 49 Illustration des extraits des présentations quantifiées à la croche (VI) et à la double croche (IV) dans la situation sans le rythme : il n'apparaît pas de grandes différences.

Examinons les correspondances entre les contextes musicaux comparables (qui contiennent exactement les même notes en mêmes nombres) : inter- et intra-tâches et découpés par niveau du facteur contexte graphique, pour la variable *numChunks*, elles ne révèlent aucune corrélation statistiquement significative.

Fisher's r to z
Split By: Graphisme

	I_III_V / II_IV_VI		I/II		III/IV		V/VI	
numChunks	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
AK II_IV_VI, AK I_III_V	-.03	.82	.24	.35	-.05	.86	-.24	.34
ANKA II_IV_VI, ANKA I_III_V	.05	.72	-.19	.46	.20	.44	.11	.66
ANKT II_IV_VI, ANKT I_III_V	-.10	.47	-.02	.93	-.36	.15	.00	.99
TNK II_IV_VI, TNK I_III_V	.12	.39	.02	.93	-.22	.38	.37	.13
AK II_IV_VI, ANKA II_IV_VI	.01	.96	-.11	.67	-.08	.76	.23	.37
ANKT II_IV_VI, TNK II_IV_VI	.05	.74	.09	.73	-.24	.34	.13	.61
AK I_III_V, ANKA I_III_V	.05	.74	.21	.40	.40	.11	-.20	.44
ANKT I_III_V, TNK I_III_V	.12	.39	.27	.29	.07	.78	.03	.92
54 observations			18 observations					

I_III_V := tâche avec rythme, II_IV_VI := tâche sans rythme

Tab. 14 Indices de corrélations calculés sur les scores des 3 partitions par contexte musical, subdivisés en 3 contextes graphiques présentées à 6 sujets (54 observations tous contextes graphiques confondus, 18 observations par contexte musical et graphique).

Rappelons que les correspondances entre des contextes musicaux n'ont de sens que lorsqu'il s'agit de comparer les conduites des lecteurs en regard de partitions écrites avec les mêmes notes en mêmes nombres (p. ex. dans une séquence renversée toutes les demi-mesures comme nous l'avons défini opérationnellement pour la création de contextes musicaux "aléatoires"), aussi, l'attente d'une corrélation positive entre deux contextes musicaux différents n'est justifiée qu'à cette condition.

Dans cette même optique d'analyse, voyons maintenant les conduites plus en détails, regroupées dans les conditions expérimentales. La question ici est de savoir si les correspondances des conduites d'un contexte musical à l'autre sont indépendantes de la finesse de quantification de l'écriture des partitions présentées. Il ne ressort aucun indice statistiquement significatif pour la variable *numChunks*. (voir pour la variable *notesJustes/sec*)

Discussion :

Ces résultats montrent qu'il ne se trouve globalement parmi tous les lecteurs, aucune correspondance des regroupements effectués entre les présentations des mêmes contenus musicaux dans les deux tâches : ni pour les contenus à dominante kinesthésique, ni pour ceux que l'on a qualifiés de "tonaux non kinesthésiques", ni non plus pour les partitions dites "aléatoires", dépourvues de leurs signifiés originels, kinesthésiques ou tonaux. Autrement dit, les lecteurs n'ont pas reconnu les mêmes *patterns* d'une tâche à l'autre, pas plus dans un contexte musical signifié que dans un contexte aléatoire : les patterns identifiés ont subi diverses métamorphoses, ils n'ont pas été suffisamment *contenus* par la *force* des signifiés spécifiques des contextes musicaux, ils ont cédé à une *force* plus grande, l'effet du changement de présentation graphique. Les *patterns* kinesthésiques et tonaux "dilatés" graduellement par décalage

horizontal des notes qui les composent (suivant la quantification adoptée pour l'écriture avec le rythme) ne sont plus reconnaissables (ou fonctionnels dans l'exécution) globalement pour tous les sujets, ni individuellement d'ailleurs, pour aucun des lecteurs comme nous le verrons plus loin (variation intra-sujet).

Il serait intéressant de ressortir une sélection des données brutes des lecteurs pour une analyse qualitative des conduites intra-sujet, dans le détail des regroupements effectués d'un contexte graphique et d'une tâche à l'autre, en fonction du contenu signifié ou aléatoire des partitions : on a vu globalement que les lecteurs effectuaient en moyenne plus de regroupements dans la tâche sans le rythme : que se passe-t-il à un niveau plus fin d'analyse, si l'on essaie de relire les partitions par paires comparables dans une approche d'analyse centrée sur "le rôle du lecteur" (ECO, 1979)?

Fisher's r to z **Chunk_1**	Correlation	P-Value
II, IV	.20	.089
II, VI	.14	.236
IV, VI	.28	.019
II, I	-.07	.552
IV, III	.23	.052
VI, V	.07	.573
I, III	-.04	.753
I, V	-.04	.736
III, V	.22	.063

72 observations

Tab. 15 Indices de corrélations inter-contextes graphiques et inter-tâches calculés sur les données des 12 partitions et des 6 lecteurs, dans chaque contexte graphique (72 observations par contexte graphique).

Une seule corrélation inter-niveaux du facteur contexte graphique est statistiquement significative pour la variable "tailles des premiers regroupements effectués" (*Chunk_1*). A noter (comme nous l'avions annoncé) qu'elle apparaît entre les deux mêmes niveaux des comparaisons significatives de la variable *numChunks* : les premiers regroupements effectués dans le contexte IV corrèlent positivement avec ceux effectués dans le contexte VI .

Discussion :

Nous avons déjà souligné l'importance de la corrélation des premiers regroupements entre les contextes graphiques IV et VI pour la validité de notre recherche (voir *numChunks*).

La taille des premiers regroupements devrait être pondérée par le nombre de notes manquées : deux premiers regroupements de tailles égales ne comprennent pas forcément les mêmes notes jouées ! Nous en reparlerons au moment de l'analyse multivariée des interactions entre les variables dépendantes. Seule une analyse qualitative nous aurait renseignés sur l'identité des regroupements.

Examinons aussi les correspondances entre les contextes musicaux comparables (qui contiennent exactement les même notes en mêmes nombres) : inter- et intra-tâches et

découpés par niveaux du facteur contexte graphique, pour la variable *Chunk_1*, elles ne révèlent aucune corrélation statistiquement significative avec $p<.01$.

Fisher's r to z
Split By: Graphisme

Chunk_1	I_III_V / II_IV_VI		I/II		III/IV		V/VI	
	r	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
AK II_IV_VI, AK I_III_V	.12	.38	.18	.48	.22	.38	-.05	.86
ANKA II_IV_VI, ANKA I_III_V	.18	.20	-.10	.69	.34	.17	.34	.18
ANKT II_IV_VI, ANKT I_III_V	.14	.32	.22	.39	.16	.54	.10	.70
TNK II_IV_VI, TNK I_III_V	-.17	.22	-.55	.02	.16	.52	-.03	.90
AK II_IV_VI, ANKA II_IV_VI	.17	.23	.20	.44	-.03	.92	.32	.21
ANKT II_IV_VI, TNK II_IV_VI	-.05	.73	.05	.84	-.18	.48	.04	.89
AK I_III_V, ANKA I_III_V	.11	.45	.03	.92	-.06	.81	.39	.11
ANKT I_III_V, TNK I_III_V	-.20	.15	.23	.36	-.25	.32	-.52	.03
	54 observations		18 observations					

I_III_V := tâche avec rythme, II_IV_VI := tâche sans rythme

Tab. 16 Indices de corrélations calculés sur les scores des 3 partitions par contexte musical, subdivisés en 3 contextes graphiques présentées à 6 sujets (54 observations tous contextes graphiques confondus, 18 observations par contexte musical et graphique).

Les correspondances inter contextes musicaux et inter tâches pour la variable *Chunk_1* (taille des premiers regroupements effectués) ne révèlent pas non plus de corrélation statistiquement significative dans le tableau ci-dessus.

• H.Exp.8.b. Variation intra-sujet : on retrouve les mêmes conduites chez un lecteur confronté successivement à un contenu musical identique représenté sous différentes formes d'écritures ou, globalement, dans deux tâches différentes, indice pour certains lecteurs que le contenu musical d'une partition précède les caractères de son écriture, les signifiés résistants à la disparition des signes rythmiques.

Fisher's r to z

Split By: Lecteur (numChunks)

	V.		**E.**		**P.**		**B.**		**F.**		**J.**	
	r	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
I_III_V / II_IV_VI	**-.10**	.56	**.14**	.40	**.15**	.39	**.17**	.33	**-.18**	.29	**.09**	.61

36 observations were used in this computation.

II-IV	-.29	.37	.01	.98	.51	.09	.53	.08	-.32	.33	.10	.77
II-VI	.06	.87	.34	.29	.08	.81	.53	.08	.19	.57	.22	.50
IV-VI	.23	.49	-.02	.96	.53	.08	.51	.09	.32	.31	.00	>.99
II-I	**.40**	**.20**	**-.18**	**.59**	**.08**	**.82**	**.33**	**.31**	**-.04**	**.91**	**-.09**	**.79**
IV-III	**-.17**	**.61**	**.23**	**.49**	**.00**	**>.99**	**-.23**	**.49**	**-.34**	**.29**	**-.12**	**.73**
VI-V	**-.47**	**.13**	**.39**	**.22**	**.16**	**.63**	**.49**	**.11**	**-.12**	**.72**	**.44**	**.16**
I-III	.42	.18	-.08	.82	.37	.25	.45	.15	.02	.96	-.37	.25
I-V	-.19	.57	-.50	.10	-.24	.46	-.02	.95	-.47	.13	.33	.30
III-V	.17	.62	.17	.61	.22	.50	.12	.71	-.25	.44	-.24	.46

12 observations were used in this computation.

Split By: Lecteur (Chunk_1)

	V.		**E.**		**P.**		**B.**		**F.**		**J.**	
	r	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
I_III_V - II_IV_VI	**.16**	.35	**.03**	.87	**.14**	.41	**-.10**	.54	**-.18**	.29	**.32**	.05

36 observations were used in this computation.

II-IV	.08	.80	.23	.49	.56	.06	.48	.12	-.37	.24	.02	.94
II-VI	.47	.13	.24	.46	.10	.77	-.13	.69	.42	.18	-.27	.42
IV-VI	-.05	.88	.13	.71	.37	.24	.41	.19	.16	.64	.59	.04
II-I	**-.02**	**.96**	**-.12**	**.72**	**-.05**	**.89**	**.02**	**.95**	**-.69**	**.01**	**.31**	**.34**
IV-III	**.57**	**.05**	**.33**	**.30**	**.48**	**.12**	**-.53**	**.08**	**-.06**	**.86**	**.62**	**.03**
VI-V	**-.03**	**.93**	**.09**	**.79**	**-.06**	**.86**	**.15**	**.64**	**.06**	**.86**	**.02**	**.96**
I-III	-.31	.34	.37	.24	-.04	.90	.05	.89	-.14	.67	-.07	.83
I-V	-.45	.15	.64	.02	-.21	.53	.04	.91	-.46	.14	.33	.30
III-V	.38	.24	.74	<.01	.01	.99	.29	.38	.30	.36	-.22	.50

12 observations were used in this computation.

I_III_V :=32ème_16ème_8ème de ronde (tâche avec rythme), II_IV_VI := idem (tâche sans rythme)

Tab. 17 et 18 Indices de corrélations d'abord tous contextes graphiques confondus des 12 partitions présentées - pour chaque

lecteur (intra sujet) et dessous, niveau par niveau de contexte graphique croisés avec les deux tâches.

Aucun des lecteurs ne présente de corrélations statistiquement significatives avec *p<0.01* en regard de ses propres conduites, d'une tâche à l'autre. Il ressort très clairement des deux tableaux de corrélations ci-dessus que chaque lecteur pris individuellement présente de sensibles variations dans ses conduites d'une tâche à l'autre et d'un niveau du contexte graphique à l'autre (une seule corrélation significative), variations indéterminées par les contenus musicaux des partitions pour la variable *numChunk* ou *Chunk_1*.

Discussion :

Dans cette analyse, les observations ont été découpées par sujet et par contexte graphique de façon à déceler des "micro-régularités" dans les conduites individuelles des lecteurs, dans certaines conditions. La recherche de correspondances chez un sujet dans ses lectures successives de douze partitions différentes présentées selon les niveaux opérationnalisés de la variable contexte graphique et des deux tâches est justifiée : on pourrait s'attendre à relever une systématique des conduites chez un sujet face à la présentation répétée d'un contenu musical identique (on l'a vu dans les résultats de SHAFFER, 1980).

Nous avions déjà insister sur cet aspect de notre expérimentation et la validation qui en découle : la corrélation des conduites (*numChunks* et *Chunk_1*) entre les deux contextes graphiques IV et VI, tous sujets confondus, s'est révélée statistiquement significative. Pourtant, ici, dans l'examen des conduites individuelles, nous n'avons relevé que des signes épisodiques que le contenu musical d'une partition précédait parfois les caractères de son écriture, que le contenu pouvait peut-être prédominer dans quelques cas sur la forme de présentation visuelle et déterminer le nombre ou la taille des premiers regroupements effectués.

Le niveau de l'analyse est sans doute ici trop sensible pour se contenter des indices de corrélations, il faudrait aborder les données brutes dans une analyse qualitative comme nous l'avions déjà suggéré plus haut. Est-ce que les variations visuelles graphiques opérées sur les signifiants préfigurent (modèle, calque) les signifiés propres à chacun des lecteurs?

A comparer les corrélations qui ressortent de ces tableaux pour les variables *numChunks* et *Chunk_1*, rappelons que seules deux corrélations étaient ressorties statistiquement significatives avec *p<.01* pour la variable *notesJustes/sec* (Tableau 9).

Discussion globale des différents indices pour ces variables:

Pour les nombres de regroupements ces différences ne se révèlent pas seulement dans les moyennes (constantes personnelles) mais surtout dans les variations (dispersions) : les "experts" présentent plus de variations dans la taille de leurs regroupements dans la tâche "traditionnelle" avec le rythme et le tempo indiqués. Par contre dans la tâche sans rythme, ils (V. et E.) changent apparemment de stratégie (inapplicable dans ces situations étrangères plus éloignées encore des contextes signifiés familiers) ils présentent des conduites différentes des autres lecteurs dans les variations plus faibles des regroupements. E. fait particulièrement de plus petits regroupements peut-être à cause de l'absence des marques habituelles de segmentations de signifiés dans la

notation, il est le seul sujet d'ailleurs à établir une contre-performance dans la tâche sans rythme.

Les nombres de notes manquées (missingNotes) :

Remarques : cette variable n'a pas été au centre de nos hypothèses comme les deux précédentes, elle n'est analysée ici qu'à titre de complément pour les interprétations des effets des facteurs sur les variables principales, pour les analyses que nous aborderons au chapitre suivant des points de vues "multivariés". Elle est aussi intéressante parce qu'elle est mentionnée dans chacune des consignes des deux tâches, induisant des conduites explicites différenciées chez les lecteurs.

Indices descriptifs (généralités)

• H.Exp.1: Il y a plus de notes manquées dans la tâche avec le rythme indiqué et imposé.

Comme l'on s'y attendait, il se trouve beaucoup plus de notes manquées parmi les vingt premières notes écrites des partitions présentées dans la tâche avec le rythme : près de 6 notes par rapport à 1 note seulement dans la tâche sans rythme. (Les consignes ont été partiellement respectées par tous les sujets.) Si quelques cas n'ont pas manqué une seule note (!) c'est jusqu'à 17 notes pour la première et 8 notes sur 20 pour la deuxième tâche qui ont été parfois manquées. Voyons les distributions des conduites pour la variable *missingNotes*, tous contextes musicaux et graphiques confondus :

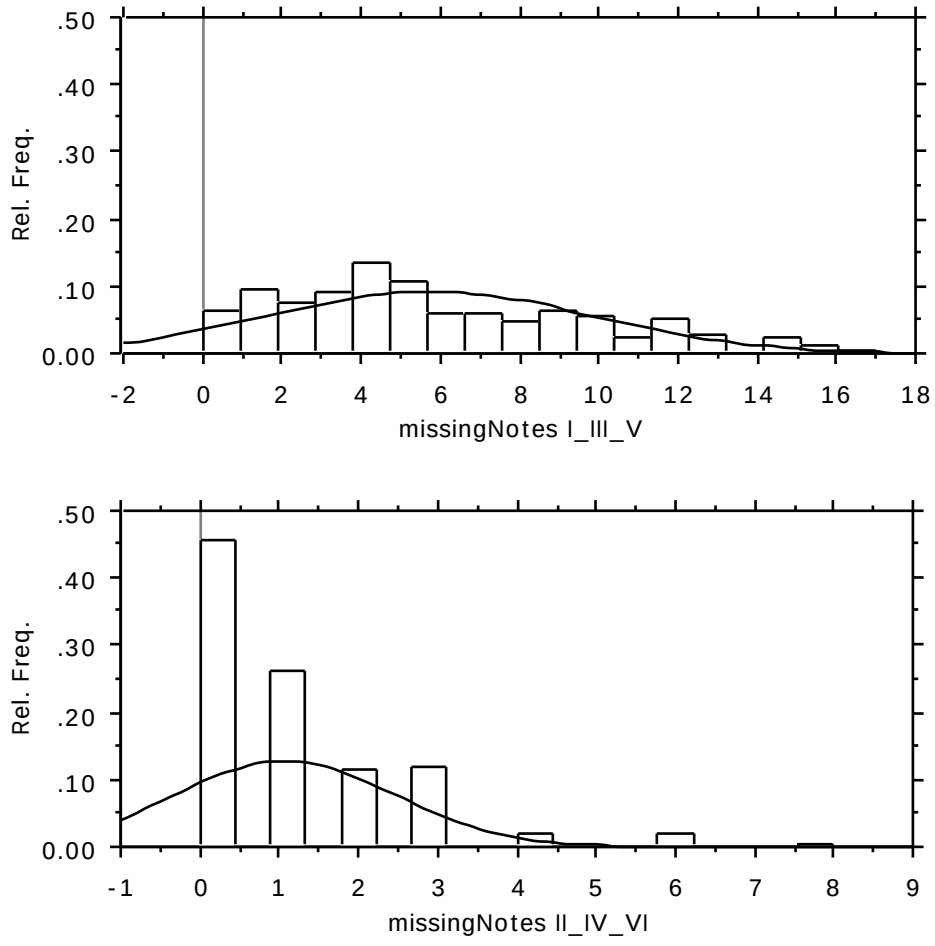


Fig. 50 : Fréquences relatives des nombres de notes manquées

La deuxième tâche présente une distribution plus irrégulière des fréquences relatives : seuls quelques cas marginaux ont manqué beaucoup de notes (oubli de la consigne?).

On obtient évidemment une différence statistiquement significative entre les deux tâches dans le sens de nos attentes *(t = 15.62, p<.01, 216 observations)*.

Type III Sums of Squares

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Lecteur	5	1248.259	249.652	25.363	.0001
Musi.Context	3	38.333	12.778	1.298	.2767
Graphisme	2	312.343	156.171	15.866	.0001
Musi.Context * Lecteur	15	94.444	6.296	.640	.8391
Graphisme * Lecteur	10	152.046	15.205	1.545	.1272
Musi.Context * Graphisme	6	45.361	7.560	.768	.5960
Residual	174	1712.694	9.843		

Dependent: missingNotes I_III_V

Type III Sums of Squares

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Lecteur	5	24.079	4.816	2.572	.0284
Musi.Context	3	17.644	5.881	3.140	.0267
Graphisme	2	12.704	6.352	3.392	.0359
Musi.Context * Lecteur	15	15.273	1.018	.544	.9127
Graphisme * Lecteur	10	7.630	.763	.407	.9418
Musi.Context * Graphisme	6	8.481	1.414	.755	.6064
Residual	174	325.852	1.873		

Dependent: missingNotes II_IV_VI

Tab. 19 Analyses de variances (ANOVA) pour la variable missingNotes.

Pour la variable *missingNotes*, tous les effets des facteurs considérés (lecteur, contexte musical et graphique) sont statistiquement significatifs au moins avec *p<.05* excepté l'effet du facteur contexte musical dans la première tâche (avec le rythme). On trouve des différences statistiquement significatives entre ces différents groupes de conduites suivant les facteurs intervenus pour les rassembler par niveaux ou par modalités, mais pas d'interactions entre ces facteurs statistiquement significative.

Effet global du facteur "contexte musical" :

- H.Exp.2.a : L'effet du facteur "contexte musical" est plus apparent dans la tâche sans le rythme, car l'effet du contexte graphique y est moins prédominant.
- H.Exp.2.b : Suivant nos distinctions opérationnelles entre contextes musicaux avec ou sans signifiés, les lecteurs devraient manquer moins de notes dans les contextes aléatoires, restant attentifs à chaque note, sans qu'il leur soit possible d'anticiper sur le contenu (lecture de type "note à note" dans les contextes aléatoires, donc unités plus petites).

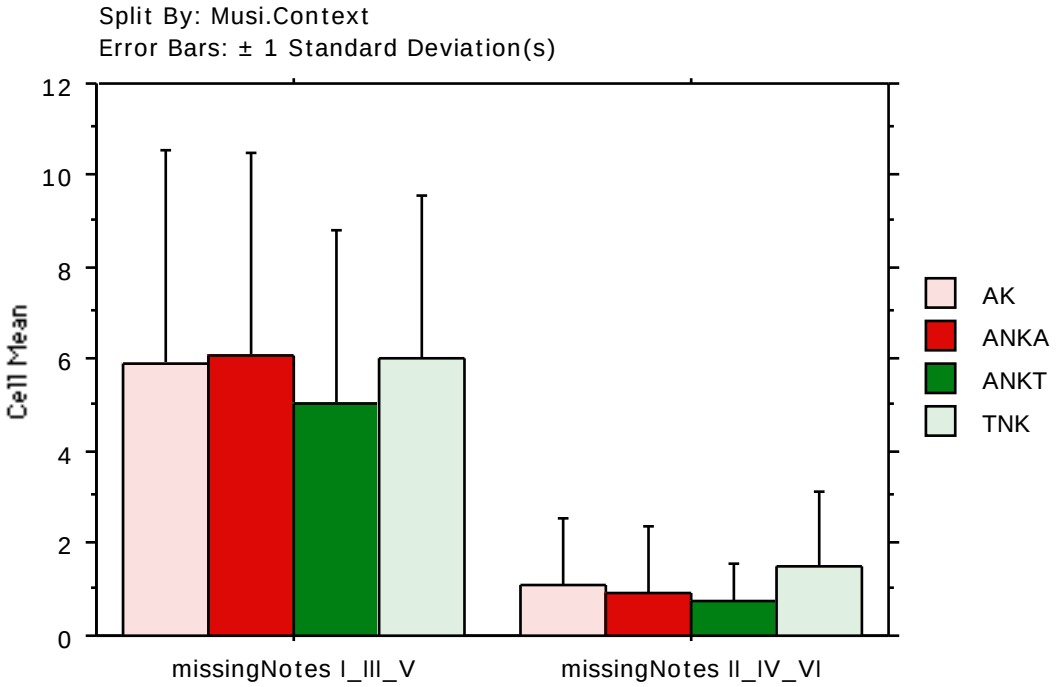


Fig. 51 Moyennes des notes manquées pour les contextes musicaux et les tâches.

L'effet du facteur contexte musical sur l'ensemble des conduites (*missingNotes*) est statistiquement significatif dans la deuxième tâche seulement et confirme notre première hypothèse *(F = 3.13, p<.05).* De plus, dans cette même tâche, les contrastes entre contextes musicaux signifiés et aléatoires confirment notre deuxième hypothèse : les sujets ont manqué globalement moins de notes dans les contextes aléatoires (ANKT II_IV_VI < TNK II_IV_VI : *t = -3.23, p.<.01, Scheffe p.<.05,* ANKA II_IV_VI < AK II_IV_VI : *t = -.63, p.=.26).* Seule la différence entre ANKT et TNK est statistiquement significative dans la deuxième tâche seulement.

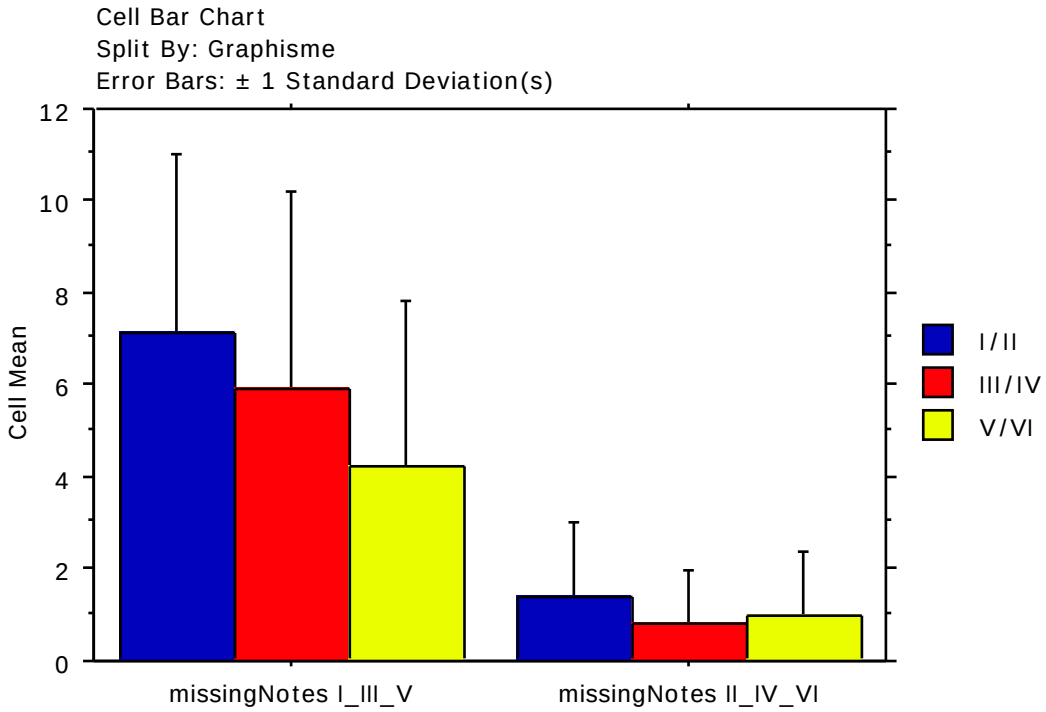
Discussion :

Le fait de manquer moins de notes dans un contexte musical prétendu moins naturel et plus difficile peut paraître contre intuitif, pourtant, c'est bien ce dont témoigne la littérature à ce sujet : les pianistes déclarent procéder d'une lecture de type "note-à-note" dans les oeuvres contemporaines, par exemple, qui ne respectent pas les règles familières de l'harmonie classique (WOLF, 1976). Reste à voir l'interaction avec le

débit de notes justes assuré dans ces contextes (cf. analyse multivariée des interactions).

Effet global du facteur "contexte graphique" :

- H.Exp.3.a: L'effet du facteur "contexte graphique" est plus évident dans la tâche avec le rythme.
- H.Exp.3.b: Le nombres de notes manquées sera systématiquement plus grand dans la première tâche, à tous les niveaux de la variable contexte graphique.
- H.Exp.3.c: On trouve relativement moins de notes manquées dans les niveaux du contexte graphique quantifiés à la croche (niveaux VI ou V).



L'effet de la variable contexte graphique sur le nombre de notes manquées est statistiquement significatif dans les deux tâches *(p<.01, p<.05)* mais de façon plus marquée dans la première.

La deuxième hypothèse est aussi confirmée : les trois niveaux du facteur contexte graphique de la deuxième tâche sont nettement inférieurs aux niveaux respectifs de la première tâche.

La différence entre les contextes graphiques IV et VI n'est cependant pas statistiquement significative *(p=.39)* et infirme partiellement l'H.Exp.3.c.

Discussion :

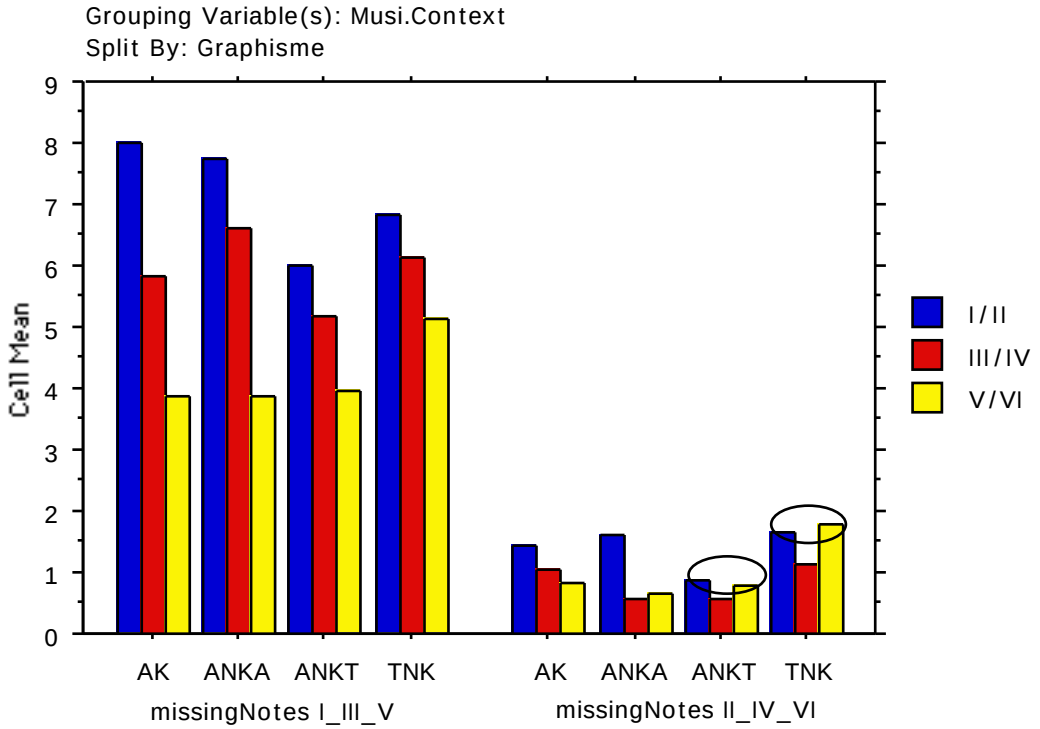
Nous avions prétendu que nos présentations dans les contextes IV et VI de la deuxième tâche ne comportaient que peu de différences[1] pour justifier le fait que nous trouvions une corrélation statistiquement significative pour les *numChunks* et les

[1] l'étendue et les manifestations de différences peuvent bien sûr varier en fonction du contenu musical des extraits choisis, dans la mesure par exemple, où ils contiennent des accords joués en arpeggio ou plutôt simultanément, l'écart par décalage horizontal des notes sera plus ou moins visiblement accentué.

Chunk_1 entre les conduites de ces deux niveaux : nous aurions été bien en peine d'expliquer ici une différence statistiquement significative quant aux nombres de notes manquées.

Effet de l'interaction des deux variables contextes :

• H.Exp.4. : Les conduites observées dans les contextes musicaux signifiés TNK ou AK quantifiés à la triple croche (I ou II) sont comparables à celles que l'on trouve dans les contextes musicaux aléatoires quantifiés à la croche (V ou VI).



Il n'y a pas eu d'interaction statistiquement significative entre les facteurs contextes pour la variable missingNotes dans aucune des tâches.

On observe sur le graphe une parfaite régularité des conduites dans la première tâche ("escaliers descendants"). En comparant les paires de contextes construits à partir des mêmes notes en mêmes nombres, le seul contraste significatif que nous avions relevé plus haut entre contextes musicaux signifiés et aléatoires, TNK vs. ANKT, est préservé pour les trois niveaux de quantification graphique des partitions, et cela même, dans les deux tâches : le nombre de notes manquées est systématiquement inférieur dans le contexte ANKT par rapport au contexte TNK, comparés dans les mêmes conditions expérimentales.

On ne voit pas d'équivalences des conduites pour cette variable entre les niveaux V ou VI des contextes aléatoires et les niveaux respectifs I ou II des contextes signifiés comme suggéré dans l'hypothèse H.Exp.4., les sujets ont manqué systématiquement plus de notes dans les contextes signifiés quantifiés à la triple croche (I et II), sauf dans le contexte musical TNK de la deuxième tâche.

Si l'effet du graphisme sur le nombre de notes manquées est prédominant dans la tâche avec le rythme, les forces tendent à s'équilibrer dans la paire ANKT/TNK de la

deuxième tâche, entre les effets conjugués des deux facteurs "contexte" (voir les ellipses sur le graphe).

Effet global du facteur "lecteur"

• H.Exp.5. : La variable dépendante *missingNotes* affiche des différences importantes chez certains sujets en particulier en regard des deux tâches expérimentales, simplement suite au respect des consignes explicites ("jouer en suivant le *tempo* en priorité, au risque de laisser tomber des notes" vs. "jouer toutes les notes et le plus rapidement possible").

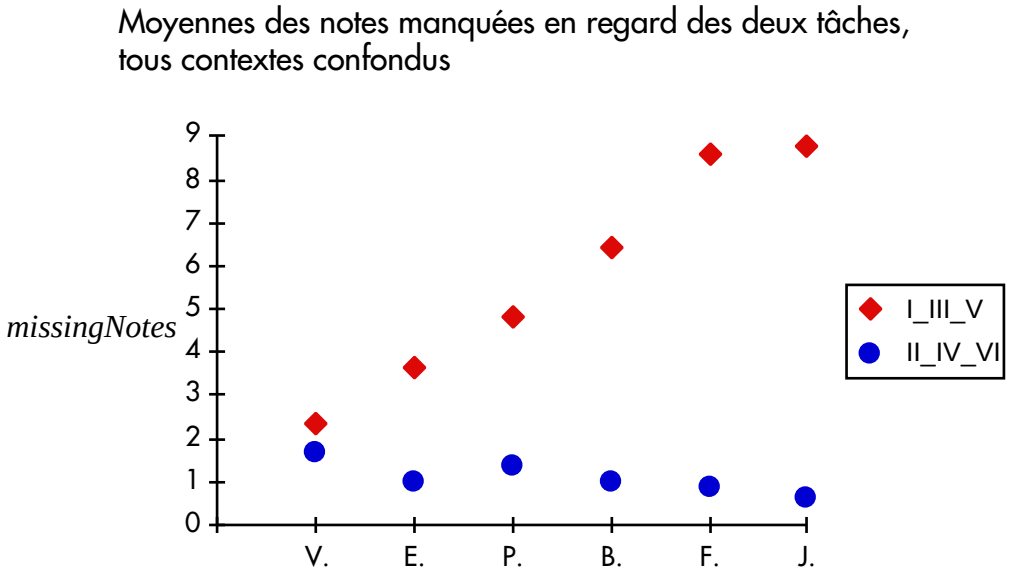


Fig. 54 Moyennes des notes manquées en regard des deux tâches, tous contextes confondus (36 observations par sujet et par tâche).

Descriptive Statistics
Split By: Lecteur

	Mean	Std. Dev.	Count	Coef. Var.	Percent Difference
missingNotes I_III_V, Total	5.76	4.09	216	.71	
missingNotes I_III_V, V.	2.33	1.57	36	.67	
missingNotes I_III_V, E.	3.64	3.50	36	.96	
missingNotes I_III_V, P.	4.81	2.40	36	.50	
missingNotes I_III_V, B.	6.42	3.15	36	.49	
missingNotes I_III_V, F.	8.56	4.29	36	.50	
missingNotes I_III_V, J.	8.81	4.31	36	.49	
missingNotes II_IV_VI, Total	1.08	1.38	216	1.28	**-81%**
missingNotes II_IV_VI, V.	1.67	1.90	36	1.14	-29%
missingNotes II_IV_VI, E.	1.00	1.20	36	1.20	-73%
missingNotes II_IV_VI, P.	1.33	1.12	36	.84	-72%
missingNotes II_IV_VI, B.	.97	1.36	36	1.40	-85%
missingNotes II_IV_VI, F.	.86	1.38	36	1.60	-90%
missingNotes II_IV_VI, J.	.64	1.02	36	1.59	-93%

Tab. 20 Moyennes et dispersions des missingNotes, tous contextes confondus en comparaison des deux tâches (36 observations par sujet dans chaque tâche).

Les différences entre les groupes de conduites de chacun des lecteurs pour la variable *missingNotes* sont statistiquement significatives dans les deux tâches *(F =25.36, p<.01, F =42.57 p=.03, 36 observations, cf. tableau ANOVA)*

On remarque une relation inversement proportionnelle entre les deux tâches sur les moyennes de notes manquées : plus un lecteur a manqué de notes dans la tâche avec le rythme, moins il en a manquées dans l'autre tâche (attention cependant, car la corrélation n'est pas globalement négative entre les deux tâches, voir plus loin).

En moyenne, les conduites enregistrent une diminution de 81% entre les deux tâches, attendue par l'hypothèse et répartie parmi 5 sujets, entre -72 et -93%. Le sujet V. montre un écart particulièrement faible de -29%, il ne semble pas très affecté par la différence de tâche.

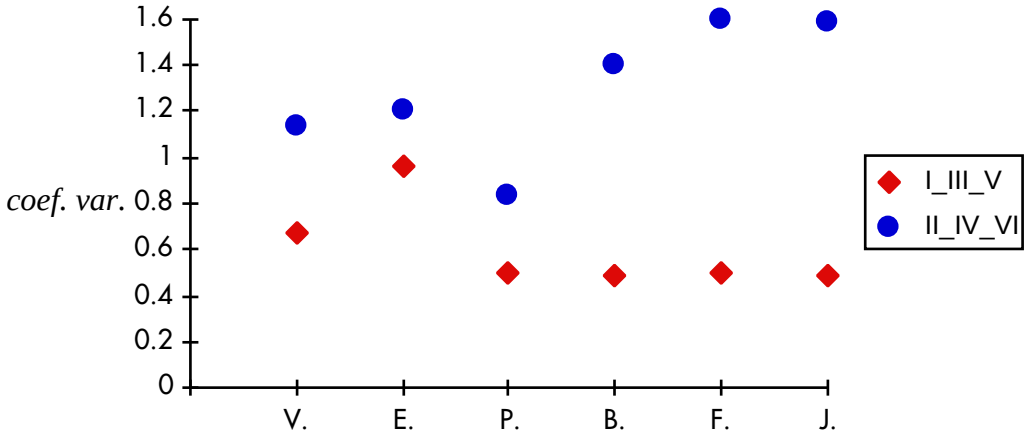


Fig. 55 Coefficients de variation des nombres de notes manquées, tous contextes confondus en comparaison des deux tâches.

A noter que les profils des indices de dispersions suivent un tracé parallèle pour les trois premiers lecteurs (plus rapides). Les coefficients de variations sont plus grands pour tous les sujets dans la tâche sans le rythme : étonnamment, on enregistre de plus faibles dispersions des conduites en situation avec le rythme imposé.

Discussion :

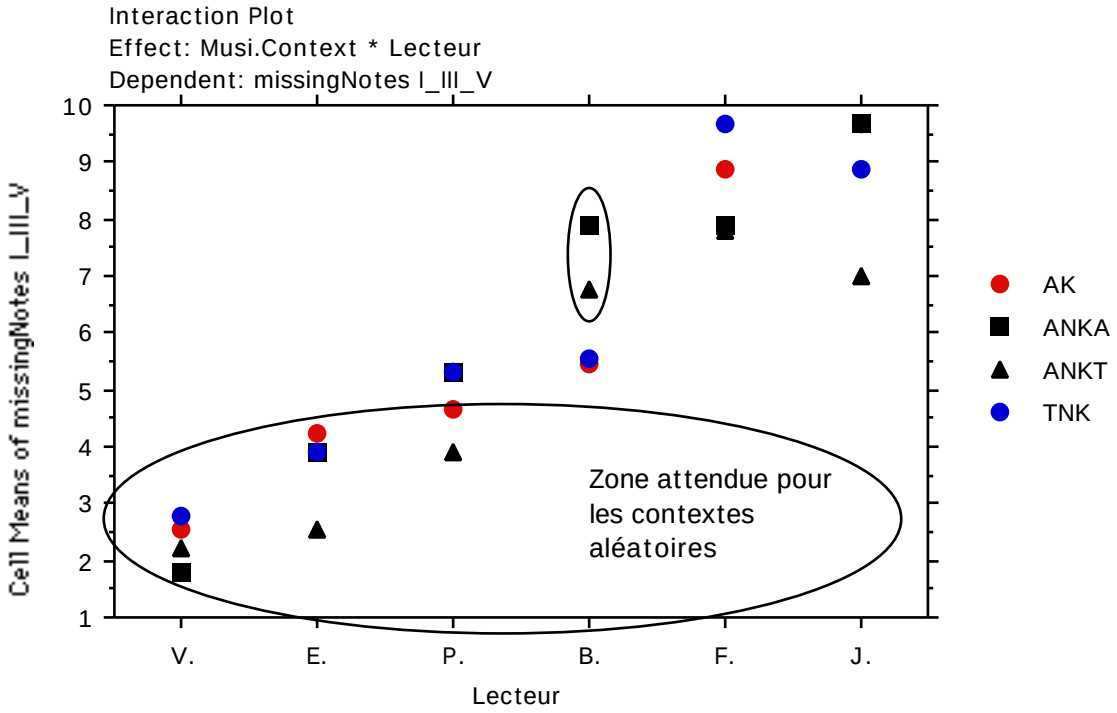
Les tracés superposés des nombres de notes manquées pour chacune des tâches dans le graphe ci-dessus frappe au premier coup d'oeil par les tendances opposées de chacune des pentes régulières, à part la légère chute de E. qui reste malgré tout préservé d'une moyenne supérieure aux trois sujets les plus lents.

Les trois lecteurs les plus rapides, surtout V. et P., semblent manifester le plus de résistances à se conformer à la consigne de la deuxième tâche ("jouer toutes les notes") mais leurs conduites sont particulièrement révélatrices pour notre recherche. D'autres études (LEVY-SCHOEN, 1989; GOLDOVSKY, cit. in WOLF, 1976) ont montré que le lecteur expert ne lit pas toutes les notes, mais qu'il table sur ses connaissances du contexte pour compléter les éléments séparés récoltés dans la succession de ses points de fixations visuels. Ici, nos meilleurs lecteurs ont été trahis par leur propre compétence : à leur insu, ils ont manqué des notes, malgré la consigne explicite. Chez eux, les automatismes de la lecture à vue se sont immanquablement reproduits même dans cette situation éloignée de leurs habitudes de lecture. Le sujet V. n'a pratiquement

pas "vu" de différences entre les tâches, il n'a manqué qu'un peu plus d'une demi note dans la deuxième tâche en regard de la première avec le rythme et son débit moyen n'a presque pas été affecté par la différence (1/3 note par seconde).

Effet de l'interaction des facteurs lecteur et contexte musical

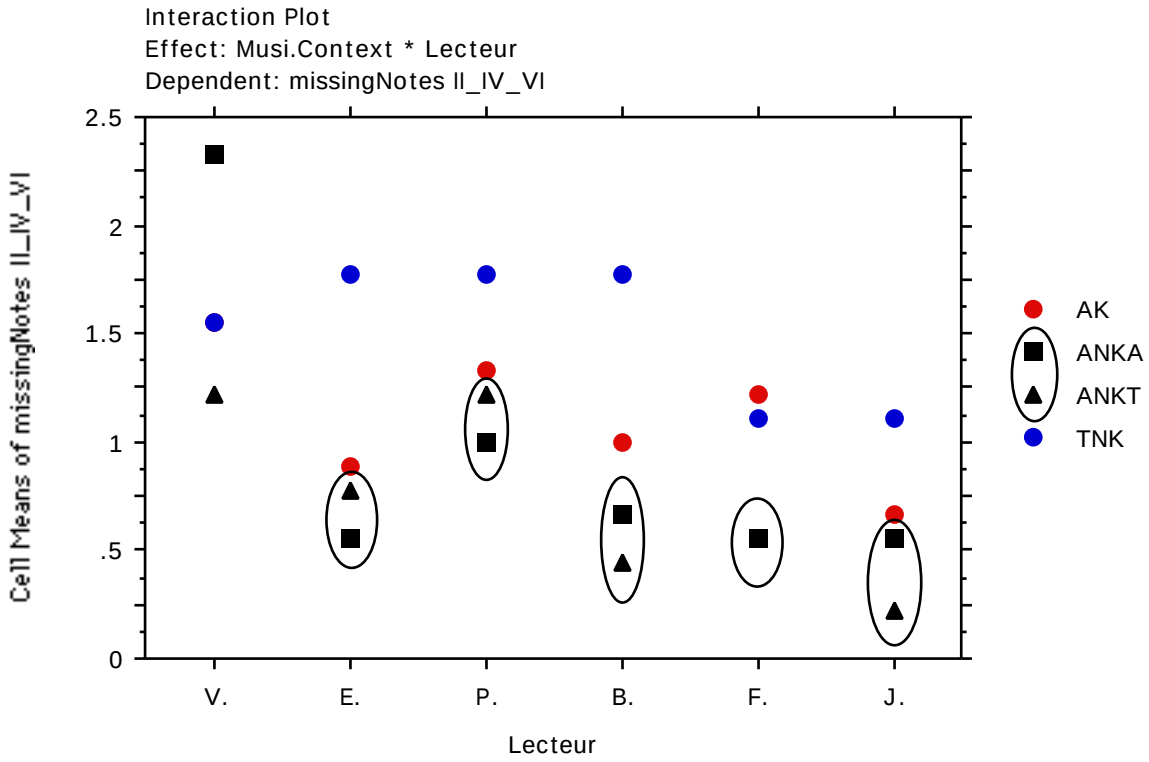
- H.Exp.6.a : Suivant notre distinction opérationnalisée entre contextes musicaux avec signifiés ou aléatoires, la présence de signifiés familiers (dans les contextes tonaux ou kinesthésiques) facilitant seulement les lectures des sujets "experts" est déterminante des différences entre eux (CHASE & SIMON, 1973). Ainsi les lecteurs les plus rapides vont soit manquer moins de notes, indépendamment des contextes musicaux (pas d'interaction) ou bien dans les contextes aléatoires perdre de leurs privilèges (p. ex. plus d'anticipation du contenu signifié) et se rapprocher des performances des lecteurs les plus lents (effet plafond : tous les sujets manquent peu de notes). (cf. la zone attendue indiquée dans le graphe ci-dessous)
- H.Exp.6.b : Les effets décrits dans l'hypothèse précédente pour la variable *missingNotes* sont étroitement dépendants des consignes : une amorce d'interaction des facteurs "lecteur" et "contexte musical" sera mieux perçue dans la deuxième tâche.



Pas d'interactions statistiquement significatives dans aucune des tâches entre les facteurs lecteur et contexte musical.

Visiblement, les lecteurs les plus rapides ont manqué moins de notes dans cette tâche, indifféremment d'un contexte musical signifié ou d'un autre.

Dans le graphe ci-dessus, seul B. semble avoir été quelque peu gêné dans les contextes aléatoires, pour les autres lecteurs, les notes du contexte aléatoire ANKT ont été moins manquées. D'ailleurs, nous avions vu dans l'analyse de l'effet du facteur contexte musical, que la différence entre l'ensemble des conduites récoltées dans le contexte ANKT et celles du contexte TNK était statistiquement significative, seulement dans la deuxième tâche pour la variable *missingNotes*.



Dans cette tâche, bien que les conduites semblent mieux contrastées entre les différents contextes musicaux, on ne relève pas non plus dans ce graphe l'amorce d'une interaction entre les facteurs lecteur et contexte musical, infirmant notre deuxième hypothèse.

Il apparaît clairement moins de notes manquées dans les contextes aléatoires (voir ellipses) pour quasiment tous les sujets dans cette tâche sans rythme. Ces résultats confirment une fois encore notre hypothèse (H.Exp.2.b) : les sujets ont manqué globalement moins de notes dans les contextes aléatoires en regard des contextes signifiés (kinesthésiques ou tonaux) - excepté V. dans le contexte aléatoire ANKA (pointe culminante sur le graphe). Concernant l'hypothèse 6.a, il n'y a pas eu clairement d'effet plafond pour les contextes aléatoires : tous les sujets y ont effectivement manqué moins de notes mais en proportion avec les autres contextes (profils relativement parallèles sur le graphe).

Discussion

Bien que les différences entre les sujets puissent paraître négligeables (1 à 2 notes manquées sur 20) il faut souligner que ces moyennes sont calculées chaque fois sur 36 données par sujet (12 partitions en 3 présentations graphiques).

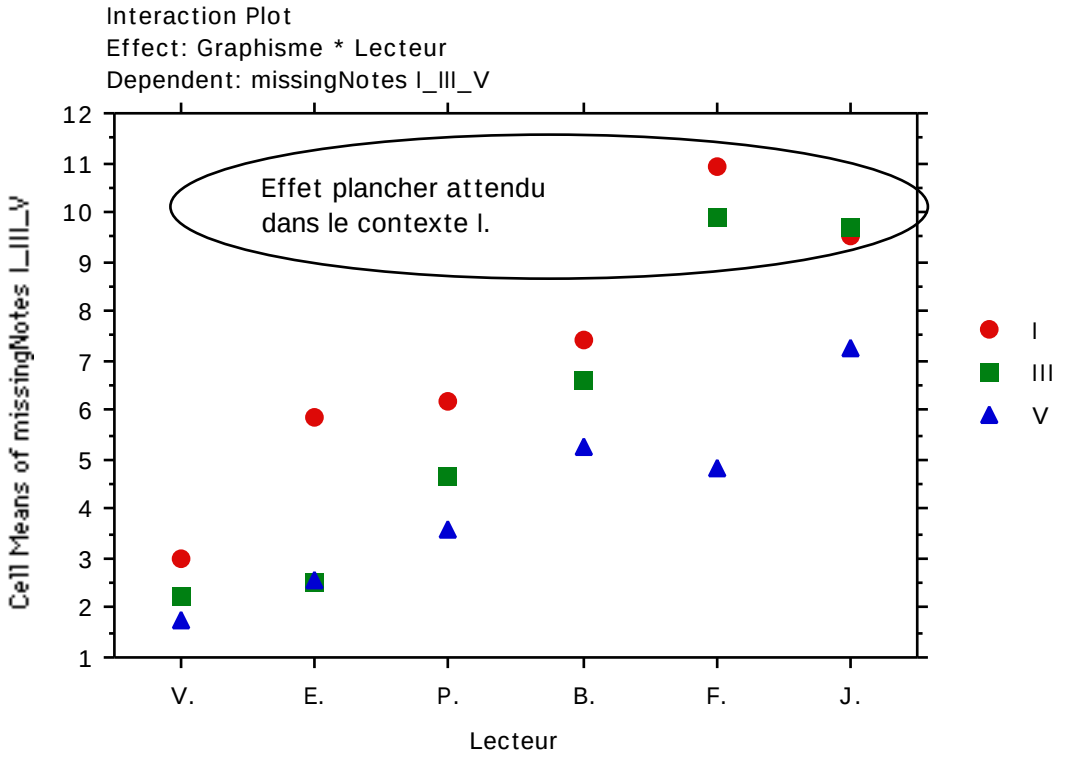
Pour la tâche sans rythme, dans laquelle le lecteur doit s'astreindre en priorité à jouer toutes les notes et prendre le temps qui lui est nécessaire pour y parvenir, les tendances ressorties de nos observations sont expliquées différemment de la tâche avec le rythme : tous les sujets ont manqué moins de notes dans les contextes aléatoires car ils ont dû jouer note-à-note, sans anticipation possible comme pour les contextes signifiés (kinesthésiques ou tonaux), dans ceux-ci, les anticipations induisent un certain nombre de notes autres que celles écrites précisément sur la partition, d'où l'apparition de notes manquées dans ces contextes apparemment plus familiers. Pour la tâche avec le rythme, la pression du temps à respecter et la quantité d'indices graphiques non

pertinents ont fait la différence entre les lecteurs, il subsiste pourtant un effet significatif du caractère aléatoire ou signifié du contenu des partitions.

Pour une analyse plus détaillée d'un effet nuancé du facteur contexte musical sur les lecteurs, voir plus loin les profils des lecteurs en regard des contextes musicaux particuliers (12 partitions).

Effet de l'interaction des facteurs lecteur et contexte graphique

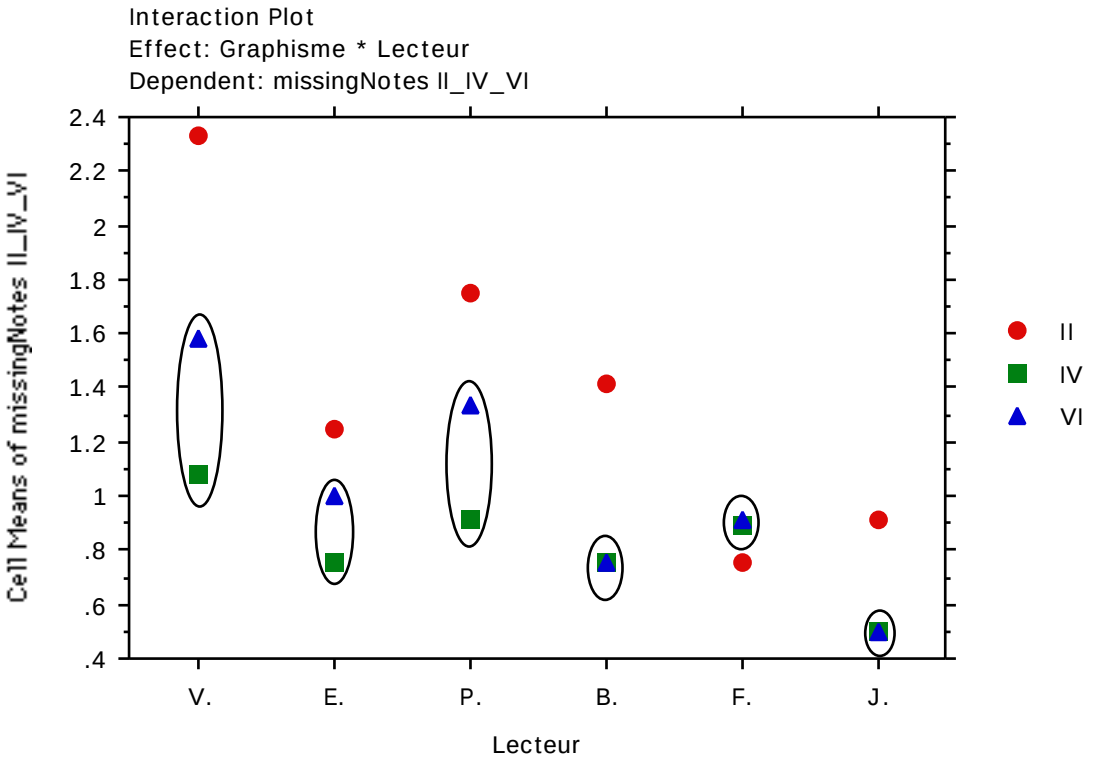
- H.Exp.7.a : Les conduites (nombres de notes manquées) sont plus ou moins différenciées (dispersions) entre les sujets suivant la densité de signes des contextes graphiques (cf. CHASE & SIMON, 1973).
- H.Exp.7.b : Les performances des sujets sont systématiquement meilleures lors des présentations de partitions quantifiées à la croche.
- H.Exp.7.c : Les lecteurs les plus rapides manquent moins de notes, indépendamment des contextes graphiques (pas d'interaction).



Dans la première tâche les profils des sujets suivent des tracés attendus et presque réguliers en regard des contextes graphiques. Il n'y a manifestement pas non plus d'interaction entre les facteurs contextes graphique et lecteur.

Il n'y pas eu d'effet plancher entre les sujets exposés aux partitions dans le contexte graphique le moins familier (I, à la triple croche) comme tente de l'illustrer l'ellipse du graphe ci-dessus, infirmant notre hypothèse H.Exp.7.a.

Les pentes sont régulières pour les trois contextes graphiques de cette tâche, préservant le rang des sujets entre eux pour cette variable aussi (mêmes rangs que pour le nombre de notes justes par sec), excepté le sujet F. dans trois conditions expérimentales.



Dans cette tâche, on relève des profils de conduites inattendues.

D'abord, une tendance inverse de l'autre tâche : les lecteurs les plus rapides y ont manqué en moyenne plus de notes.

Une plus grande dispersion entre les contextes graphiques pour les trois premiers sujets; à noter que la force de l'effet est inversée dans la progression attendue pour les *missingNotes :* II>IV>YI, en réalité on observe la tendance suivante : II>VI>IV .

Nous relevons une homogénéité remarquable des conduites moyennes dans les contextes IV et VI pour les trois autres lecteurs.

Un effet plafond ressort ici entre les sujets pour le contexte IV (et non pas VI) : tâche apparemment "également facile pour tous les sujets" dans ce contexte et pour cette variable *missingNotes*.

Ces contrastes amplifiés chez les lecteurs les plus rapides nous rappellent les manifestations similaires révélées pour la variable *Chunk_1* dans la tâche avec le rythme : une plus grande sensibilité aux nuances des contextes graphiques.

Nous renvoyons le lecteur aux analyses des interactions multivariées pour la discussion.

Effet des différentes partitions musicales sur les conduites des lecteurs

Quelles correspondances ressortent des comparaisons entre les profils de lecteurs?

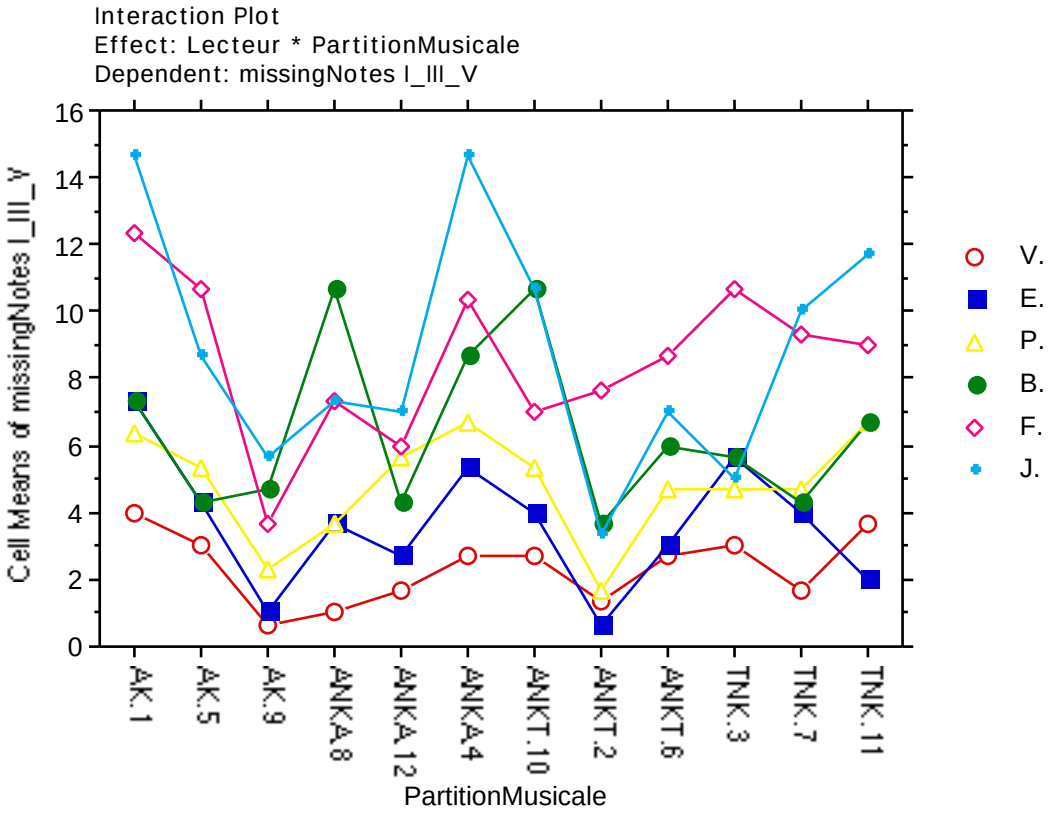


Fig. 60 Profils des moyennes des trois contextes graphiques en fonction de chaque partition pour chaque sujet : missingNotes dans la tâche avec le rythme.

Pour la variable dépendante *missingNotes*, les profils des lecteurs en regard des moyennes inter-contextes graphiques I_III_V du détail des 12 partitions se démarquent les uns des autres. Les performances naviguent en fonction de la difficulté des partitions sélectionnées, par "vagues" presque toutes parallèles : pour la plupart des partitions, les rangs des lecteurs sont relativement bien conservés pour cette variable dépendante.

Le tableau de corrélations ci-dessous (déjà présenté à deux reprises pour les variables précédentes) donne des indications plus rigoureuses et plus systématiques sur la régularité des profils de comparaisons par paire de lecteurs : les indices ont été calculés sur les données de toutes les observations des conditions expérimentales pour chacun des lecteurs : 12 partitions différentes présentées selon 3 quantifications (36 observations par sujet), chaque sujet étant comparé à chacun des autres.

Fisher's r to z

	notes/sec				numChunks				Chunk_1				missingNotes			
Lectr.	I_III_V		II_IV_VI		I_III_V		II_IV_VI		I_III_V		II_IV_VI		I_III_V		II_IV_VI	
	r	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
B., E.	.51	<.01	.27	.11	-.07	.69	.12	.48	-.02	.93	.22	.20	.30	.08	.46	<.01
B., F.	.43	.01	.63	<.01	.10	.57	.40	.01	-.07	.71	.15	.38	.13	.45	.33	.05
B., J.	.60	<.01	.61	<.01	-.12	.49	.35	.03	-.09	.60	.21	.23	.50	<.01	.51	<.01
B., P.	.21	.22	.57	<.01	.09	.62	.52	<.01	.25	.14	.67	<.01	.26	.12	.36	.03
B., V.	.40	.01	.60	<.01	.37	.03	.23	.18	.14	.41	.37	.03	.31	.07	.26	.12
E., F.	.31	.07	.35	.04	-.04	.81	.12	.49	.02	.90	.20	.24	.36	.03	.40	.02
E., J.	.23	.18	.14	.44	-.12	.49	.09	.62	.16	.36	.32	.06	.31	.07	.68	<.01
E., P.	.01	.97	.15	.40	.03	.85	.08	.63	.42	.01	.21	.23	.40	.02	.53	<.01
E., V.	.30	.08	.23	.18	.20	.25	.16	.35	.10	.57	.04	.83	.46	<.01	.20	.24
F., J.	.29	.09	.41	.01	.42	.01	.01	.97	.10	.58	.13	.46	.37	.03	.45	.01
F., P.	.41	.01	.26	.12	-.11	.53	.35	.03	-.18	.31	.05	.79	.46	<.01	.33	.05
F., V.	.33	.05	.44	.01	-.11	.52	.07	.70	-.08	.65	.28	.09	.43	.01	.22	.19
J., P.	.12	.48	.54	<.01	.03	.86	.39	.02	.15	.38	.01	.98	.46	<.01	.58	<.01
J., V.	.20	.23	.67	<.01	.02	.91	.15	.37	-.26	.13	-.10	.58	.40	.02	.47	<.01
P., V.	.07	.68	.68	<.01	.35	.04	.27	.12	.22	.20	.36	.03	.61	<.01	.23	.18

36 observations were used in this computation.

Tab. 5 Indices de corrélations et probabilités des conduites inter sujets, dans toutes les partitions (12) et dans les 3 contextes graphiques (36 observations).

Dans la colonne de la tâche I_III_V, dix corrélations sont statistiquement significatives *($p<0.05$)* : parmi les quinze combinaisons de comparaisons par paire de sujets, toutes les corrélations sont positives, indice d'une remarquable régularité des profils des sujets pour cette tâche et cette variable en particulier si on la compare avec les variables dépendantes dérivées de notre définition opérationnelle du regroupement dont on a parlé précédemment.

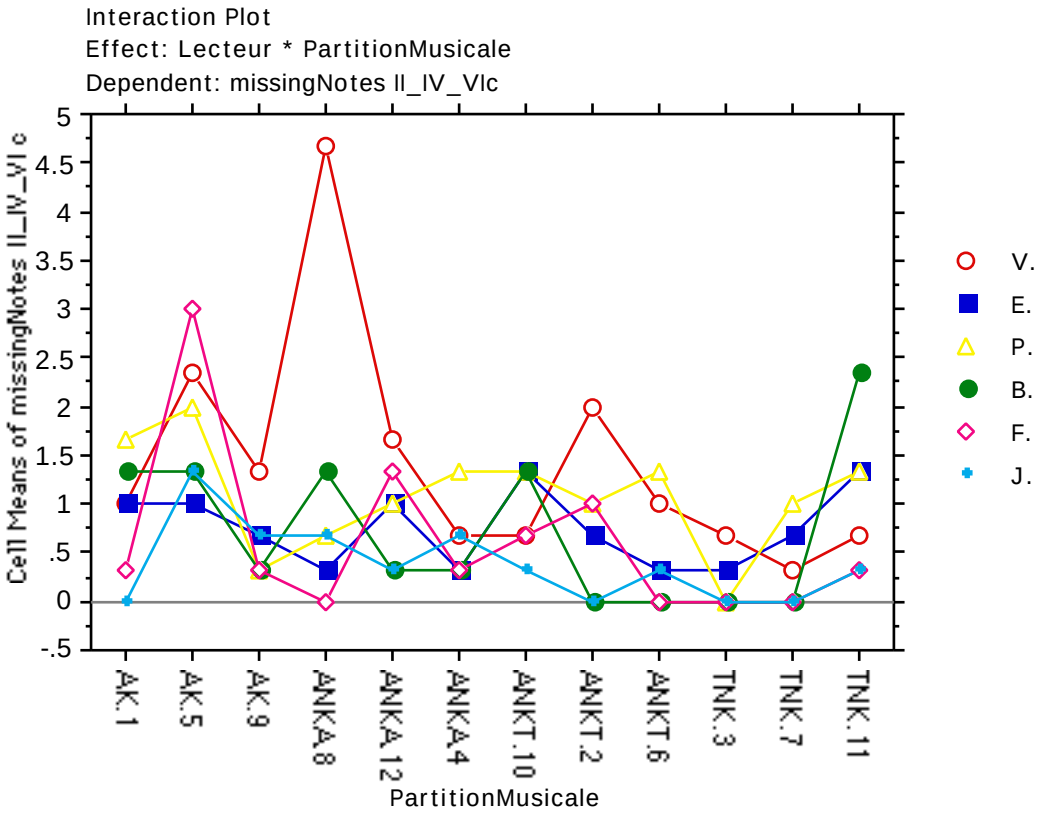


Fig. 61 Profils des moyennes des trois contextes graphiques en fonction de chaque partition pour chaque sujet : missingNotes dans la tâche sans le rythme.

Dans ce graphe de la tâche sans le rythme, les profils des lecteurs en regard des moyennes inter-contextes graphiques du détail des 12 partitions se confondent visiblement les uns et les autres, à cause des pointes inattendues qui faussent la perception d'ensemble du graphique.

Le tableau d'indices de corrélations ci-dessus montre cependant d'une façon plus systématique la relative régularité des profils des conduites des lecteurs entre eux (par paire), rendue de façon moins évidente dans le graphique précédent.

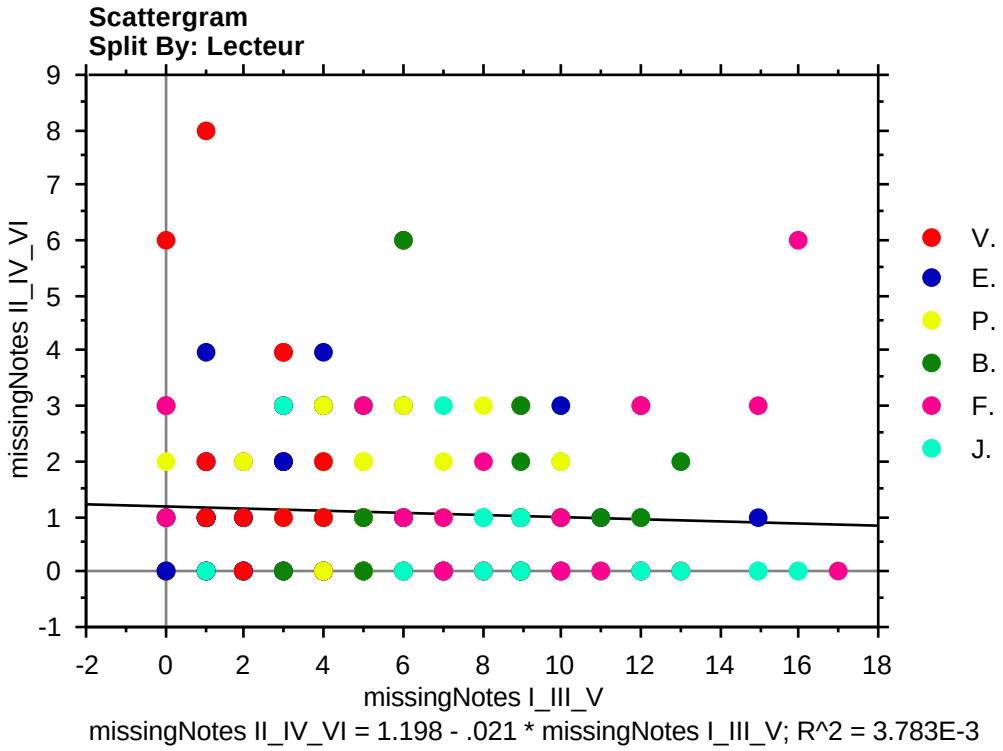
Dans la colonne de la tâche II_IV_VI, dix corrélations sur quinze sont statistiquement significatives *($p<0.05$)* : parmi toutes les combinaisons de comparaisons par paire de sujets, de plus, toutes sont corrélées positivement.

Les sujets sont autant réguliers que dans la tâche précédente, où 10 corrélations étaient aussi statistiquement significatives (étonnamment, ce ne sont pas toutes les mêmes paires).

Corrélations inter modalités et inter tâches :

• H.Exp.8.a : Nous nous proposons de tester (corrélations) les correspondances des conduites intra- et inter-tâches de chaque modalité des facteurs considérés (contextes musicaux et graphiques), d'une part inter-lecteurs et d'autre part intra-lecteurs (cohérence intra-sujet en regard des contextes).

• Corrélations inter-tâches : les conduites des lecteurs qui ont présenté le plus de notes manquées se retrouvent-elles dans les deux tâches?



Les conduites du groupe des sujets comparées d'une tâche à l'autre, tous contextes graphiques et musicaux confondus, donnent un indice de corrélation légèrement négatif mais statistiquement non significatif *(r = -.06, p=.37, 216 observations)*.

Discussion

L'absence de corrélation significative entre les deux tâches est dérivée des consignes explicites à propos justement des notes manquées : on en découvre les effets directifs sur les conduites des lecteurs.

Fisher's r to z **missingNotes**	Correlation	P-Value
II, IV	.26	.028
II, VI	.45	<.001
IV, VI	.17	.155
II, I	-.24	.042
IV, III	.08	.493
VI, V	-.10	.421
I, III	.58	<.001
I, V	.52	<.001
III, V	.57	<.001

72 observations

Tab. 21 indices de corrélations inter-contextes graphiques et inter-tâches calculés sur les données des 12 partitions et des 6 lecteurs, dans chaque contexte graphique (72 observations par contexte graphique).

Dans ce tableau, les conduites des sujets sont testées plus localement : niveau par niveau du facteur contexte graphique et tâche par tâche. Les corrélations inter-contextes graphiques et inter-tâches ne sont pas toutes statistiquement significatives pour la variable *missingNotes*.

Remarque : dans la deuxième tâche, les indices de corrélations calculés ici doivent être interprétés avec précautions car les valeurs de la variable *missingNotes* restent voisines de zéro (en cas de respect de la consigne), et la différence d'une seule note manquée dans une partition a un effet démesuré sur l'indice de corrélation en regard de sa signification réelle : en effet, le poids d'une seule note manquée parmi vingt notes écrites reste une dimension trop faible pour être attribuable à des conduites volontaires d'un sujet.

Les nombres de notes manquées par les six lecteurs dans les douze partitions au niveau de quantification graphique IV, ne correspondent pas avec ceux du niveau VI; les niveaux I, III et V de la tâche avec rythme présentent par contre une bonne fidélité des conduites de l'un à l'autre : tous sont corrélés positivement et ressortent statistiquement significatifs avec $p<.01$.

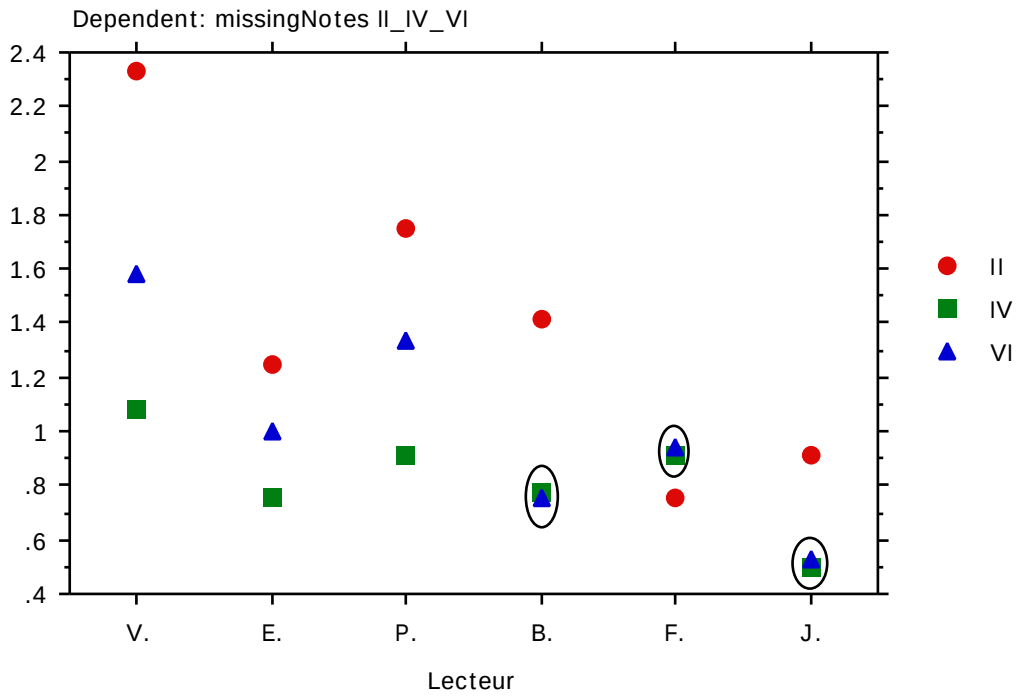
A noter que les corrélations inter-tâches ne nous intéressent pas autant ici que pour les autres variables dépendantes, au vu de ce qui a été dit dans la discussion précédente, à propos des consignes différentes pour les deux tâches.

Discussion

Le passage des niveaux IV à VI du facteur contexte graphique a vraisemblablement occasionné quelques variations inattendues de lectures en regard des notes qui ont été manquées dans l'un et l'autre niveau. Pourtant, ce sont les deux seuls niveaux qui corrèlent pour les variables *numChunks* et *Chunk_1*, et nous avions amplement insisté pour justifier cette corrélation. Etant donné que les débits de notes justes corrèlent aussi, comment interpréter cette soudaine absence de correspondances pour les notes manquées?

Parmi les sujets, nous avions relevé des différences de sensibilité importantes en regard des niveaux du facteur contexte graphique dans cette tâche sans rythme : nous avions vu les lecteurs les plus rapides se distinguer dans leurs conduites en regard des

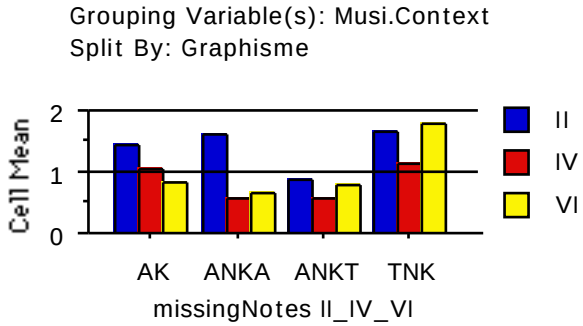
contextes graphiques (voir le rappel du graphe ci-dessous : l'effet de l'interaction des facteurs lecteur et contexte graphique sur la variable *missingNotes*)



Les trois lecteurs les moins rapides n'ont pas montré de grandes différences dans leurs nombres de notes manquées entre les présentations quantifiées à la croche (VI) et à la double croche (IV), dans la tâche sans rythme, au contraire des trois plus rapides (profils parallèles sur le graphe). Cependant, le graphe des moyennes est trompeur, car la corrélation entre les conduites des lecteurs les moins rapides dans le contexte IV par rapport au VI est statistiquement significative *(r =.32, p =.05, 36 observations)* tandis que pour les plus rapides, elle est nulle *(r = .01, p =.92, 36 observations)* bien que l'on ait l'impression sur le graphe, que les conduites (moyennes) de ces sujets évoluent de concert, d'un niveau à l'autre, ce sont bien eux qui ont présenté des conduites irrégulières et relativement incohérentes entre les présentations des niveaux IV et VI qui affolent l'indice de corrélation.

Où se situent plus précisément les sources de ces variations, dans quels contextes musicaux et chez quels sujets en particulier parmi les plus rapides?

- Ce sont les partitions du contexte TNK et leurs dérivées aléatoires ANKT qui affectent apparemment les plus grandes différences dans les conduites entre les présentations des niveaux de quantification IV et VI. Serait-ce parmi ces partitions que l'on trouve le plus de différences graphiques dans les présentations à ces deux niveaux (voir en annexe, les extraits des partitions TNK.7_IV et TNK.7_VI)?



- Si l'on examine le graphe ci-dessous, la dynamique illustrée par des flèches veut montrer que l'augmentation de notes manquées dans le contexte TNK (points bleus) est attribuable principalement à deux des lecteurs les plus rapides : respectivement 25%, 200% et 50% de notes manquées en plus dans le contexte VI (quantifié à la croche) pour V., E. et P. par rapport à 33% pour les autres. C'est en réalité E. qui creuse l'écart (illustré par les flèches verticales bleues) et contrecarre la corrélation entre les niveaux IV et VI, c'est d'ailleurs aussi lui seul qui réalise une contre-performance dans le débit de notes justes dans cette deuxième tâche.

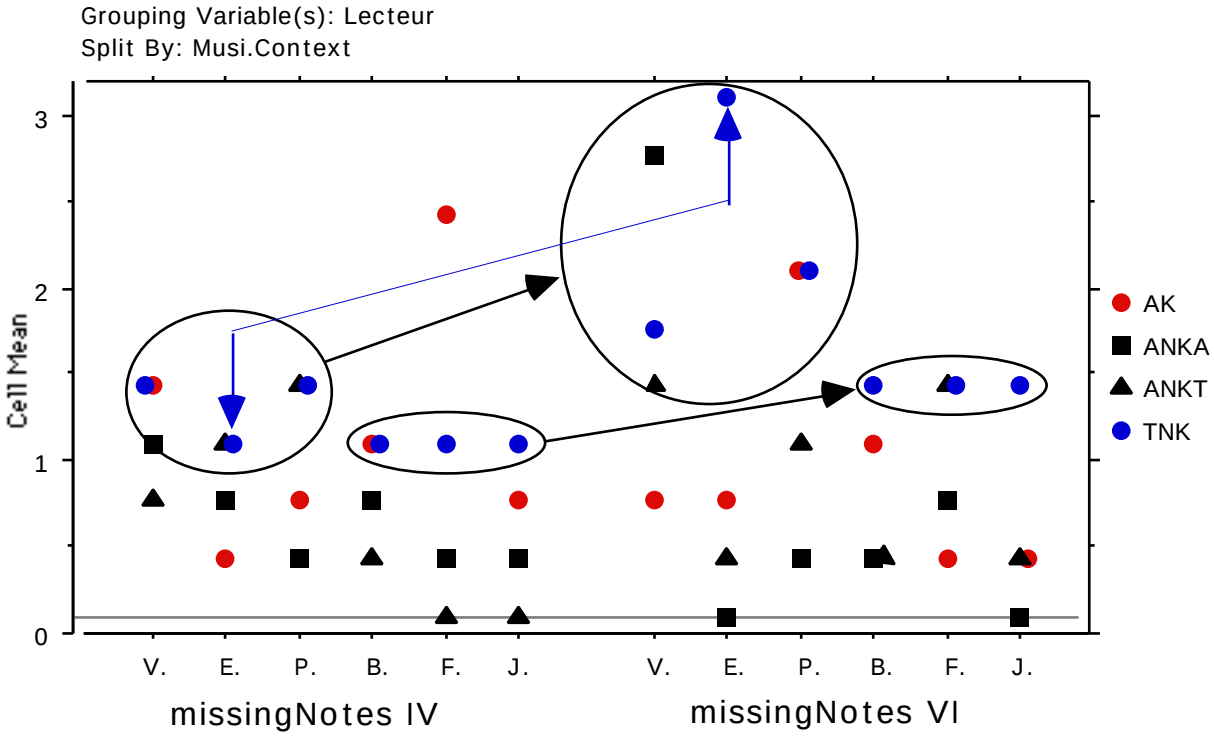


Fig. 64 Interaction des facteurs contextes musical, lecteur et contexte graphique (deux niveaux : IV et VI) dans la tâche sans rythme pour la variable missingNotes (chaque point représente la moyenne de trois partitions différentes du même contexte musical).

A l'intérieur du contexte TNK, la corrélation des conduites entre les niveaux IV et VI est positive et statistiquement significative *(r =.61, p<.01, 18 observations)* comme on peut le deviner dans le graphe ci-dessus (voir les positions réciproques des points bleus du contexte TNK et leur dynamique du contextes IV au VI illustrée par les flèches noires); en comparaison, dans le contexte AK exclusivement, la corrélation est négative mais statistiquement non significative *(r = -.28, p= .27, 18 observations)*.

Pour le contexte musical ANKA, la corrélation entre ces deux même contextes graphiques est nulle, ainsi que pour le contexte ANKT : les deux contextes aléatoires pris ensemble donnent également une corrélation nulle (voir le tableau ci-dessous).

Fisher's r to z			AK		ANKA		ANKT		TNK	
missingNotes	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
II, IV	.26	.03	.01	.96	-.19	.46	.51	.03	.64	<.01
II, VI	.45	<.01	.07	.78	.84	<.01	.18	.48	.44	.07
IV, VI	.17	.16	-.28	.27	-.10	.71	.02	.94	.61	.01
72 observations			18 observations							

Il faudrait reprendre les données brutes de ces conditions expérimentales, particulièrement dans le contexte musical TNK qui présente les plus grands écarts entre ces deux niveaux graphiques. Nous avons d'ailleurs remarqué que l'étendue et les manifestations de différences entre ces deux niveaux IV et VI peuvent bien sûr varier en fonction du contenu musical des extraits choisis, dans la mesure où, par exemple, ils contiennent des accords joués en *arpeggio* ou plutôt simultanément, l'écart par décalage horizontal des notes sera plus ou moins visible et affectera de manière plus ou moins grande le nombre de notes manquées. Est-ce que les partitions que nous avons sélectionnées pour le contexte TNK dévoilent des nuances graphiques plus prononcées entre les contextes IV et VI, que celles choisies pour le contexte musical AK? Dans ce cas, les partitions du contexte ANKT construites sur la base de celles du contexte TNK, répliqueraient les différences graphiques (décalages) déjà contenues dans leurs "matrices originelles".

Remarque : pour cette deuxième tâche, la variable *missingNotes* semble peu fiable entre les conditions expérimentales et parfois difficile à interpréter du fait de ses variations psychologiquement faibles (une seule note manquée) mais dont les conséquences sont trop importantes sur les indices statistiques que nous avons utilisés: une analyse qualitative serait donc souhaitable.

Examinons les correspondances entre les contextes musicaux comparables (qui contiennent exactement les même notes en mêmes nombres) : inter- et intra-tâches et découpés par niveau du facteur contexte graphique, pour la variable *missingNotes :* seules deux corrélations sont statistiquement significatives. Dans la tâche avec le rythme, les conduites des sujets comparées par paire de contextes musicaux construits sur la base des mêmes notes en mêmes nombres (AK avec ANKA et TNK avec ANKT) sont corrélées positivement avec *p<.01*.

Fisher's r to z
Split By: Graphisme

	I_III_V / II_IV_VI		I/II		III/IV		V/VI	
missingNotes	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
AK II_IV_VI, AK I_III_V	.19	.17	-.07	.78	.36	.14	.15	.57
ANKA II_IV_VI, ANKA I_III_V	-.20	.16	-.51	.03	-.02	.93	-.28	.27
ANKT II_IV_VI, ANKT I_III_V	-.25	.07	-.28	.27	-.22	.38	-.30	.24
TNK II_IV_VI, TNK I_III_V	-.17	.22	-.26	.30	-.02	.93	-.24	.35
AK II_IV_VI, ANKA II_IV_VI	.10	.46	.10	.70	.14	.58	-.07	.79
ANKT II_IV_VI, TNK II_IV_VI	.06	.67	.43	.08	.11	.66	-.43	.07
AK I_III_V, ANKA I_III_V	.33	.01	.17	.50	.64	<.01	-.22	.40
ANKT I_III_V, TNK I_III_V	.42	<.01	.52	.02	.47	.05	.15	.55
54 observations			18 observations					

I_III_V := tâche avec rythme, II_IV_VI := tâche sans rythme

Tab. 23 Indices de corrélations calculés sur les scores des 3 partitions par contexte musical, subdivisés en 3 contextes graphiques présentées à 6 sujets (54 observations tous contextes graphiques confondus, 18 observations par contexte musical et graphique).

Dans ce tableau, il faut distinguer les comparaisons inter tâches de contextes musicaux identiques (en rouge) des comparaisons intra tâches (en noir).

Les corrélations de la première colonne de ce tableau sont calculées sur l'ensemble des conduites (neuf conduites par sujet), pas sur les sujets entre eux, on ne peut donc pas déduire de ces indices que les rangs sont préservés, ni que le contenu musical n'a pas eu l'effet contrasté attendu (voir l'effet de l'interaction des facteurs contexte musical et lecteur). En clair, les conduites des sujets qui ont présenté le plus de notes manquées dans les contextes musicaux AK sont aussi probablement celles qui en ont présenté le plus dans les contextes ANKA dans la première tâche uniquement, de même pour TNK comparé avec ANKT.

Dans cette même optique d'analyse, voyons maintenant les conduites plus en détail, regroupées séparément par niveau de la variable "contexte graphique". Ici, la question est de savoir si les correspondances entre les conduites comparables sont indépendantes de la finesse de quantification de l'écriture des partitions présentées.

On ne relève pas d'effet marqué du facteur "contexte graphique" sur ces indices (une seule corrélation significative avec *p<.01*) comme il apparaissait pour la variable *notesJustes/sec* .

• H.Exp.8.b. Variation intra-sujet : on retrouve les mêmes conduites chez un lecteur confronté successivement à un contenu musical identique représenté sous différentes formes d'écritures ou, globalement, dans deux tâches

différentes, indice pour certains lecteurs que le contenu musical d'une partition précède les caractères de son écriture.

Il ressort du tableau ci-dessous qu'un lecteur présente de fortes variations dans ses conduites, indéterminées par les contenus musicaux des partitions pour la variable *missingNotes*. Aucun des sujets ne présente de corrélation statistiquement significative avec $p<0.05$ en regard de ses propres conduites (12 partitions dans 3 contextes graphiques), d'une tâche à l'autre. Seul le sujet P. s'est révélé relativement fidèle à lui-même pour cette variable, dans les deux tâches avec une corrélation positive *(r=.31, p=.06)*.

Fisher's r to z

Split By: Lecteur (missingNotes)

	V.		**E.**		**P.**		**B.**		**F.**		**J.**	
	r	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
I_III_V - II_IV_VI	**-.03**	.86	**.16**	.36	**.31**	.06	**.09**	.60	**.13**	.43	**-.11**	.51
36 observations were used in this computation.												
II-IV	-.35	.28	.55	.06	.29	.37	.17	.61	.85	<.01	.35	.27
II-VI	.76	<.01	.05	.88	.08	.82	.23	.48	.26	.43	.56	.06
IV-VI	-.03	.93	.07	.82	-.04	.89	.68	.01	.00	.99	.60	.04
II-I	**.02**	**.95**	**-.13**	**.69**	**.37**	**.24**	**-.05**	**.89**	**-.13**	**.70**	**-.20**	**.54**
IV-III	**.18**	**.59**	**.04**	**.90**	**.16**	**.64**	**.05**	**.89**	**.61**	**.03**	**-.10**	**.76**
VI-V	**-.43**	**.17**	**.46**	**.13**	**.31**	**.34**	**.14**	**.68**	**-.17**	**.61**	**-.15**	**.64**
I-III	.00	.99	.03	.93	.08	.80	.33	.31	.13	.69	.58	.05
I-V	.45	.15	.01	.98	.36	.25	.49	.11	.30	.35	.76	<.01
III-V	.20	.53	.27	.40	.42	.18	.54	.07	.24	.46	.50	.10

12 observations were used in this computation.
I_III_V :=32ème_16ème_8ème de ronde (tâche avec rythme), II_IV_VI := idem (tâche sans rythme)

Tab. 24 Indices de corrélations d'abord tous contextes graphiques confondus des 12 partitions présentées - pour chaque lecteur (intra sujet) et dessous, niveau par niveau de contexte graphique croisés avec les deux tâches.

Discussion :

Dans cette analyse, les observations ont été découpées par sujet et par contexte graphique de façon à déceler des "micro-régularités" dans les conduites des lecteurs dans certaines conditions.

La recherche de correspondances chez un sujet dans ses lectures successives de 12 partitions différentes présentées selon les niveaux opérationnalisés de la variable contexte graphique et des deux tâches est justifiée : on pourrait s'attendre à relever une systématique des conduites chez un sujet face à la présentation répétée d'un contenu musical identique (SHAFFER, 1981).

Dans la deuxième tâche, les indices de corrélations calculés ici pour cette variable sont à interpréter avec précaution car la variable *missingNotes* reste voisine de zéro (en cas de respect de la consigne), et les différences d'une seule note manquée dans une partition ont un effet disproportionné sur l'indice de corrélation en regard de sa signification réelle : le poids d'une seule note manquée parmi vingt notes écrites en

rapport au douze partitions, nous semble une dimension trop faible pour être attribuable à des conduites volontaires du sujet.

ANALYSE MULTIVARIEE (interactions des variables dépendantes et corrélations):

Sur l'interaction du débit et des regroupements (et des notes manquées) : la genèse des patterns en temps réel.

- HG3. La particularité des lecteurs les plus rapides est de présenter de plus grandes variations des regroupements, ils n'affichent pas systématiquement des tailles de transfert plus grandes que celles des lecteurs plus lents (ni pour les contextes signifiés ni aléatoires, en référence aux résultats de CHASE et SIMON).
    - Les groupements effectués dans la tâche avec le rythme sont plus variés chez les sujets rapides alors que leurs débits et leurs nombres de notes manquées restent relativement stables d'un contexte graphique à l'autre à l'inverse des lecteurs plus lents qui effectuent des groupements plus larges avec peu de "modulations". Les sujets plus rapides présentent des unités de transfert calquées sur les configurations locales ("moduler le pas en fonction de l'approximation locale à la configuration", VIVIANI, 1987, p.1684) et varient sensiblement leurs nombres de groupements d'un contexte graphique à l'autre dans le transfert de contenus musicaux identiques.
- HOp3. Prise isolément dans l'un ou l'autre contexte, la mesure des tailles des unités de transfert n'est pas un bon prédicteur des compétences de lecture à vue d'un lecteur, bien qu'elle soit globalement corrélée avec les performances mesurées par les débits de notes justes.

    3.1a. Les corrélations des variables numChunks et notesJustes/sec sont positives pour l'ensemble des conduites et localement dans les contextes graphiques et dans les conditions expérimentales.

    3.1b. Pour la variable numChunks, les indices de dispersions présentent une tendance croissante en regard des performances des sujets, alors que relativement décroissante pour les variables notesJustes/sec et constante pour les missingNotes.

    3.1c. L'interaction des effets des facteurs "lecteur" et "contexte graphique" sur la variable "numChunks" est envisagée comme statistiquement significative.

Résultats : Dans la première tâche, avec le *tempo* imposé et les signes rythmiques (I_III_V), on trouve globalement pour l'ensemble des conduites une corrélation positive et statistiquement significative *(r=.24, p<.01, 216 observations)* entre les variables dépendantes *numChunks* et *notesJustes/sec*; dans l'ensemble des conduites ressorties des présentations de partitions avec le rythme, il apparaît la tendance générale que plus les regroupements effectués sont nombreux (donc petits) plus les débits de notes justes sont grands; cette tendance est déjà apparue dans l'analyse de l'effet du facteur lecteur sur le nombre de regroupements effectués dans la tâche avec le rythme. Ce résultat confirme la première partie de notre hypothèse 3.1a.

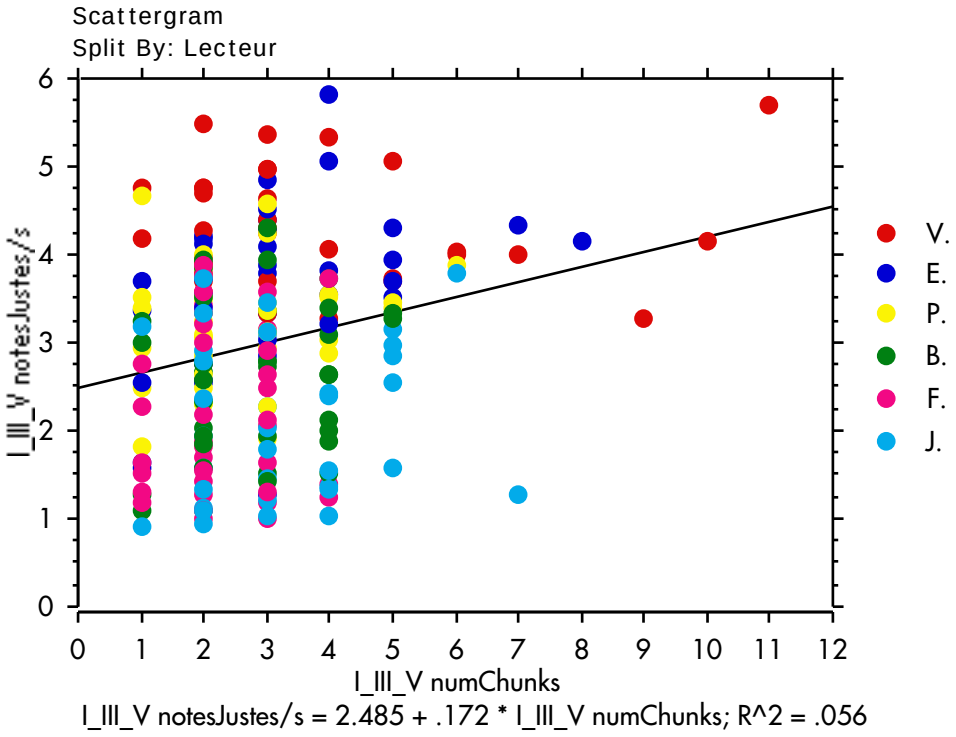


Fig. 65

Cette même tendance subsiste localement soit dans les contextes graphiques III *(r =.31, p=.01, 72 observations)* et V dans une moindre mesure *(r =.22, p=.06, 72 observations)* tous contextes musicaux confondus (Tab. 25), soit dans les contextes musicaux ANKA *(r =.37, p =.01)* et TNK *(r =.38, p <.01, 54 observations)* tous contextes graphiques confondus (Tab. 27), soit encore chez le sujet E. uniquement, tous contextes confondus *(r = .43, p =.01, 36 observations)* et dans une seule des conditions expérimentales de façon statistiquement significative *(ANKA_V,18 observations, Tab. 25, voir le graphe)*. Ces résultats confirment partiellement la deuxième partie de l'hypothèse 3.1a .

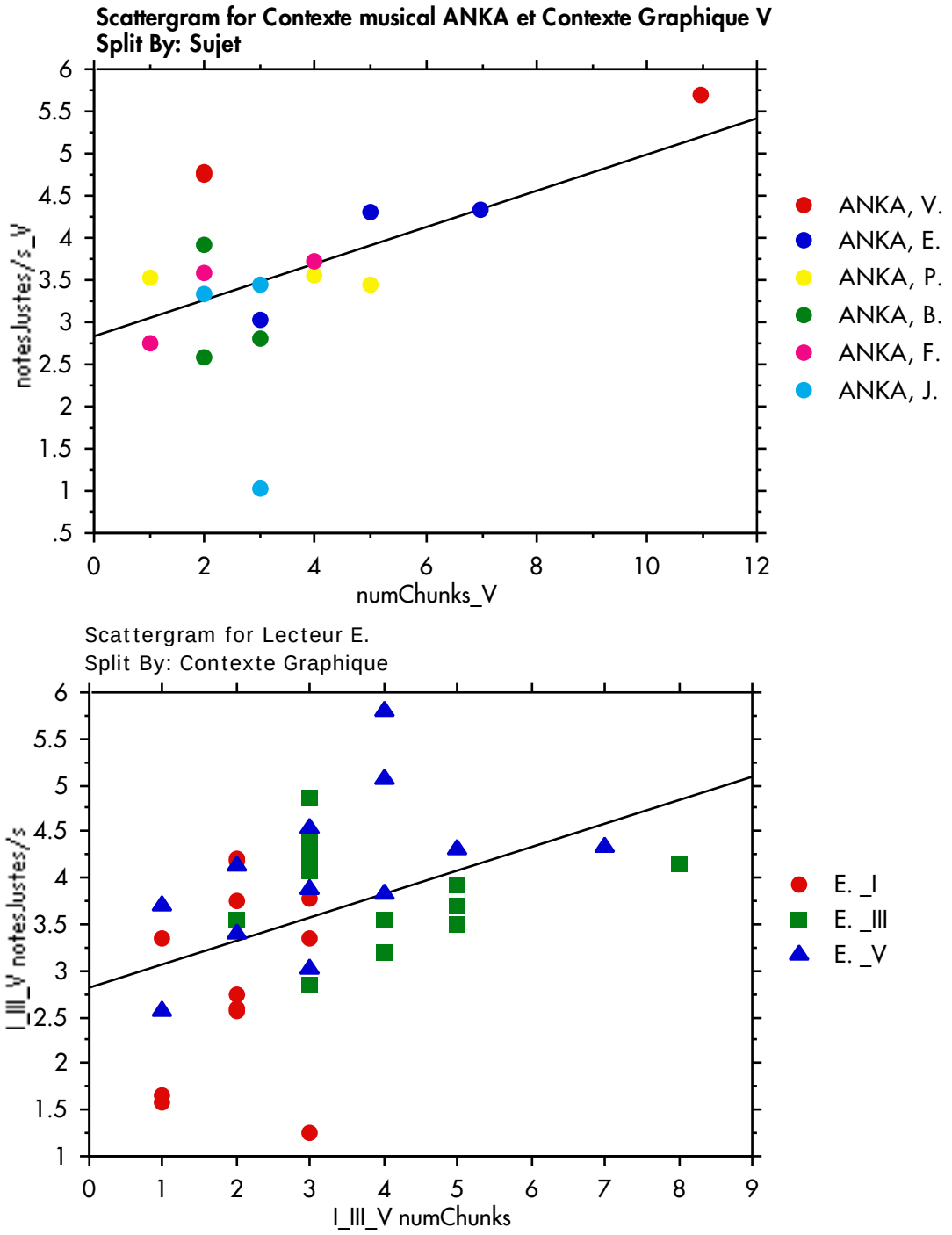
Afin de comparer les groupes de conduites de chacune des conditions expérimentales et pouvoir attribuer les différences éventuelles à l'effet de l'un ou l'autre facteur "contexte", nous avons effectivement calculé les corrélations de l'interaction des variables dépendantes considérées, à l'intersection de chaque niveau du contexte graphique croisé avec chaque modalité du facteur contexte musical (= 18 observations par condition expérimentale, 3 partitions par contexte musical pour 6 lecteurs).

Fisher's r to z	I_III_V		AK		ANKA		ANKT		TNK	
	r	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
notes/sec										
I, III	.70	<.01	.64	<.01	.66	<.01	.61	.01	.82	<.01
I, V	.58	<.01	.50	.03	.56	.01	.63	<.01	.70	<.01
III, V	.62	<.01	.58	.01	.64	<.01	.78	<.01	.63	<.01
I notes/sec, numChunks	.05	.68	-.22	.38	.08	.76	.11	.67	.20	.42
III notes/sec, numChunks	.31	.01	.31	.21	.28	.27	.12	.64	.46	.05
V notes/sec, numChunks	.22	.06	-.23	.36	.52	.03	.25	.33	.28	.26
numChunks										
I, III	.10	.42	-.21	.41	-.11	.66	.37	.13	.20	.43
I, V	-.08	.49	-.21	.41	-.47	.05	.03	.90	.46	.05
III, V	.18	.13	.11	.68	.20	.43	.35	.16	.10	.71
72 observations			18 observations							

Tab. 25 Comparaisons des corrélations inter-variables pour chaque condition expérimentale avec les corrélation d'un niveau à l'autre (contexte graphique) et pour chaque modalité (contexte musical).

Localement, dans une seule condition expérimentale (ANKA_V), l'interaction entre le débit de notes justes et le nombre de regroupements est ressortie statistiquement significative avec $p<.05$: à comparer les correspondances des débits de notes justes, d'un niveau à l'autre de la variable contexte graphique et pour toutes les modalités de la variable contexte musical, toutes statistiquement significatives (sauf une), nous constatons à ce niveau d'analyse l'indépendance du débit et de la taille des unités transférées, au vu aussi, de la relative instabilité des nombres de regroupements effectués dans les mêmes comparaisons.

Remarque : les corrélations "inter-variables" au sein de nos conditions expérimentales ne donnent aucune indication de la conservation des rangs inter sujets : le test porte sur un sous-ensemble de conduites (3 partitions) qui appartiennent aux mêmes sujets. Pour un examen du rang des sujets, se reporter aux analyses de l'effet des variables et des profils détaillés des sujets en regard des douze partitions.



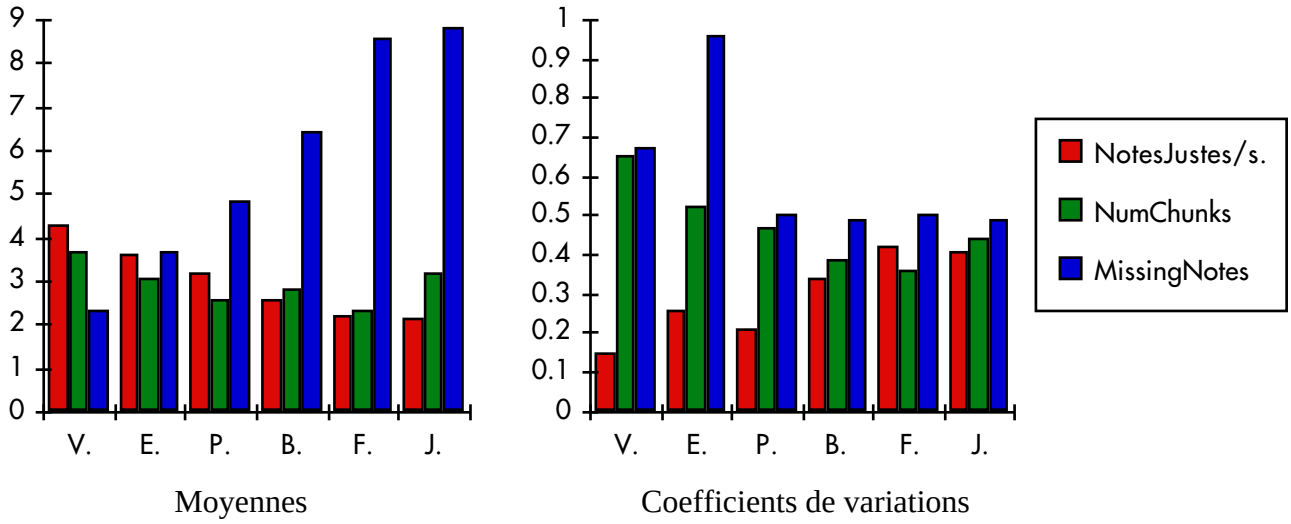
Flg. 66 Illustrations des corrélations statistiquement significatives pour la condition expérimentale ANKA_V et le sujet E.

Dans la tâche au tempo libre et sans signes rythmiques (II_IV_VI), aucune tendance systématique ou statistiquement significative n'est ressortie de nos observations : la vitesse du transfert ne montre jamais de relation linéaire avec la taille des regroupements transférés, ni globalement, ni dans aucun contexte graphique ou musical ou lecteur en particulier. Ces résultats réservent notre hypothèse 3.1a aux observations de la première tâche uniquement.

Remarque : concernant la taille des premiers regroupements effectués (*Chunk_1*), il ne ressort aucune corrélation statistiquement significative avec le débit de notes justes, dans aucune des tâches. L'identification en lecture à vue du premier regroupement

(*Chunk_1*) et son transfert sur l'instrument n'a aucune incidence sur la rapidité de l'exécution de la partition dans son entier (ici les vingt premières notes jouées). Ce résultat valide indirectement nos données en regard du choix arbitraire que nous avons fait en portant exclusivement notre attention sur les vingt premières notes jouées : le nombre de vingt n'aurait peut-être pas été suffisamment grand pour ne pas subir le biais du premier regroupement auquel les lecteurs auraient pu consacrer plus de temps et d'attention, s'ils n'avaient eu pour tâche de jouer à chaque nouvelle présentation, la page entière, c'est-à-dire, beaucoup plus de vingt notes écrites (une centaine).

Rappel de l'hypothèse 3.1b. : Pour la variable numChunks, les indices de dispersions présentent une tendance croissante en regard des performances des sujets, alors que relativement décroissante pour les variables notesJustes/sec et constante pour les missingNotes.



Moyennes Coefficients de variations

Fig. 67 Moyennes des nombres de notes justes /sec, nombres de groupements et nombres de notes manquées par sujet, indices de dispersions pour ces mêmes variables (coefficients de variations) dans la tâche I_III_V avec le rythme : 36 observations (reprises des figures correspondantes pour chacune des variables).

Sur le graphe des dispersions ci-dessus, nous relevons des tendances inverses pour les variables NotesJustes/sec et NumChunks qui supportent l'hypothèse 3.1b. La tendance des nombres de groupements (numChunks) est aussi bien représentée dans les graphiques plus détaillés ci-dessous que nous reproduisons de l'analyse de l'effet de l'interaction des facteurs lecteur et contexte graphique pour répondre à l'hypothèse 3.1c. Les conduites des lecteurs plus rapides (V., E., et P.) présentent des variations plus nettes suivant le contexte graphique et particulièrement au contexte quantifié à la croche (V) : plus grands nombres de regroupements et plus grands coefficients de variations également (en bleu sur les graphes).

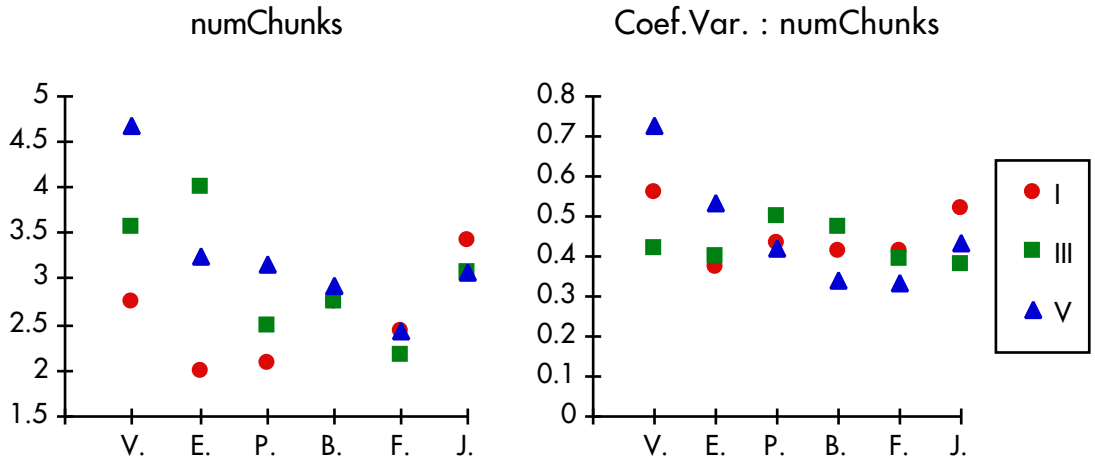


Fig. 40 Nombres de regroupements et coefficients de variations correspondants pour la tâche avec le rythme en regard des contextes graphiques et des lecteurs.

Type III Sums of Squares

Source	df	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value
Lecteur	5	40.556	8.111	3.618	.0039
Musi.Context	3	2.815	.938	.418	.7400
Graphisme	2	17.194	8.597	3.835	.0235
Musi.Context * Lecteur	15	33.519	2.235	.997	.4608
Graphisme * Lecteur	10	38.250	3.825	1.706	.0826
Musi.Context * Graphisme	6	2.880	.480	.214	.9720
Residual	174	390.120	2.242		

Dependent: numChunks I_III_V

Des tendances cohérentes dans les moyennes et dans les indices de dispersions que nous avons relevées dans les graphes ci-dessus découle l'indice statistiquement significatif avec $p<.10$ pour l'interaction des facteurs lecteur et graphisme.

Discussion :

A ce stade de notre analyse nous développerons la proposition de Goldovsky (WOLF, 1976) comme ceci : "Beside the knowledge of patterns..." l'identification en temps réel de nouveaux patterns optimisés pour la résolution de la tâche spécifique de lecture à vue.

La tendance observée dans la première tâche avec le rythme confirme non seulement l'hypothèse qui soutient que la taille des regroupements a une incidence sur le débit de notes justes mais aussi montre que le découpage de l'information visuelle en unités plus petites au cours du transfert débouche sur une vitesse plus grande : autrement dit, une lecture tendant vers une stratégie de type "note-à-note" serait plus efficace (seulement dans la lecture avec les signes rythmiques et le tempo imposé) !

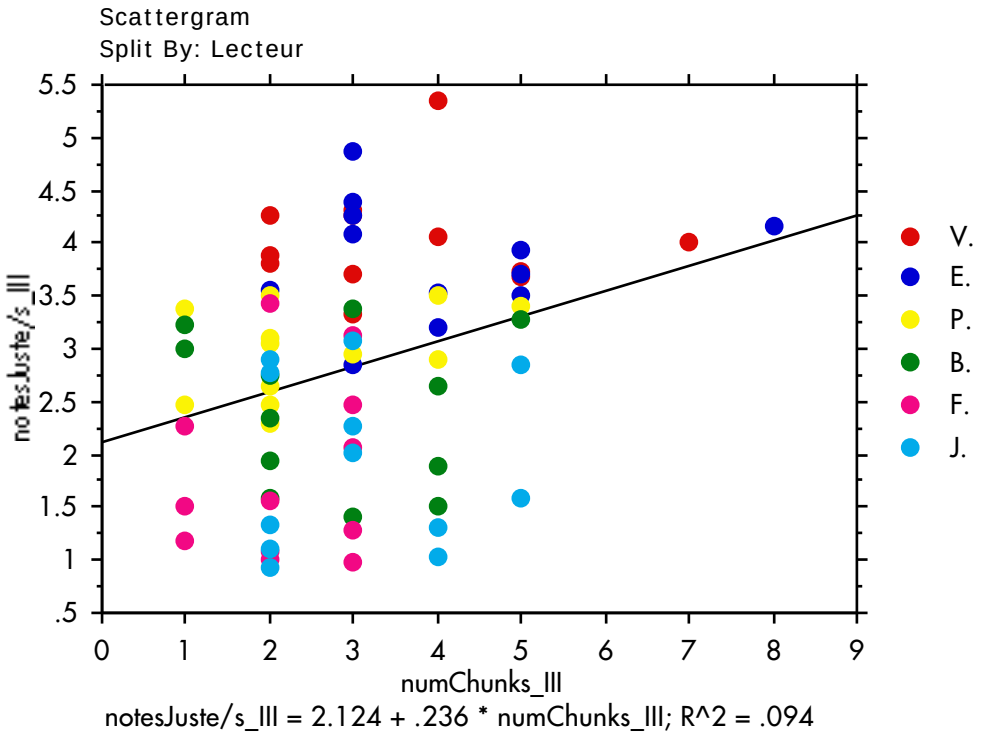
Pourtant, les conduites des bons lecteurs tendent probablement vers une taille de transfert optimisée visant à assurer impérativement un débit maximal dans toutes les configurations. La particularité des bons lecteurs étant de faire toujours les groupements (petits ou grands) qui permettent de conserver le débit. Les lecteurs plus faibles maintiennent simplement une taille relativement constante (7±2) ou perdent du temps à chercher des groupements familiers à encoder sous une forme en mémoire à long terme, la plus économique possible ou la plus large possible.

L'optimisation de l'identification des patterns qui serviront en priorité au transfert sur le clavier semble dépendre de la présence des signes graphiques de la partition : 1. nous n'avons pas observé de corrélation significative dans aucune condition expérimentale de la tâche sans rythme, 2. les corrélations apparaissent statistiquement significatives seulement aux niveaux III (p=.01) et V (p=.06) de la première tâche (ainsi que sur l'ensemble des conduites, mais la corrélation positive peut être attribuée justement à l'effet des variations des quantifications graphiques, en effet, globalement les nombres de regroupements ont augmenté depuis les quantifications à la triple croche jusqu'à la croche et conjointement les débits ont aussi suivi la même tendance).

L'interaction du *temps nécessaire à jouer une note juste* et de la *taille des unités de transfert* qui ressort de l'ensemble des conduites dans la tâche avec rythme est due principalement au seul effet du facteur contexte graphique sur chacune des variables dépendantes *numChunks et notesJustes/sec* : en effet, nous avions vu globalement, - tous contextes musicaux confondus -, que plus la quantification des partitions était fine et moins les unités transférées étaient nombreuses, (mais cela uniquement pour les trois lecteurs les plus rapides V., E., P.) et moins les débits de notes justes étaient grands (pour tous les sujets).

L'indice de corrélation positif et statistiquement significatif que l'on obtient dans la première tâche, plus sensible aux changements des niveaux du facteur contexte graphique que la deuxième tâche, découle donc logiquement de l'effet conjugué de ces deux tendances précédentes; explication aussi valable pour les corrélations établies à l'intérieur des contextes musicaux, puisque tous les niveaux du facteur contexte graphique s'y trouvent réunis. Pourtant deux contextes musicaux n'ont quand même pas montré d'interactions pour le débit de notes justes et la taille des regroupements, confirmant partiellement notre première hypothèse. Ces interactions tous contextes graphiques réunis sont sans doute attribuables à l'effet prédominant du facteur contexte graphique.

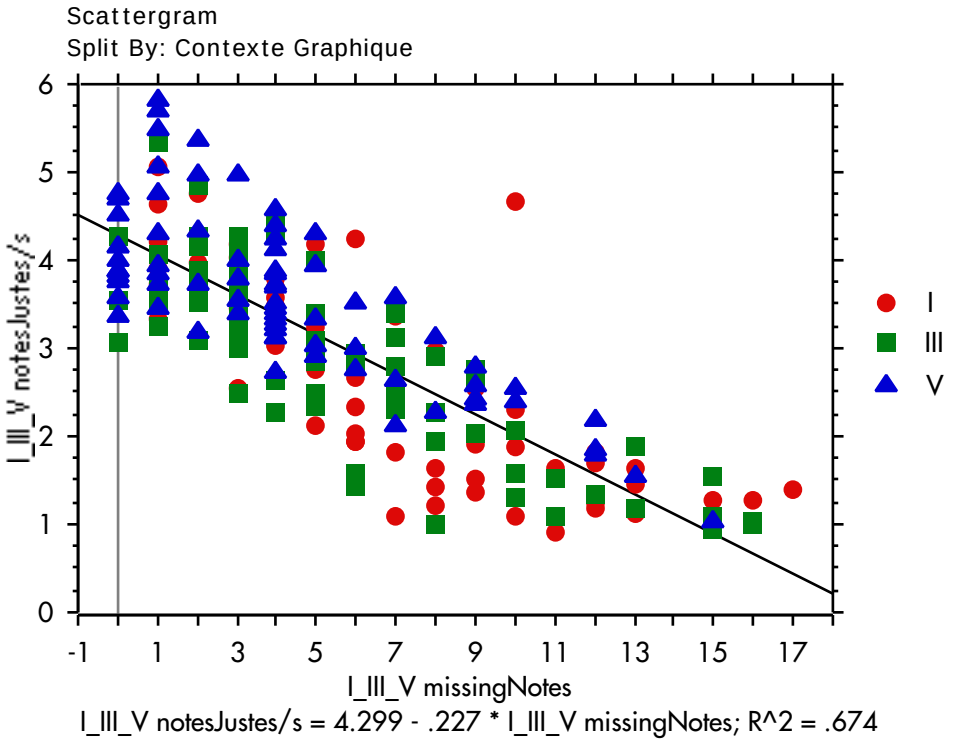
Par contre les interactions qui subsistent aussi à l'intérieur des deux niveaux supérieurs du facteur contexte graphique (ainsi neutralisé) sont plus intéressantes (voir le graphe ci-dessous), particulièrement au niveau III mais elles se manifestent aussi au niveau V bien que de façon statistiquement non satisfaisante *(r =.22, p=.06, 72 observations)* .



Cette fois, l'effet qui gouverne l'interaction est le facteur lecteur comme il apparaît dans le graphe, où les points sont bien répartis selon les rangs des sujets pour la variable *notes/sec* (chaque point représente une seule conduite, c'est-à-dire une unique partition). Voir le graphe de l'interaction des facteurs lecteur et contexte graphique (le tracé III nous intéresse ici) où l'on voit le sujet E. faire monter la moyenne de regroupements effectués dans ce contexte graphique III justement : c'est sans doute à lui (et dans une moindre mesure à V.) que l'on doit cet indice d'interaction statistiquement significatif car tout en étant dans cette première tâche les deux lecteurs les plus rapides, ils ont effectué de nombreux groupements par rapport à la moyenne des sujets, spécialement dans la paire de partitions TNK.11, ANKT.6, respectivement pour E. et V.

• H.E.3.2.a : Dans la tâche avec rythme, plus le lecteur manque de notes pour rester dans le tempo imposé, plus son temps cumulé sera grand au moment où il jouera sa vingtième note, ainsi, les nombres de notes manquées (*missingNotes*) parmi les vingt premières notes écrites de la partition devraient être inversement proportionnels (corrélation négative) aux nombres de notes jouées justes par seconde (*notesJustes/sec*) , ceci indépendamment les lecteurs et des contextes musicaux ou graphiques.

Résultats : Les corrélations sont effectivement toutes négatives et statistiquement significatives *(p<.01)*, dans cette tâche et pour tous les lecteurs et modalités des contextes, et des conditions expérimentales.



Les niveaux du facteur contexte graphique ressortent assez clairement dans le graphe.

• H.E.3.2.b : Dans la deuxième tâche par contre, où l'on a demandé aux lecteurs de jouer toutes les notes, le plus vite possible et à leur propre rythme, nous nous attendions à ne pratiquement pas trouver de notes manquées : nous n'avions donc posé au préalable aucune hypothèse sur l'interaction du débit de notes justes et des notes manquées.

Résultats : Une seule corrélation ressort statistiquement significative des données de notre deuxième tâche sans rythme : globalement, tous contextes musicaux confondus, dans le contexte des présentations graphiques "VI" quantifiées à la croche, la corrélation entre le débit de notes justes par seconde et les nombres de notes manquées est positive *(r =.24, p <.05)*.

Discussion :

La première tâche ne présente aucune surprise, les interactions sont issues de l'artefact de nos définitions opérationnelles de ces deux variables.

Pour la deuxième tâche, le contexte graphique quantifié à la croche présente une interaction des variables *notesJustes/sec* et *missingNotes* inattendue et d'une tendance contraire aux interactions significatives de la première tâche. Nous avions cependant vu que les lecteurs les plus rapides de la tâche avec le rythme s'étaient permis de manquer plus de notes dans cette deuxième tâche, cette corrélation positive découle de ces observations antérieures : bien que ces lecteurs aient manqué plus de notes, ils ont joué plus vite les vingt premières notes comptabilisées, ils n'ont pas dû, dans cette tâche, attendre sur le tempo et le rythme imposé.

Les conduites des lecteurs se répartissent entre le type "prudent et minutieux": temps plus long (retards accumulés) mais pas de notes manquées et le type "efficace" où le temps reste prioritaire mais par contre plus de notes sont manquées.

A partir de ces observations, les objectifs *a priori* de la tâche de lecture à vue semblent effectivement se révéler différents et classer les sujets en deux groupes : objectifs à moyen terme vs. court terme quant aux compromis "tempo à respecter et nombre de notes à jouer" (indépendamment de la consigne), pour le groupe des lecteurs les plus rapides (experts) le tempo resterait prioritaire avec un rendu du contour général vs. la justesse absolue et la totalité des notes (chez les sujets plus lents, virtuoses).

• H.Exp.3.3.: Interaction des nombres de regroupements avec les nombres de notes manquées : notre définition opérationnelle du *chunk* ne tenait pas compte des notes manquées, les deux variables sont donc intrinsèquement indépendantes. Nous n'avions cependant posé a priori aucune hypothèse sur l'interaction du nombre de regroupements effectués et des notes manquées.

Résultats : Dans la première tâche, il ressort de l'ensemble des conduites une corrélation négative et relativement significative *(r = -.15, p = .03)* , tendance que l'on retrouve ensuite uniquement dans le contexte TNK *(r =-.42, p < .01)* tous contextes graphiques confondus et chez le lecteur E. uniquement *(r =-.43, p = .01),* mais dans aucune condition expérimentale en particulier. (cf. tableaux de corrélations 26 à 29)

Pour la deuxième tâche, les forces en présence semblent diverger suivant le contexte graphique : globalement, l'indice de corrélation est nul *(r = -.04, p = .54)* mais dans le contexte IV, la corrélation est négative et statistiquement significative *(r = -.28, p = .02)* et confirme les tendances de la première tâche, alors que dans le contexte graphique VI la corrélation est d'orientation contraire au contexte précédent et de la tâche première : positive et statistiquement significative *(r = .25, p = .04).*

Aucune régularité n'est relevée dans les conduites intra-sujet dans cette deuxième tâche pour l'interaction en question, ni dans aucune condition expérimentale en particulier.

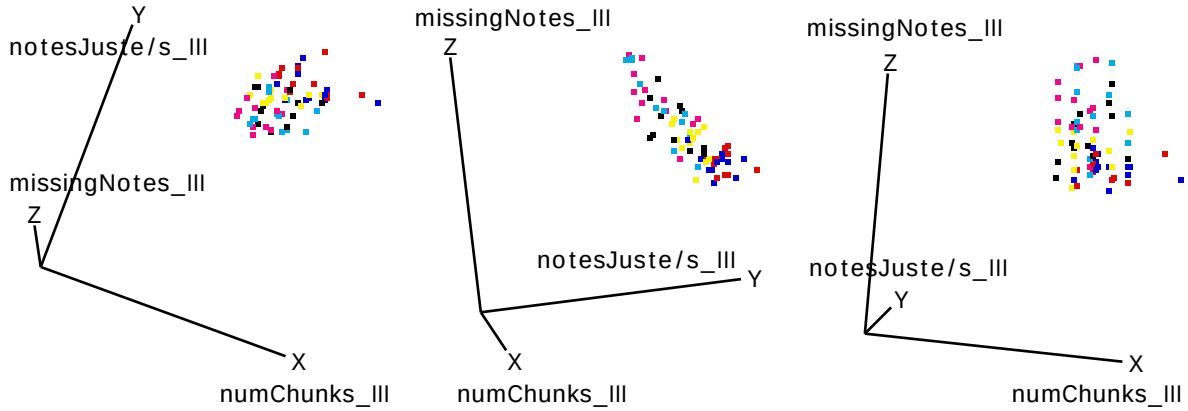
Discussion :

Intuitivement, on ne pouvait pas s'attendre à ce qu'un lecteur qui effectue des regroupements plus nombreux (c.-à-d. de tailles réduites, tendant vers une lecture "note-à-note") manque moins de notes dans l'exécution sur le clavier, comme cela semble être le cas du sujet E. et de l'ensemble des conduites dans cette première tâche. Il faut se rappeler ici que les mesures opérationnelles des groupements effectués parmi les vingt premières notes jouées et des notes manquées parmi les vingt premières notes écrites de la partition sont indépendantes.

Nous avons déjà analysé les deux interactions des débits de notes justes d'abord avec les nombres de regroupements effectués et ensuite avec les nombres de notes manquées, examinons la relation entre les nombres de regroupements et les nombres de notes manquées dans un modèle d'interactions en triade qui suppose la réciprocité des liens dynamiques entre les trois variables que nous avons retenues dans nos observations. Nous avons relevé les tendances générales suivantes : plus les unités dans le transfert sont nombreuses (donc petites) et plus le débit est grand, or plus le débit est grand et moins on dénombre de notes manquées, donc plus ces unités sont nombreuses et moins on dénombre de notes manquées : nos résultats sur la dyade *numChunks* et *missingNotes* supportent ce syllogisme.

Cette fois, les corrélations ne sont cependant pas stables ni systématiques, elles ne résultent manifestement pas de nos définitions opérationnelles biaisées de quelque artefact trompeur dans nos mesures. Il reste à trouver le ou les facteur(s) responsable(s) de cette apparente boucle de causes et d'effets : pour chacune des dyades prise isolément, quels sont les liens qui unissent les variables, laquelle est supposée entraîner l'autre dans une direction plus ou moins affirmée? La dyade "grand débit de notes justes - peu de notes manquées" semble la plus triviale des trois tendances décrites dans nos résultats, l'interaction "plus nombreuses unités - moins de

notes manquées" paraît déjà plus spectaculaire (bien que non statistiquement significative, *p=.03*) mais la véritable révélation sur cette question jaillit de la dyade "plus nombreuses unités (plus petites) - plus grand débit" dont dérivent vraisemblablement les deux tendances précédentes. Dans cette interaction, est-ce le débit qui induit artificiellement (définitions opérationnelles) des unités en surnombre ou inversement le nombre d'unités qui influence de façon linéaire le débit ou plutôt la qualité des unités "mieux adaptées" qui conduisent à un débit supérieur ou encore quelque autre facteur latent? Chez les lecteurs les plus rapides, c'est surtout la plus grande variation des tailles de regroupements couplée avec une légère tendance à en effectuer un plus grand nombre occasionnant de plus grandes fréquences de petits regroupements qui nous semble à l'origine de la corrélation positive entre les variables numChunks et notesJustes/sec.



Pour la deuxième tâche, dans le contexte VI uniquement, plus les regroupements effectués ont été nombreux (donc petits), plus on a compté de notes manquées parmi les vingt premières notes des partitions. Cette corrélation positive est en partie expliquée par les effets du facteur "contexte graphique" sur les variables *numChunks* et *missingNotes*, pour laquelle justement, nous avions relevé l'augmentation inattendue de notes manquées dans le contexte VI (voir la discussion à ce propos pour la variable *missingNotes*). Au vu de la faible étendue des nombres de notes manquées dans cette tâche en respect de la consigne, les interprétations des corrélations sont sujettes à caution, en effet, les différences mesurées entre deux lectures en regard des missingNotes sont faibles de sens psychologique, dans l'idée d'une quelconque attribution d'intentions chez le lecteur opposé à l'effet du hasard dans ses conduites (une seule note manquée n'a pas de signification assurément interprétable).

• H.Exp.3.4 : Interaction des nombres de regroupements parmi les 20 premières notes jouées et la taille des premiers regroupements effectués : ces deux variables dépendantes dérivent directement de la même définition opérationnelle du "regroupement effectué" (*chunk*); on peut s'attendre à une corrélation entre elles puisque l'une dépend étroitement de l'autre : si le premier chunk contient déjà beaucoup de notes parmi les vingt dont on a tenu compte dans nos observations, le nombre possible de regroupements sur le solde des notes est forcément réduit (corrélation négative).

Résultats : pour la première tâche, la plupart des corrélations sont statistiquement significatives *($p<.05$)* et négatives, pourtant, une seule condition expérimentale (TNK_V) donne une interaction statistiquement significative avec *$p<.01$ ($r = -.64$)*..

Pour la deuxième tâche, la plupart des corrélations sont nulles, sauf dans les deux contextes musicaux AK *($r = -.29$, $p < .05$)* et TNK *($r = -.40$, $p < .01$)* et, pour le lecteur F.*($r = -.33$, $p < .05$)* seules corrélations statistiquement significatives. A nouveau, une seule condition expérimentale (TNK_IV) donne une interaction statistiquement significative avec *$p<.01$ ($r = -.70$)*.

Discussion :

Pour la première tâche, les tendances globales des conduites confirment nos attentes sur les interactions entre ces deux variables; cependant, localisées dans les conditions expérimentales, ces mêmes interactions perdent de leur caractère déterminé et univoque, sans doute aux bénéfices des nuances apportées par chacune des variables dont nous avions déjà justifié l'utilisation contrastée dans nos analyses. En clair, on relève bien une tendance générale d'interactions (indices de corrélations négatifs) mais pas suffisamment forte pour être présente systématiquement dans tous les groupes de conduites examinés.

Pour la deuxième tâche, les conduites des lecteurs semblent avoir été relativement moins sensibles à l'interaction de ces deux variables, sauf globalement, tous contextes graphiques confondus, dans les deux contextes musicaux "signifiés" et plus particulièrement dans le contexte TNK_IV : il faudrait reprendre les données brutes de cette dernière condition expérimentale pour une analyse qualitative des regroupements effectués.

• H.Exp.3.5.: Nous n'avons pas non plus posé d'hypothèse au préalable sur l'interaction de la taille des premiers regroupements effectués et des nombres de notes manquées.

Résultats : Globalement, dans la première tâche, la corrélation calculée sur toutes les conduites est nulle *(r=.00, p=.97)*. En regard des contextes et des lecteurs, seul le contexte graphique I (quantification à la triple croche) révèle une corrélation négative et statistiquement significative *(r= -.29, p=.01)* : dans ce contexte particulier, plus la taille des premiers regroupements effectués était grande, moins les lecteurs ont manqué de notes, toujours parmi les vingt premières des partitions.

Pour la deuxième tâche, un indice de corrélation positif et statistiquement significatif résume l'ensemble des conduites *(r = .19, p = .01)*, tendance que l'on retrouve aussi localisées dans les contextes graphiques IV *(r = .28, p =.02)* et VI *(r = .34, p <.01)*, dans le contexte musical TNK uniquement *(r = .29, p =.03)* et chez les lecteurs V. *(r = .51, p <.01)* et E. *(r = .37, p =.03)* , et dans les deux conditions expérimentales AK_IV et TNK_VI, toutes corrélations statistiquement significatives. On remarque que la tendance de corrélations positives est nettement plus affirmée dans cette tâche : autrement dit, plus la taille des premiers regroupements effectués était grande, plus les lecteurs ont manqué de notes, toujours parmi les vingt premières des partitions de la tâche sans rythme.

Discussion :

Au vu de notre définition opérationnelle du regroupement, l'identité de ce premier *chunk_1* pourrait aussi bien survoler un certain nombre de notes manquées que ne pas en laisser une seule, sans pour autant voir sa taille réelle en être affectée. Pour cela, les interprétations qui en découlent doivent être réservées à des compléments de la variable "soeur" numChunks qui est beaucoup plus stable.

Fisher's r to z	I_III_V		I		III		V	
	r	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
notes/sec, numChunks	.24	<.01	.05	.68	.31	.01	.22	.06
notes/sec, Chunk_1	-.03	.62	.18	.13	.09	.45	-.22	.06
notes/sec, missingNotes	-.82	<.01	-.79	<.01	-.83	<.01	-.79	<.01
numChunks, Chunk_1	-.31	<.01	-.34	<.01	-.32	.01	-.24	.04
numChunks, missingNotes	-.15	.03	.03	.79	-.18	.14	-.14	.23
Chunk_1, missingNotes	.00	.97	-.29	.01	-.03	.78	.19	.11
216 observations			72 observations					

Fisher's r to z	II_IV_VI		II		IV		VI	
	r	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
notes/sec, numChunks	.00	.95	-.11	.38	-.16	.19	.17	.15
notes/sec, Chunk_1	.11	.10	.09	.45	.08	.50	.19	.11
notes/sec, missingNotes	.10	.13	.08	.52	.06	.63	.24	.04
numChunks, Chunk_1	-.10	.14	-.08	.50	-.20	.09	-.02	.88
numChunks, missingNotes	-.04	.54	-.08	.50	-.28	.02	.25	.04
Chunk_1, missingNotes	.19	.01	.02	.89	.28	.02	.34	<.01
216 observations			72 observations					

Tab. 26 Indices de corrélations et probabilités des variables dépendantes entre elles, globalement et suivant les contextes graphiques.

Fisher's r to z	I_III_V		AK		ANKA		ANKT		TNK	
	r	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
notes/sec, numChunks	.24	<.01	.02	.89	.37	.01	.17	.23	.38	<.01
notes/sec, Chunk_1	-.03	.62	-.09	.54	.05	.70	-.09	.54	-.13	.35
notes/sec, missingNotes	-.82	<.01	-.84	<.01	-.87	<.01	-.72	<.01	-.87	<.01
numChunks, Chunk_1	-.31	<.01	-.50	<.01	-.24	.08	.01	.93	-.53	<.01
numChunks, missingNote	-.15	.03	.08	.56	-.15	.27	-.14	.32	-.42	<.01
Chunk_1, missingNotes	.00	.97	-.02	.89	-.01	.95	.07	.61	.04	.80
216 observations			54 observations							

Fisher's r to z	II_IV_VI		AK		ANKA		ANKT		TNK	
	r	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
notes/sec, numChunks	.00	.95	-.18	.19	-.21	.13	.19	.17	.07	.63
notes/sec, Chunk_1	.11	.10	-.11	.45	.18	.19	.19	.16	.11	.43
notes/sec, missingNotes	.10	.13	-.03	.82	.11	.42	.26	.06	.11	.42
numChunks, Chunk_1	-.10	.14	-.29	.03	-.09	.54	.17	.22	-.40	<.01
numChunks, missingNote	-.04	.54	-.12	.40	-.02	.91	-.16	.26	-.07	.61
Chunk_1, missingNotes	.19	.01	.23	.09	.22	.11	-.19	.18	.29	.03
216 observations			54 observations							

Tab. 27 Indices de corrélations et probabilités des variables dépendantes entre elles, globalement et suivant les contextes musicaux.

Fisher's r to z	V.		E.		P.		B.		F.		J.	
I_III_V	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
notes/sec, numChunks	.04	.84	.43	.01	.20	.24	.20	.24	.10	.56	.10	.58
notes/sec, Chunk_1	-.09	.62	-.11	.52	-.28	.10	-.13	.46	.14	.42	-.06	.74
notes/sec, missingNotes	-.43	.01	-.79	<.01	-.42	.01	-.67	<.01	-.82	<.01	-.86	<.01
numChunks, Chunk_1	-.24	.15	-.52	<.01	-.50	<.01	-.29	.09	.27	.11	-.41	.01
numChunks, missingNotes	-.03	.86	-.43	.01	-.17	.31	.04	.82	-.01	.98	.12	.51
Chunk_1, missingNotes	.19	.26	.15	.37	.17	.34	.03	.87	-.12	.51	-.01	.94

36 observations

Fisher's r to z	V.		E.		P.		B.		F.		J.	
II_IV_VI	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
notes/sec, numChunks	-.16	.36	-.26	.13	.14	.43	.15	.40	.01	.97	.22	.21
notes/sec, Chunk_1	.00	.99	.14	.41	.10	.58	.16	.35	.08	.65	.26	.13
notes/sec, missingNotes	-.09	.63	-.10	.55	-.11	.54	-.09	.62	-.29	.08	.24	.17
numChunks, Chunk_1	-.02	.92	-.18	.31	.08	.66	.00	1.00	-.33	.05	-.03	.84
numChunks, missingNotes	-.06	.72	.12	.48	.06	.73	-.10	.58	-.21	.22	.01	.96
Chunk_1, missingNotes	.51	<.01	.37	.03	.07	.67	-.18	.29	.18	.29	.10	.58

36 observations

Tab. 28 Indices de corrélations et probabilités des variables dépendantes entre elles, suivant les sujets.

Fisher's r to z	AK		ANKA		ANKT		TNK	
	r	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
I								
notes/sec, numChunks	-.22	.38	.08	.76	.11	.67	.20	.42
notes/sec, Chunk_1	-.01	.96	.24	.34	-.10	.69	.45	.06
notes/sec, missingNotes	-.79	<.01	-.85	<.01	-.53	.02	-.92	<.01
numChunks, Chunk_1	-.46	.06	-.32	.20	-.25	.32	-.33	.19
numChunks, missingNotes	.42	.08	.13	.61	-.21	.40	-.22	.39
Chunk_1, missingNotes	-.10	.71	-.22	.38	-.32	.20	-.57	.01
III								
notes/sec, numChunks	.31	.21	.28	.27	.12	.64	.46	.05
notes/sec, Chunk_1	.18	.47	.03	.92	.10	.71	-.14	.58
notes/sec, missingNotes	-.86	<.01	-.84	<.01	-.80	<.01	-.90	<.01
numChunks, Chunk_1	-.59	.01	-.26	.31	.11	.66	-.53	.02
numChunks, missingNotes	-.14	.58	-.10	.70	.15	.57	-.49	.04
Chunk_1, missingNotes	-.38	.12	.11	.67	.06	.83	.21	.42
V								
notes/sec, numChunks	-.23	.36	.52	.03	.25	.33	.28	.26
notes/sec, Chunk_1	-.11	.68	.04	.88	-.29	.24	-.50	.03
notes/sec, missingNotes	-.82	<.01	-.86	<.01	-.80	<.01	-.81	<.01
numChunks, Chunk_1	-.47	.05	-.18	.48	.10	.70	-.64	<.01
numChunks, missingNotes	.20	.42	-.21	.42	-.29	.26	-.45	.06
Chunk_1, missingNotes	.23	.36	-.06	.81	.37	.13	.37	.14
II								
notes/sec, numChunks	-.25	.33	-.37	.13	.06	.82	.17	.52
notes/sec, Chunk_1	.06	.83	.16	.52	.15	.56	-.02	.93
notes/sec, missingNotes	.07	.80	-.05	.86	.49	.04	.02	.93
numChunks, Chunk_1	-.40	.10	.00	.99	.28	.27	-.39	.11
numChunks, missingNotes	-.04	.87	-.29	.25	-.10	.69	.13	.62
Chunk_1, missingNotes	.10	.70	.29	.25	-.44	.07	-.13	.61
IV								
notes/sec, numChunks	-.43	.08	-.20	.42	.24	.35	-.37	.13
notes/sec, Chunk_1	-.23	.36	-.04	.87	.29	.24	.33	.18
notes/sec, missingNotes	-.08	.77	-.04	.89	.42	.09	.15	.57
numChunks, Chunk_1	-.21	.42	-.40	.11	.11	.67	-.70	<.01
numChunks, missingNotes	-.32	.20	-.22	.38	-.40	.10	-.52	.02
Chunk_1, missingNotes	.63	<.01	-.11	.68	-.03	.89	.64	.00
VI								
notes/sec, numChunks	.27	.29	-.11	.66	.20	.43	.18	.49
notes/sec, Chunk_1	-.03	.90	.35	.16	.16	.53	-.01	.97
notes/sec, missingNotes	-.04	.87	.44	.06	.10	.69	.12	.63
numChunks, Chunk_1	-.32	.20	.12	.65	.29	.24	-.24	.34
numChunks, missingNotes	.00	>.99	.37	.13	-.04	.86	.12	.65
Chunk_1, missingNotes	-.08	.77	.38	.12	.06	.82	.57	.01

18 observations

Tab. 29 Corrélations des variables entre elles pour chaque condition expérimentale.

MANOVA : interactions des variables entre elles .

Type III MANOVA Table (I_III_V)	Value	F-Value	Num DF	Den DF	P-Value
Effect: Lecteur					
Wilks' Lambda	.359	1.264	20	568.093	.0001
Effect: Musi.Context					
Wilks' Lambda	.84	2.564	12	452.715	.0027
Effect: Graphisme					
Wilks' Lambda	.666	9.648	8	342	.0001
Effect: Musi.Context * Lecteur					
Wilks' Lambda	.741	.891	60	669.726	.7067
Effect: Graphisme * Lecteur					
Wilks' Lambda	.758	1.232	40	65.267	.1585
Effect: Musi.Context * Graphisme					
Wilks' Lambda	.909	.687	24	597.758	.8669

Type III MANOVA Table (II_IV_VI)	Value	F-Value	Num DF	Den DF	P-Value
Effect: Lecteur					
Wilks' Lambda	.368	9.98	20	568.093	.0001
Effect: Musi.Context					
Wilks' Lambda	.734	4.674	12	452.715	.0001
Effect: Graphisme					
Wilks' Lambda	.908	2.116	8	342	.0338
Effect: Musi.Context * Lecteur					
Wilks' Lambda	.783	.721	60	669.726	.9432
Effect: Graphisme * Lecteur					
Wilks' Lambda	.879	.565	40	65.267	.9865
Effect: Musi.Context * Graphisme					
Wilks' Lambda	.868	1.033	24	597.758	.4207

Dans les deux tâches, il y a un effet marqué de la part de chacun des facteurs pris individuellement : "lecteur", "contexte graphique" ou "contexte musical" sur les quatre variables dépendantes simultanément, ensemble elles différencient de façon statistiquement significative les conduites des sujets; par contre, aucune interaction globale des facteurs ne ressort statistiquement significative.

CONCLUSION:

A la recherche de ce qui distingue les faibles des bons lecteurs et donc de ce qui fait obstacle chez certains individus à l'acquisition progressive d'une certaine aisance en lecture à vue dans le parcours pourtant commun de l'étude de leur instrument, nous sommes partis de la proposition de GOLDOVSKY (WOLF, 1976) et des travaux de CHASE et SIMON (1973b). Nous supposions au-delà des remarques de GOLDOVSKY que la nature de la difficulté de la tâche de lecture à vue est moins une affaire d'accès à une palette plus étoffée de patterns stockés en MLT *(knowledge of patterns)* qu'une question plutôt stratégique de rapidité de transfert de patterns "non répertoriés" (sans recherches de correspondances en MLT avec des "configurations modèles") exclusivement[1] destinés à une exécution immédiate sur le clavier.

Nous voulions caractériser les différences dans les conduites de lecteurs en des situations variées de lecture à vue, essentiellement suivant deux critères d'analyses : à quelles vitesses et sous quelles formes s'opèrent les transferts de contenus visuels de partitions sur l'instrument et dans quels types de contextes (cf. CHASE et SIMON, 1973b) ressortent les plus grandes différences entre les lecteurs?

Nous avons tenté d'isoler les deux dimensions "vitesse du transfert" et "tailles des unités de transfert" en contrôlant les effets des facteurs contextes graphiques ou musicaux (configurations signifiées vs. pseudo aléatoires) dans deux tâches différentes de lecture à vue (avec ou sans le rythme ni tempo). Les effets des variations opérées sur les contextes graphiques et musicaux visent à favoriser le recours de quelques patterns "préformés" à l'abord de contenus rendus progressivement plus familiers (configurations signifiées), tout au moins chez certains lecteurs privilégiés (les "experts" de CHASE et SIMON, 1973b). Le but de l'utilisation d'une tâche sans signes rythmiques ni tempo imposé étant de libérer les lecteurs du maximum de contraintes pour atteindre une vitesse "pure" du transfert de l'information visuelle "épurée", et d'autre part de montrer l'effet différencié suivant les lecteurs, de la disparition des indices rythmiques.

Notre indice de vitesse est dérivé des travaux de STROOP (*personal tempo*, DAS, 1973), il tient compte du total des notes exécutées correctement parmi les vingt premières notes jouées et du temps écoulé pour jouer ces vingt notes. La division de ce temps par le nombre de notes justes donne une indication du temps de réaction moyen nécessaire pour jouer une note juste et inversement du débit moyen de notes justes par seconde.

Notre définition opérationnelle d'un "chunk-pattern" prétend mesurer les perceptions successives de patterns[2] en temps réel; nous avons assisté aux multiples naissances et métamorphoses de ces groupements fonctionnels que nous repérons dans l'exécution sur le clavier, chez un lecteur et dans un contexte musical donné : notre indice de l'état local et momentané de sa "connaissance des patterns" procède strictement des mesures de ces unités exécutées sur le clavier *(visual image converted into a muscular act)*. Rappelons que pour chaque lecture, les groupements sont délimités suivant la valeur

[1] non pas destinés à quelque "coûteuse" conservation en mémoire à long terme.

[2] elle mesure vraisemblablement les modulations des capacités de transfert de la MCT lors du codage de l'information visuelle (codage plurimodal?) décodé dans l'exécution des mouvements sur le clavier.

absolue[1] de la différence entre les temps d'écarts de deux notes jouées consécutives avec les notes correspondantes de la partition. Notre définition du groupement est donc à chaque fois ajustée aux conduites du lecteur à un moment donné et dans un contexte particulier.

1.La vitesse, le débit

En regard de la variable "débit de notes justes", les lecteurs présentent des conduites relativement constantes dans tous les types de partitions qu'ils jouent en lecture à vue de la tâche avec le rythme : les rangs établis suivant leurs débits de notes justes sont bien conservés dans la plupart des situations expérimentales, les corrélations inter-contextes sont positives et statistiquement significatives. La mesure du débit de notes justes serait un indice discriminant stable : indépendamment des modalités des contextes musicaux ou graphiques et indépendamment aussi des deux tâches (sauf pour un seul sujet qui a présenté des contre-performances dans la deuxième tâche sur lesquelles nous reviendrons au moment de l'analyse des interactions des débits et des groupements au point 3).

On n'observe pas l'effet plancher de CHASE et SIMON (1973b) dans les contextes qui ne présentent pas de contenus familiers (ceci malgré la disparition opérationnalisée d'éventuelles correspondances avec des "configurations modèles" stockés en MLT[2]). Les ensembles de conduites de chaque lecteur tendent vers des moyennes (personal tempo) sensiblement différentes : les différences que l'on retrouve tant dans les contextes signifiés qu'aléatoires[3] ressortent statistiquement significatives .

L'étendue des débits moyens par lecteur dans la tâche avec le rythme varie d'un peu plus de deux notes justes par seconde à plus de quatre pour le sujet le plus rapide, ce qui, transformés en temps de réaction par note juste donnent des moyennes (plus parlantes) de 470 ms et 230 ms (par note juste) avec des pointes à 1097 ms et 172 ms respectivement pour les lecteurs les plus rapides.

Les indices de dispersions indiquent chez les trois lecteurs les moins rapides une plus grande sensibilité aux différents contextes graphiques de la tâche avec le rythme (coefficients de variations en moyenne deux fois plus grands).

Mise à part l'anomalie des contre-performances d'un unique sujet dans la tâche sans le rythme (déjà signalée plus haut), les temps ont été sensiblement meilleurs dans cette deuxième tâche pour les autres lecteurs (22% d'amélioration sur l'ensemble des conduites, tous contextes confondus), mais cela sans pour autant atténuer les différences entre eux.

Il faut cependant relever que les performances dans le contexte graphique quantifié à la croche de la tâche avec le rythme infirment cette tendance : elles ont été en

---

[1] on considère un nouveau groupement si la valeur absolue de cette différence dépasse la valeur calculée de deux fois l'écart-type de toutes les différences absolues observées parmi les vingt premières notes jouées dans cette lecture (cf. la définition opérationnelle du chunk).

[2] "knowledge of patterns" de GOLDOVSKY, cf. le modèle cognitif de WOLF (1976).

[3] En référence aux observations de CHASE et SIMON (1973b) où des différences apparaissent seulement pour les configurations signifiées d'échiquiers; il faut relever que leurs analyses reposent sur des groupes contrastés d'experts et de novices, il ne s'agit pas de différences entre des ensembles de conduites de quelques sujets classés suivant leurs performances établies de l'expérimentation elle-même comme ici et qui induisent nos analyses de corrélations.

moyenne meilleures que celles du niveau correspondant de la tâche sans le rythme : comme si le tempo rapide (120 à la noire, c'est-à-dire deux secondes par mesure) avait eu l'effet inattendu de lancer une sorte de défi aux lecteurs et les avait ainsi contraint à se dépasser, à jouer un cran au-dessus de leurs estimations personnelles de leurs propres capacités. Nous qui pensions relever des records dans cette tâche de vitesse "pure", nous devons nous raviser.

Cette tâche aura cependant apporté l'éclairage nécessaire aux interprétations complémentaires des conduites que nous aborderons au point 3.

2. Les unités de transfert, les groupements effectués

Les groupements effectués dans le transfert de contenus musicaux identiques sont instables, ils varient d'une présentation graphique à l'autre, indépendamment des contextes musicaux, - ils ne se stabilisent pas mieux dans les contextes signifiés. On relève de faibles corrélations inter-contextes graphiques - sauf entre les contextes quantifiés à la double ou à la simple croche (IV-VI) de la tâche sans rythme dont les partitions présentent de toute évidence des différences négligeables dans les espacements entre les notes relativement aux présentations avec les signes rythmiques.

Les bonnes correspondances (corrélations statistiquement significatives) des deux indices numChunks et Chunk_1 révèlent une singulière régularité des groupements effectués entre les deux contextes graphiques IV et VI de la tâche sans le rythme. Ces observations nous apportent élégamment une forme de garantie nécessaire à la validité de nos mesures, de l'algorithme de comparaison automatisée des partitions et de l'opération statistique délimitant les groupements effectués (voir la définition opérationnelle du chunk). En effet, il aurait été délicat à la suite de SHAFFER (1981)[1] d'interpréter de grandes variations dans les conduites des sujets (quelles qu'elles soient) entre ces deux conditions expérimentales en réalité si proches l'une de l'autre.

Comme pour les débits de notes justes, les nombres de groupements effectués (numChunks) tendent vers une limite personnelle mais seulement sur un ensemble suffisamment large d'observations, par contre les tailles des premiers groupements (Chunk_1) ne sont jamais discriminantes : localement, dans les conditions expérimentales, les conduites des sujets en regard de ces deux indices ne sont pas différenciées, la mesure des unités de transfert n'est pas discriminante à ce niveau d'analyse ni pour la taille des premiers groupements ni pour le nombre de groupements effectués (voir p.151 les remarques sur les qualités discriminantes de ces deux indices).

Sur les 216 observations de l'ensemble des sujets ressortent les moyennes de 6.8 notes par groupement effectué dans le transfert des vingt premières notes jouées pour la tâche avec le rythme et 5.5 notes dans l'autre tâche. L'étendue de ces moyennes par lecteur varie de 4.7 à 8.7 notes par groupement, tâches confondues, tailles que l'on retrouve également pour les premiers groupements effectués (Chunks_1). Les sujets ont cependant montré des empans de transfert allant d'une seule note à la fois jusqu'à 19 notes (cf. histogramme des Chunks_1).

Ces chiffres rappellent à première vue les observations de MILLER (7±2 chunks) sur l'empan de la mémoire à court terme pour autant que l'on accepte qu'une note solitaire

[1]SHAFFER (1981) révèle de remarquables régularités de type kinesthésique chez un même lecteur virtuose dans les exécutions répétées d'un extrait musical à chaque fois identique (sans modification de l'écriture comme dans notre expérimentation).

puisse pratiquement faire l'objet d'un "chunk". Ces considérations théoriques (voir aussi l'argumentation du modèle cognitif de WOLF, 1973) et la confrontation de ces résultats nous amènent à penser que les sujets ont été conduits dans la moyenne des cas à occuper les capacités de leurs mémoires à court terme respectives de 7±2 notes individuelles; cela évoque bien sûr une lecture de type "note-à-note" dans des contextes non familiers[1]. Nous devons nous référer systématiquement à notre définition opérationnelle de nos "chunks" : dans quelle mesure nous voulons l'assimiler au "chunk" du modèle de MILLER[2]? Notre définition prétend mesurer les perceptions successives de patterns en temps réel : elle mesure vraisemblablement les modulations des capacités de transfert de la MCT lors du codage de l'information visuelle (codage plurimodal?) décodé dans l'exécution - en "un temps" - des mouvements sur le clavier. S'il s'agit bien de l'empan des transferts successifs, nous faisons l'hypothèse que le stock est à chaque fois déversé d'un seul bloc sur le clavier pour permettre l'acquisition des nouvelles informations glanées de la lecture "en avant". Les observations de SLOBODA (1974)[3] sur l'empan de la lecture en avant (read ahead) montrent justement des tailles étonnamment faibles mais du même ordre de grandeur que la taille moyenne de nos groupements - 6.5 notes pour les meilleurs lecteurs, qui soutiennent notre hypothèse de travail au sujet de la capacité de la MCT. La spécificité de la tâche de lecture à vue est aussi un argument à considérer : en comparaison de la tâche de CHASE et SIMON, il n'est pas question ici de rappel (ni de simple "copie" du stimulus), mais bien de jeu en temps réel avec la présentation du contenu à "mémoriser" toujours "à portée de vue" ! Il est probable que dans une tâche de mémorisation nos lecteurs aient été capables de jouer beaucoup plus de 7 notes en moyenne en organisant au mieux le contenu de leur MCT dans un temps bien supérieur à celui donné par la lecture à vue (cf. BEAN, 1938). En comparaison d'une tâche classique de mémorisation d'un stimulus complexe, le temps à disposition pour une recherche systématique de correspondances et un encodage conduisant à un stockage à plus long terme n'est vraisemblablement pas suffisant lors d'une exécution en temps réel de lecture à vue.

En regard de la mesure de l'empan de la MCT, la taille des groupements "signifiés" dans les contextes qualifiés de "signifiés" était attendue plus grande que celle des groupements effectués dans les contextes de configurations pseudo aléatoires. Les différences ne sont pas statistiquement significatives, nous proposons deux interprétations : 1. les partitions ont peut-être toutes été vécues comme peu familières et appréhendées a priori comme telles, dans une approche de type note-à-note par tous les lecteurs, 2. la définition même de "configuration signifiée" est tributaire des

---

[1]si l'on se réfère au modèle cognitif de WOLF, où il distingue les lecteurs sur la base de l'organisation du contenu des chunks de leurs MCT, les tailles moyennes des unités de transfert de 7±2 notes font penser à des contenus aléatoires qui ne permettent pas l'organisation d'unités plus larges que le niveau de représentation de simples notes, c'est-à-dire vers une lecture note-à-note.

[2]Chunking : process whereby distinct "bits" of information are collected together perceptually and cognitively into larger, coordinated whole, or "chunks" (REBER, 1985, p.122).

[3]A standard method of estimating the amount of preview in normal reading, and thus by inference the capacity of short-term memory store, involves measuring the "eye-voice span". This technique, and a modification of it suitable for application to music reading, has already been described in this journal (Sloboda, 1974). It was shown that better readers had larger spans for single line melodies. The best reader had a span of 6.5 notes, whereas the poorest reader had a span of only 3.5notes (SLOBODA, 1978b, p.12).

exigences de la tâche, nous l'avons déjà suggéré dans notre hypothèse générale à propos des faux objectifs de chercher des correspondances avec des signifiés stockés en MLT, l'idée intuitive qu'un "bon" groupement est forcément grand (traitement dirigé par concepts) ne se vérifie pas dans cette tâche. Nous ne pouvons induire une meilleure lecture à vue de groupements plus larges : la principale qualité d'un "pattern familier" serait d'être rapidement transférable, on s'attend plutôt en temps réel à une optimisation de la taille suivant le critère primordial du débit de notes (justes).

Les résultats qui nous ont également surpris concernant l'effet global du facteur "contexte graphique" sur le nombre de groupements effectués (plus nombreux dans les contextes quantifiés à la croche) sont attribuables exclusivement aux conduites des trois lecteurs les plus rapides (nous allons abordé l'interaction du débit et des groupements au point suivant). Nous interprétons cela en termes de stratégies : dans les contextes plus familiers du quotidien de nos lecteurs, les plus rapides ont cru pouvoir jouer toutes les notes en gardant le tempo indiqué. Il en découle d'inévitables retards et anticipations des notes jouées en regard des notes écrites qui ont déclenché systématiquement l'identification de *chunks* suivant notre définition opérationnelle. Au contraire, dans les situations de contextes plus denses (quantifiés à la double ou triple croche), les lecteurs ont reconnu d'avance qu'ils ne pourraient pas jouer toutes les notes, ils ont donc opéré des choix (repérés sans doute déjà dans le premier aperçu global de la partition) pour aboutir finalement à une lecture moins saccadée (mais avec plus de notes manquées bien sûr !). Dans cette stratégie, les notes jouées n'affectent pas autant de retards ni d'anticipations, elles "tombent" en fonction du tempo à l'instant des notes écrites correspondantes. Cette deuxième stratégie est sans doute aussi celle adoptée systématiquement par les lecteurs moins rapides, mais dans tous les contextes graphiques.

3. L'interaction, compromis d'une optimisation-maximisation.

• Prise isolément dans l'un ou l'autre contexte, la mesure des tailles des unités de transfert n'est pas un bon prédicteur des compétences de lecture à vue d'un lecteur, bien qu'elle soit globalement corrélée avec les performances mesurées par les débits de notes justes. Les corrélations des variables numChunks et notesJustes/sec sont positives pour l'ensemble des conduites et relativement stables localement dans les contextes graphiques III et V , musicaux ANKA et TNK, chez le sujet E. uniquement et dans une seule condition expérimentale (ANKA_V). Chez E., les nombres de regroupements semblent tendre vers une limite optimale en regard des débits de notes justes, au-delà de laquelle les performances ont tendance à décroître suivant un modèle probable de régression curvilinéaire (polynôme au deuxième degré, voir le graphe de la fig.).

Dans ces corrélations, est-ce le débit qui induit artificiellement (définitions opérationnelles) des unités en plus grands nombres ou inversement le nombre d'unités qui influence de façon linéaire le débit ou plutôt la qualité des unités "mieux adaptées"[1] qui conduisent à un débit supérieur ou encore quelque autre facteur latent? Contre nos attentes, en regard de l'empan de la MCT chez les lecteurs apparemment les plus compétents (notre critère est le débit de notes justes), les tailles des premiers groupements présentent une légère tendance décroissante et les nombres de

[1]Si l'on envisage le modèle d'une continuelle optimisation de la taille de transfert par rapport au débit, il ne se satisfait pas d'une corrélation simplement linéaire entre ces deux variables (voir plus loin le modèle théorique de cette interaction-optimisation).

groupements sont en moyenne supérieurs; mais c'est surtout la plus grande variation des tailles de regroupements couplée avec une légère tendance à en effectuer un plus grand nombre occasionnant de plus grandes fréquences de petits regroupements, qui nous semble à l'origine de la corrélation positive entre les variables numChunks et notesJustes/sec .

• La particularité des lecteurs les plus rapides est de présenter de plus grandes variations de regroupements, ils n'affichent pas systématiquement des tailles de transfert plus grandes que celles des lecteurs plus lents (ni pour les contextes signifiés ni aléatoires, en référence aux résultats de CHASE et SIMON).

Au-delà des indices des moyennes, c'est l'étendue des variations de ces groupements qui caractérise le mieux les différences entre les lecteurs (cf. Tab. 12 et l'histogramme des Chunk_1). Alors qu'ils montraient précédemment pour la variable notesJustes/sec de remarquables constances, ce sont apparemment les meilleurs lecteurs qui présentent les plus grandes variations dans les groupements effectués (voir les interprétations au point 3) soit à l'intérieur du contexte graphique V quantifié à la croche soit comparativement de l'un à l'autre : les lecteurs plus rapides ont effectué de plus nombreux groupements dans le contexte V par rapport au contexte I tandis que les lecteurs les plus lents n'ont manifesté aucune différence entre les trois contextes graphiques. D'ailleurs, l'interaction des facteurs lecteur et contexte graphique ressort statistiquement significative relativement aux autres interactions *(p=.08)* pour la variable "numChunks", la définition opérationnelle du chunk-pattern tenant compte du temps, on comprend qu'un effet soit ressorti des variations sur les quantifications-temps, il est cependant différencié selon les lecteurs.

Les contre performances du lecteur E. (2ème rang) dans la tâche sans rythme pour la variable notesJustes/sec sont justement interprétées ici à la lumière des variations de ses regroupements dans cette tâche relativement aux autres lecteurs et à la tâche avec le rythme. Il s'est trouvé vraisemblablement gêné dans ses reconnaissances de patterns en raison de l'absence d'indices graphiques rythmiques, il adopte dans cette tâche une soudaine rigidité des nombres de regroupements effectués (la plus haute moyenne et la plus faible dispersion!) : nombreuses petites unités qui ne sont pas modulées par les caractéristiques locales des configurations (VIVIANI, 1987). Comparativement, le lecteur V. a aussi moins varié ses groupements dans la deuxième tâche alors qu'ils sont restés en mêmes nombres, il s'en est aussi trouvé désavantagé, les améliorations relatives de ses performances moyennes sont moins apparentes que chez d'autres sujets. L'optimisation de l'identification des patterns qui serviront en priorité au transfert sur le clavier semble dépendre de la présence des signes graphiques de la partition car nous n'avons pas observé de corrélation significative dans aucun contexte de la tâche sans rythme, même pas au sein des niveaux IV et VI qui présentent pourtant des régularités évidentes dans les groupements.

Un des effets attendus de l'expertise en lecture à vue devait montrer une plus grande indépendance du champ (contexte), plus de distance par rapport aux détails de la présentation graphique (traitements dirigés par concepts); à l'évidence, les lecteurs les plus performants ont montré au contraire une plus grande sensibilité aux variations de l'écriture de contenus musicaux pourtant identiques; ils ont fait preuve d'une plus grande souplesse dans le découpage de l'information visuelle en unités discrètes et fonctionnelles destinées au transfert moteur sur le clavier (transcodage et plurimodalité?). Nous assistons dans ce type de conduites "expertes", à l'accommodation répétée aux contextes locaux figurée par une modulation continue

des pas d'échantillonnage successifs (VIVIANI, 1987) tablant sur une plus grande complexité des modèles d'échantillonnage (organisation lexicale enrichie mais surtout plus mobile : développement de nouvelles connexions d'un réseau sémantique, genèse en temps réel de nouveaux patterns, représentations éphémères qui vivront la durée du transfert).

4. Le modèle dynamique des transferts de patterns

Arrivés au terme de nos analyses nous développons la proposition de Goldovsky (WOLF, 1976) comme suit : "Beside the knowledge of patterns..." l'identification en temps réel de patterns optimisés pour la résolution de la tâche spécifique de lecture à vue.

Finalement, nous proposons pour la tâche de lecture à vue un modèle dynamique de l'optimisation des patterns et de la maximisation des débits : les conduites tendent vers une limite personnelle de débit de notes justes en relation curvilinéaire avec les tailles de regroupements effectués, c'est-à-dire vers un point d'équilibre en deçà et au-delà duquel les performances ont tendance à diminuer. Ce point d'équilibre n'est cependant pas constant pour un lecteur particulier, il s'accommode des contextes locaux des partitions, d'autant plus fréquemment que les lecteurs se montrent compétents dans cette tâche (cf. VIVIANI,1987) - d'où la plus grande variation des groupements effectués chez les lecteurs les plus rapides.

Les conduites des lecteurs les plus performants tendent probablement vers une taille de transfert optimisée visant à assurer impérativement un débit maximal dans toutes les configurations. La particularité des bons lecteurs étant de faire toujours les groupements (petits ou grands) qui permettent de conserver le débit[1].

Les lecteurs plus faibles maintiennent simplement une taille relativement constante inadaptée aux configurations locales. Par ailleurs, ils perdent vraisemblablement du temps à chercher des groupements à encoder sous la forme la plus usitée et familière pour eux en mémoire à long terme, peut-être à leur insu ils tentent de retenir l'information au lieu de la transmettre le plus rapidement possible aux doigts sur le clavier...

[1]Cela évoque par analogie un modèle cybernétique de transmission de données par paquets, dont la taille fluctue en fonction de l'occupation de la ligne ou des risques de pertes dues aux interférences, ces constants ajustements (modulations) à la qualité de la ligne permettent sur l'ensemble du transfert de gagner un débit de transmission plus grand et avec moins d'erreurs, à l'inverse, une taille fixe des paquets ne profite pas des variations de l'occupation de la ligne et est tributaire des interruptions de la transmission qui pourraient intervenir au milieu d'un paquet.

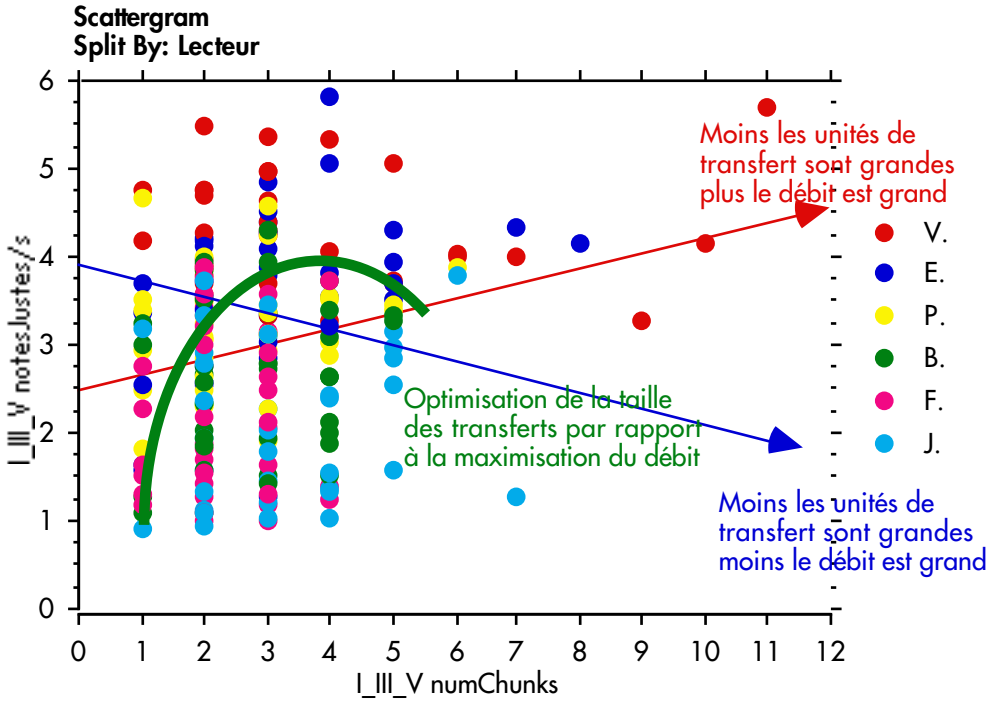


Fig. 68 Illustration des deux tendances divergentes représentées sous la forme de deux vecteurs (droites de régressions) avec la courbe d'équilibre du modèle dynamique de l'interaction des tailles de unités de transfert et des débits.

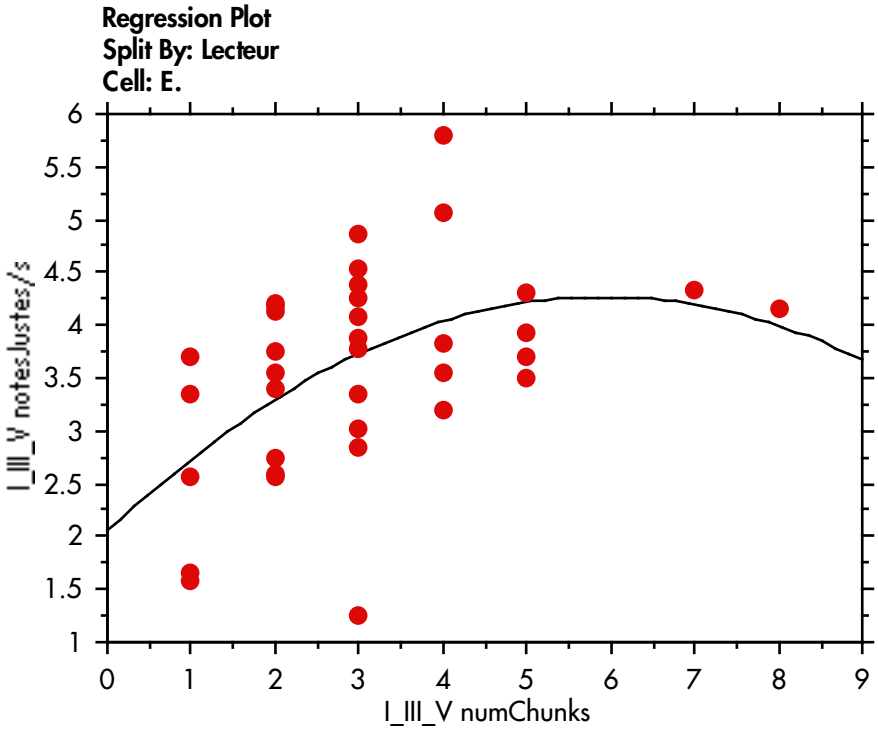


Fig. 69 Courbe de régression telle qu'elle apparaît dans les conduites du lecteur E., tous contextes confondus. Seule régression statistiquement significative intra sujet.

5. Critiques et perspectives

Les dimensions psychologiques sur lesquelles nous avons le plus insisté dans le travail théorique d'introduction n'ont pas été démontrées dans notre expérimentation, à savoir le modèle de plurimodalité des patterns. Nous avons pourtant tenté de contrôler les contenus musicaux en référence à ces modalités (p. ex. contexte kinesthésique et tonal) mais notre analyse quantitative ne permettait pas de mettre en évidence les modalités des patterns. Une approche qualitative et inter juges serait souhaitable sur quelques cas individuels pour attribuer des modalités dominantes à chaque groupement effectué.

Globalement, les comparaisons des conduites entre les contextes musicaux "signifiés" et "aléatoires" ne sont pas statistiquement significatives, pour aucune des variables : ceci nous indique que nos contextes musicaux sont apparus à nos lecteurs comme non signifiés (non familiers), les différences observées entre les groupes de contextes AK, ANKA, TNK et ANKT seraient dues plutôt aux difficultés (nombres et configurations de notes, par paire de contextes) et non pas à leurs contenus que nous avions qualifiés a priori (opérationnalisés) de signifiés ou d'aléatoires. Il serait intéressant de construire des stimuli mieux différenciés sur les contenus musicaux "classiques" et aussi moins difficiles, plus proches de la réalité quotidienne des lecteurs.

Des tâches complémentaires de mémorisation des partitions avant l'exécution "par coeur" ou de rappel immédiat faisant suite à une lecture à vue (comme nous l'avons réalisée mais pas exploitée dans l'analyse des données de cette recherche) apporteraient aussi un éclairage sur la qualité des codes privilégiés chez les uns et les autres.

La variable "numChunks" aurait pu être pondérée plus précisément par les nombres de notes jouées, par exemple, comprises chaque fois dans trois regroupements, tout en gardant l'algorithme de définition des chunks calculé sur la base des vingt premières notes jouées. Nous avons déjà reconnu que cet indice ne donne aucune indication précise sur l'identité des groupements (nombre de notes) dans le cas de mesures isolées.

BIBLIOGRAPHIE

ABRAMS, D., MANSTEAD, A. S. (1981). A test of theories of social facilitation using a musical task. , 20, 271-278.

BEAN, K. L. (1938). An experimental approach to the reading of music, 50 (6, Whole No.226), 1-80.

BOROD, J. C., GOODGLASS, H. (1980). Lateralization of linguistic and melodic processing with age. , 18(1), 79-83.

BOWER, T. G. R. (1987). Les fonctions d'organisation des conduites et des données. In J. Piaget Mounoud P., Bronckart J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 370-416). Gallimard.

BRESSON, F. (1987). Les fonctions de représentation et de communication. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 933-982). Gallimard.

BRONCKART, J. P. (1987a). Introduction "Les conduites de l'enfant". In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 605-615). Gallimard.

BRONCKART, J. P., PAROT, F., VAUCLAIR, J. (1987b). Les fonctions de communications et de représentation chez l'animal,. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 92-122). Gallimard.

BRONCKART, J. P. (1987c). Les fonctions de représentation et de communication chez l'enfant. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 680-714). Gallimard.

BROUCHON, M. (1987). Les fonctions de prise d'information et d'exploration. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 1170-1198). Gallimard.

BRUNER, J. S. (1966). Toward a theory of instruction. New York: Norton.

CAMPBELL, W., HELLER, J. (1981). Psychomusicology and psycholinguistics : parallel paths or separate ways. , 1(2), 1-14.

CHASE, W. G., & SIMON, H.A. (1973a). The mind's eye in chess. In W. G. CHASE (Eds.), Visual information processing New York: Academic Press.

CHASE, W. G., & SIMON, H.A. (1973b). Perception in chess. Cognitive Psychology, 4, 55-81.

COLE, R. A. (1974). Sounds and signs: aspects of musical notation. London: Oxford University Press.

DART, F. E., PRADHAN, P.L. (1967). Cross-cultural teaching of science, 155, 649-656.

DAS, J. P. (1969). Development of verbal abilities in retarded and normal children as measured by Stroop Test. , 8, 59-66.

DAS, J. P. (1972). Patterns of cognitive ability in nonretarded and retarded children, 77(1), 6-12.

DAS, J. P. (1973a). Cultural deprivation and cognitive competence. , 6, 2-50.

DAS, J. P. (1973b). Structure of cognitive abilities: evidence for simultaneous and succesive processing. , 65(1), 103-108.

DAS, J. P., KIRBY, J., JARMAN, R.F. (1975). Simultaneous and successive syntheses: an alternative model for cognitive abilities. , 82(1), 87-103.

DAS, J. P. (1984). Simultaneous and successive process and K-ABC, 18 (3), 229-238.

DAVIES, J. B. (1978). The psychology of music. Londres: Hutchinson.

DECUIR, A. A., MARANTO, C.D. (1979). Analysis of visual and auditory rhythmic perception abilities of piano majors. , 49(2), 659-664.

DEUTSCH, D. (Ed.). (1982). The psychology of music. London: Academic Press, Inc.

DROZ, R. (1987). Les fonctions de prise d'information et d'exploration. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 616-654). Gallimard.

EATON, J. L. (1978) A correlation study of keyboard sight-reading facility with previous training, note-reading, psychomotor, and memorization skills. Indiana U.

ECO, U. (1965). L'Oeuvre Ouverte. Paris: Le Seuil.

ECO, U. (1979). Lector in Fabula. Paris: Grasset.

EDWORTHY, J. (1982). Pitch and contour in music processing. , 2(1), 44-48.

FARNHAM-DIGGORY, S. (1970). Cognitive synthesis in negro and white children, 39.

GERVET, J. (1987). Les fonctions de relations sociales. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 229-273). Gallimard.

GOBET, F. (1993). Les mémoires d'un joueur d'échecs. Fribourg: Editions Universitaires Fribourg Suisse.

GORDON, H. W. (1975). Hemispheric asymmetry and musical performance. , 189, 68-69.

GREGORY, T. B. (1972). The effect of rhythmic notation variables on sight-reading errors. , 20(4), 462-468.

HAMMER, E. (1976). Eye movement : evaluating sight-reading skills, 15 (60).

HANDEL, S., TODD, P. (1981). Segmentation of sequential patterns, 7, 41-55.

HECAEN, H., MARCIE, P. (1987). Les aphasies. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 1235-1276). Gallimard.

HERRMAN, K. (1971). Vom Blatt. Zurich: Hug & Co.

HILLIARD, O. M., TOLIN, P. (1979). Effect of familiarity with background music on performance of simple and difficult reading tasks. , 49, 713-714.

HOC, J. M., NGUYEN-XUAN, A. (1987). Les modèles informatiques de la résolution de problème. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 1712-1756). Gallimard.

HURNI-SCHLEGEL (1983). Das absolute Musikgehoer.

INHELDER, B. (1987). Des structures aux processus. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 654-679). Gallimard.

JENSEN, A. R. (1965). Scoring the Stroop Test. , 24, 398-408.

JONES, M. R. (1981). Music as a stimulus for psychological motion : Part I. Some determinants of expectancies. , 1(2), 34-51.

JONES, M. R. (1982). Music as a stimulus for psychological motion : Part II. An expectancy model. , 2(1), 1-13.

KARKOSCHKA, E. (1972). Notation in new music. Londres: Universal Edition.

KRUMHANSL, C. L. (1979). The psychological representation of musical pitch in a tonal context. , 11, 346-374.

KURKELA, K. (1989). Partition, vision, action. In S. McAdams Deliège, I. (Eds.), La musique et les sciences cognitives (pp. 537-612). Bruxelles: Pierre Mardaga.

LANNERT, V., ULLMAN, M. (1945). Factors in the reading of piano music, 43, 91-99.

LEVY-SCHOEN, A., O'REGAN, J. K. (1989). Le regard et la lecture. , 211, 744-753.

LIBERMAN, M. Y., OLIVE, J.P., ZUKOFSKY, P. (1977). Studies of metric patterns, 62(supplément no.1)(44).

LINDSAY, P. H., NORMAN, D.A. (1980). Traitement de l'information et comportement humain. Paris: Etudes vivantes.

LIPSITT, L. P., MUSTAINE, M.G. (1987). Les processus sensoriels. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 318-369). Gallimard.

LUDEKER, C. T. (1984) A simulated controlled reader utilization for increased sight reading accuracy at the piano. West Virginia U.

LYLE, J. G. (1968). Performance of retarded readers on the memory-for-designs test, 26, 851-854.

MACKNIGHT, C. B. (1975). Music reading ability of beginning wind instrumentalists after melodic instruction. , 23(1), 23-34.

MANN, T. (1950). Le Docteur Faustus. Paris: Albin Michel.

McADAMS, S., DELIEGE, I. (1989). La musique et les sciences cognitives. Bruxelles: Pierre Mardaga.

MICHON, J. A. (1974). Programs and "Programs" for sequential patterns in motor behaviour. , 71, 413-424.

MINSKY, M. (1982). Music, mind and meaning. In M. Clynes (Eds.), Music, Mind and Brain : The Neuropsychology of Music (pp. chap. 1). New York: Plenum Press.

MONTANO, D. R. (1983) The effect of improvisation in given rhythms on rhythmic accuracy in sight-reading achievement by college elementary group piano students. Missouri U., Kansas City.

MOUNOUD, P. (1987). L'utilisation du milieu et du corps propre par le bébé. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 563-603). Gallimard.

NUKI, M. (1984). Memorization of piano music. , 27(3), 157-163.

OSBORN, L. A. (1966). Notation should be metric and representational. , 14, 67-83.

PAILLARD, J. (1987a). Aspects neurobiologiques des fonctions d'utilisation du milieu. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 1623-1652). Gallimard.

PAILLARD, J. (1987b). Système nerveux et fonction d'organisation. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 1378-1441). Gallimard.

PARKER, D. H. (1970). Musical perception and backwardness in reading, 12(3), 244-246.

PETZOLD, R. (1960). The perception of music symbols in music reading by normal children and by children gifted musically. , 26, 271-319.

PIAGET, J., MOUNOUD, P., BRONCKART J.-P. (Ed.). (1987). Psychologie. Gallimard.

PIAZZOLLA, A. (1981). Cinco Piezas (para guitara). Ancona, Italia.: Berben.

PICK, A. D., UNZE, M.G., METZ, S., RICHARDSON, R.M. (1982). Learning to read music: children's use of structure in pitch notation. , 2(2), 33-46.

POLAKOWSKI, K. Z. (1972). Polish research on the psychology of music. Percepcyjne i reprodukcyjne cechy pamieci muzycznej (Perceptive and reproductive characteristics of musical memory). , 20(2), 286-288.

REINEKE, T. (1981). Simultaneous processing of music and speech. (Spring), 58-77.

RICHARD, J. F. (1987). Les fonctions de stockage. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 983-1023). Gallimard.

RICHELLE, M. (1987). Les fonctions de stockage. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 123-160). Gallimard.

ROLL, J. P. (1987). Fonctions de prise d'information et d'exploration. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 1476-1535). Gallimard.

ROSS, B. M., FURTH, H.G. (1987). Les fonctions de stockage. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 715-757). Gallimard.

SCHMIDT, F. O. (1981) The eye movement patterns of woodwind instrument performers while sight-reading. Ohio State University.

SEAGRIM, G. N. (1987). Les fonctions de prise d'information et d'exploration. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 853-901). Gallimard.

SERON, X., FEYEREISEN, P. (1987). La désorganisation du geste dans l'apraxie. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 1277-1317). Gallimard.

SHAFFER, L. H. (1980). Analysing piano performance : a study of concert pianists. In G. E. Stelmach Requin, J. (Eds.), Tutorials behaviour Amsterdam: North Holland.

SHAFFER, L. H. (1981). Performances of Chopin, Bach and Bartok : studies in motor programming. , 13, 326-376.

SHOCKLEY, R. P. (1980) An experimental approach to the memorization of piano music with implications for music reading. Boulder Co. U.

SIMON, H. A., KOTOVSKY, K. (1963). Human acquisition of concepts for sequential patterns. , 70(6), 534-546.

SIMON, H. A., SUMNER, R.K. (1968). Pattern in music. In B. Kleinmutz (Eds.), Formal representation of human judgment (pp. 219-250). New York: Wiley.

SLOBODA, J. A. (1974). The eye-hand span: an approach to the study of sight-reading, 2, 4-10.

SLOBODA, J. A. (1976). Visual perception of musical notation: registering pitch symbols in memory. , 28, 1-16.

SLOBODA, J. A. (1977). Phrase units as determinants of visual processing in music reading. , 68, 117-124.

SLOBODA, J. A. (1978a). Perception of contour in music reading. , 7, 323-331.

SLOBODA, J. A. (1978b). The psychology of music reading. , 6(2), 3-20.

SLOBODA, J. A. (1981). The use of space in music notation. , 25, 86-110.

SLOBODA, J. A. (1982). Music performance. In D. Deutsch (Eds.), The psychology of music (pp. 479-496). New York: Academic Press.

SLOBODA, J. A. (1983). The communication of musical metre in piano performance, 35, 377-396.

SLOBODA, J. A. (1988). L'esprit musicien. Bruxelles: Pierre Mardaga.

SOUMIREU-MOURAT, B. (1987). Les fonctions de stockage. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 1536-1586). Gallimard.

SPICUZZA, P. J. (1980) Piano fingering: an approach based upon the imprint analysis of Blanche Selva. Ball State University.

STROOP, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions, 18, 643-661.

van NUYS, K., WEAVER, H.E. (1943). Memory span and visual pauses in reading rhythms and melodies. , 55(1, Whole No.249), 33-50.

VINTER, A. (1987). Les fonctions de représentation et de communication. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 417-462). Gallimard.

VIVIANI, P. (1987). Fonctions de prise d'information et d'exploration. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 1662-1711). Gallimard.

WATKINS, A. J. (1984) The effect of the use of a recorded soloist as an aid to the teaching of sight reading accompaniments at the piano. Oklahoma U.

WATSON, J. S. (1987). La mémoire dans la petite enfance. In J. Piaget Mounoud, P., Bronckart, J.-P. (Eds.), Psychologie (pp. 463-495). Gallimard.

WEAVER, H. E. (1943). A survey of visual processes in reading differently constructed musical selections. , 55(1, Whole No. 249), 1-30.

WOLF, T. (1976). A cognitive model of musical sight-reading. , 5(2), 143-171.

WRIGHT, T. O. (1982) A study of the tachistoscope in teaching rhythmic sight-reading. Lousiana State U.

ZATORRE, R. J. (1979). Recognition of dichotic melodies by musicians and nonmusicians. , 17, 607-617.

ANNEXES

Annexe 1 : Tableaux récapitulatifs

Fisher's r to z			AK		ANKA		ANKT		TNK	
	r	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
I_III_V										
notes/sec										
I, III	.70	<.01	.64	<.01	.66	<.01	.61	.01	.82	<.01
I, V	.58	<.01	.50	.03	.56	.01	.63	<.01	.70	<.01
III, V	.62	<.01	.58	.01	.64	<.01	.78	<.01	.63	<.01
numChunks										
I, III	.10	.42	-.21	.41	-.11	.66	.37	.13	.20	.43
I, V	-.08	.49	-.21	.41	-.47	.05	.03	.90	.46	.05
III, V	.18	.13	.11	.68	.20	.43	.35	.16	.10	.71
Chunk_1										
I, III	-.04	.75	.13	.62	-.21	.42	.09	.74	-.35	.16
I, V	-.04	.74	-.29	.25	-.24	.34	.30	.24	-.02	.93
III, V	.22	.06	-.03	.90	.77	<.01	-.02	.93	-.05	.85
missingNotes										
I, III	.58	<.01	.57	.01	.57	.01	.47	.05	.71	<.01
I, V	.52	<.01	.67	<.01	.47	.05	.44	.06	.59	.01
III, V	.57	<.01	.59	.01	.63	<.01	.60	.01	.47	.05
II_IV_VI										
notes/sec										
II, IV	.62	<.01	.70	<.01	.64	<.01	.33	.18	.75	<.01
II, VI	.62	<.01	.64	<.01	.65	<.01	.49	.04	.57	.01
IV, VI	.69	<.01	.74	<.01	.76	<.01	.63	<.01	.67	<.01
numChunks										
II, IV	.12	.31	.41	.09	.12	.63	.16	.54	-.32	.19
II, VI	.25	.04	.50	.03	.14	.58	.40	.10	-.17	.50
IV, VI	.34	<.01	.27	.28	-.06	.80	.40	.10	.03	.91
Chunk_1										
II, IV	.20	.09	.27	.28	-.15	.56	.70	<.01	.05	.84
II, VI	.14	.24	.07	.80	.18	.47	.14	.57	.13	.61
IV, VI	.28	.02	.30	.23	.64	<.01	.16	.53	.02	.95
missingNotes										
II, IV	.26	.03	.01	.96	-.19	.46	.51	.03	.64	<.01
II, VI	.45	<.01	.07	.78	.84	<.01	.18	.48	.44	.07
IV, VI	.17	.16	-.28	.27	-.10	.71	.02	.94	.61	.01
72 observations			18 observations							

Tab. 31 Indices de corrélations tous contextes musicaux confondus et éclatés par contexte musical.

Fisher's r to z	**notes/sec**		**numChunks**		**Chunk_1**		**missingNotes**	
	r	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*	*r*	*p*
II, IV	.62	<.01	.12	.306	.20	.089	.26	.028
II, VI	.62	<.01	.25	.037	.14	.236	.45	<.001
IV, VI	.69	<.01	.34	.004	.28	.019	.17	.155
II, I	.59	<.01	.03	.794	-.07	.552	-.24	.042
IV, III	.48	<.01	-.11	.382	.23	.052	.08	.493
VI, V	.50	<.01	.05	.664	.07	.573	-.10	.421
I, III	.70	<.01	.10	.418	-.04	.753	.58	<.001
I, V	.58	<.01	-.08	.490	-.04	.736	.52	<.001
III, V	.62	<.01	.18	.130	.22	.063	.57	<.001

72 observations were used in this computation.

Tab. 32 Indices de corrélations tous contextes musicaux confondus inter contextes graphiques pour toutes les variables dépendantes retenues.

Descriptive Statistics
Split By: I_III_V notesJustes/s, Lecteur

	Mean	Std. Dev.	Count	Minimum	Maximum	Coef. Var.
I_III_V notesJustes/s, Total	2.99	1.13	216	.91	5.81	.38
I_III_V notesJustes/s, notesJustes/s_I, V.	4.06	.56	12	3.26	5.06	.14
I_III_V notesJustes/s, notesJustes/s_I, E.	2.92	1.02	12	1.26	4.20	.35
I_III_V notesJustes/s, notesJustes/s_I, P.	2.92	.79	12	1.81	4.68	.27
I_III_V notesJustes/s, notesJustes/s_I, B.	2.02	.68	12	1.09	3.10	.34
I_III_V notesJustes/s, notesJustes/s_I, F.	1.63	.53	12	1.17	3.15	.33
I_III_V notesJustes/s, notesJustes/s_I, J.	1.82	.76	12	.91	3.15	.42
I_III_V notesJustes/s, notesJuste/s_III, V.	4.03	.50	12	3.34	5.34	.12
I_III_V notesJustes/s, notesJuste/s_III, E.	3.84	.55	12	2.85	4.86	.14
I_III_V notesJustes/s, notesJuste/s_III, P.	2.97	.43	12	2.30	3.51	.14
I_III_V notesJustes/s, notesJuste/s_III, B.	2.41	.73	12	1.41	3.37	.30
I_III_V notesJustes/s, notesJuste/s_III, F.	1.83	.84	12	.99	3.42	.46
I_III_V notesJustes/s, notesJuste/s_III, J.	1.93	.82	12	.93	3.08	.42
I_III_V notesJustes/s, notesJustes/s_V, V.	4.71	.68	12	3.28	5.70	.14
I_III_V notesJustes/s, notesJustes/s_V, E.	4.05	.87	12	2.56	5.81	.22
I_III_V notesJustes/s, notesJustes/s_V, P.	3.58	.60	12	2.28	4.59	.17
I_III_V notesJustes/s, notesJustes/s_V, B.	3.33	.71	12	1.86	4.31	.21
I_III_V notesJustes/s, notesJustes/s_V, F.	3.11	.61	12	2.11	3.89	.20
I_III_V notesJustes/s, notesJustes/s_V, J.	2.68	.90	12	1.03	3.80	.34

Descriptive Statistics
Split By: II_IV_VI notesJustes/s, Lecteur

	Mean	Std. Dev.	Count	Minimum	Maximum	Coef. Var.
II_IV_VI notesJustes/s, Total	3.38	1.11	216	.90	7.53	.33
II_IV_VI notesJustes/s, notesJustes/s_II, V.	4.16	.76	12	2.51	5.23	.18
II_IV_VI notesJustes/s, notesJustes/s_II, E.	3.13	.51	12	2.17	3.98	.16
II_IV_VI notesJustes/s, notesJustes/s_II, P.	3.67	.39	12	3.21	4.37	.11
II_IV_VI notesJustes/s, notesJustes/s_II, B.	3.14	.75	12	2.07	4.57	.24
II_IV_VI notesJustes/s, notesJustes/s_II, F.	2.66	.58	12	1.84	3.76	.22
II_IV_VI notesJustes/s, notesJustes/s_II, J.	2.23	.42	12	1.84	3.12	.19
II_IV_VI notesJustes/s, notesJustes/s_IV, V.	4.82	1.18	12	3.61	7.53	.25
II_IV_VI notesJustes/s, notesJustes/s_IV, E.	3.25	.86	12	1.76	4.83	.26
II_IV_VI notesJustes/s, notesJustes/s_IV, P.	4.08	.64	12	2.56	5.19	.16
II_IV_VI notesJustes/s, notesJustes/s_IV, B.	3.55	1.16	12	1.45	5.32	.33
II_IV_VI notesJustes/s, notesJustes/s_IV, F.	2.49	.80	12	.90	4.15	.32
II_IV_VI notesJustes/s, notesJustes/s_IV, J.	2.44	.76	12	1.44	4.19	.31
II_IV_VI notesJustes/s, notesJustes/s_VI, V.	4.86	1.35	12	2.18	7.53	.28
II_IV_VI notesJustes/s, notesJustes/s_VI, E.	3.59	.64	12	2.18	4.43	.18
II_IV_VI notesJustes/s, notesJustes/s_VI, P.	4.21	.95	12	2.84	6.17	.23
II_IV_VI notesJustes/s, notesJustes/s_VI, B.	3.59	.81	12	2.33	4.89	.23
II_IV_VI notesJustes/s, notesJustes/s_VI, F.	2.50	.55	12	1.55	3.41	.22
II_IV_VI notesJustes/s, notesJustes/s_VI, J.	2.41	.66	12	1.20	3.43	.27

Descriptive Statistics
Split By: I_III_V numChunks, Lecteur

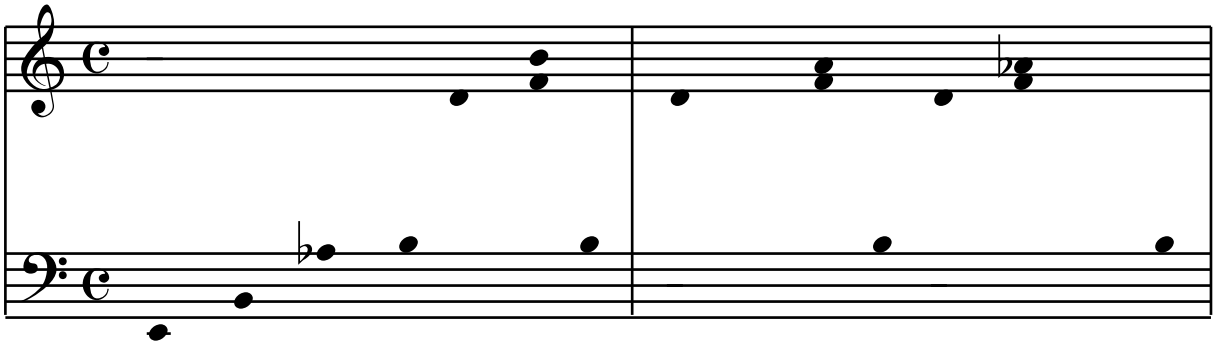
	Mean	Std. Dev.	Count	Minimum	Maximum	Coef. Var.
I_III_V numChunks, Total	2.94	1.56	216	1.00	11.00	.53
I_III_V numChunks, numChunks_I, V.	2.75	1.54	12	1.00	6.00	.56
I_III_V numChunks, numChunks_I, E.	2.00	.74	12	1.00	3.00	.37
I_III_V numChunks, numChunks_I, P.	2.08	.90	12	1.00	4.00	.43
I_III_V numChunks, numChunks_I, B.	2.75	1.14	12	1.00	4.00	.41
I_III_V numChunks, numChunks_I, F.	2.42	1.00	12	1.00	4.00	.41
I_III_V numChunks, numChunks_I, J.	3.42	1.78	12	1.00	7.00	.52
I_III_V numChunks, numChunks_III, V.	3.58	1.51	12	2.00	7.00	.42
I_III_V numChunks, numChunks_III, E.	4.00	1.60	12	2.00	8.00	.40
I_III_V numChunks, numChunks_III, P.	2.50	1.24	12	1.00	5.00	.50
I_III_V numChunks, numChunks_III, B.	2.75	1.29	12	1.00	5.00	.47
I_III_V numChunks, numChunks_III, F.	2.17	.83	12	1.00	3.00	.39
I_III_V numChunks, numChunks_III, J.	3.08	1.16	12	2.00	5.00	.38
I_III_V numChunks, numChunks_V, V.	4.67	3.42	12	2.00	11.00	.73
I_III_V numChunks, numChunks_V, E.	3.25	1.71	12	1.00	7.00	.53
I_III_V numChunks, numChunks_V, P.	3.17	1.34	12	1.00	6.00	.42
I_III_V numChunks, numChunks_V, B.	2.92	1.00	12	2.00	5.00	.34
I_III_V numChunks, numChunks_V, F.	2.42	.79	12	1.00	4.00	.33
I_III_V numChunks, numChunks_V, J.	3.08	1.31	12	1.00	6.00	.43

Descriptive Statistics
Split By: II_IV_VI numChunks, Lecteur

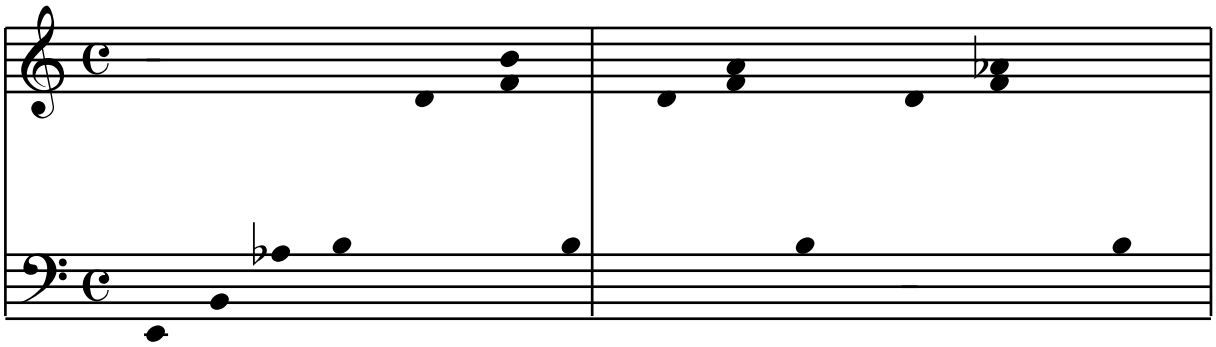
	Mean	Std. Dev.	Count	Minimum	Maximum	Coef. Var.
II_IV_VI numChunks, Total	3.64	1.68	216	1.00	8.00	.46
II_IV_VI numChunks, numChunks_II, V.	3.50	1.68	12	2.00	7.00	.48
II_IV_VI numChunks, numChunks_II, E.	4.42	1.38	12	2.00	6.00	.31
II_IV_VI numChunks, numChunks_II, P.	2.75	1.66	12	1.00	6.00	.60
II_IV_VI numChunks, numChunks_II, B.	2.75	1.29	12	1.00	5.00	.47
II_IV_VI numChunks, numChunks_II, F.	3.75	1.86	12	1.00	7.00	.50
II_IV_VI numChunks, numChunks_II, J.	3.08	1.38	12	1.00	6.00	.45
II_IV_VI numChunks, numChunks_IV, V.	3.42	1.78	12	1.00	6.00	.52
II_IV_VI numChunks, numChunks_IV, E.	4.17	1.27	12	2.00	6.00	.30
II_IV_VI numChunks, numChunks_IV, P.	3.50	1.78	12	1.00	7.00	.51
II_IV_VI numChunks, numChunks_IV, B.	3.67	1.87	12	1.00	6.00	.51
II_IV_VI numChunks, numChunks_IV, F.	4.50	1.93	12	1.00	8.00	.43
II_IV_VI numChunks, numChunks_IV, J.	3.00	1.35	12	1.00	5.00	.45
II_IV_VI numChunks, numChunks_VI, V.	3.92	1.44	12	2.00	6.00	.37
II_IV_VI numChunks, numChunks_VI, E.	4.17	1.59	12	1.00	7.00	.38
II_IV_VI numChunks, numChunks_VI, P.	3.67	2.02	12	1.00	7.00	.55
II_IV_VI numChunks, numChunks_VI, B.	3.92	2.23	12	1.00	7.00	.57
II_IV_VI numChunks, numChunks_VI, F.	4.08	1.38	12	2.00	6.00	.34
II_IV_VI numChunks, numChunks_VI, J.	3.25	1.71	12	1.00	7.00	.53

Annexe 2 : Extraits des présentations de quelques stimuli

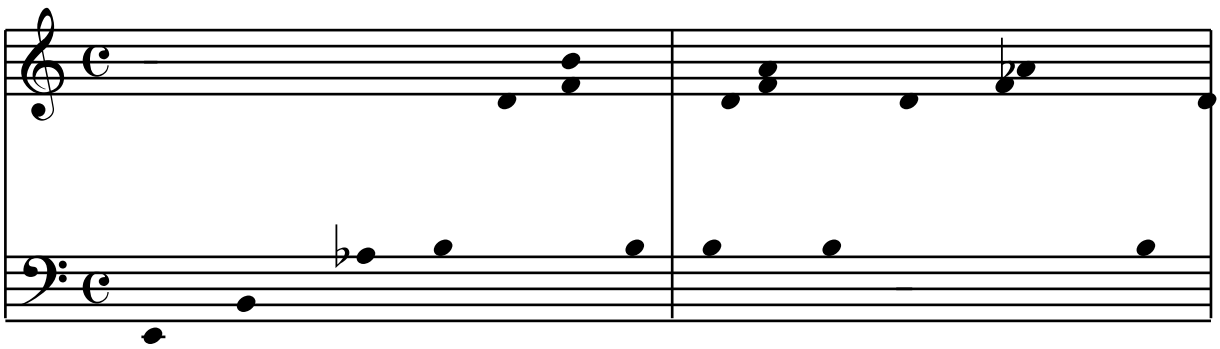
TNK3_VI (8th)



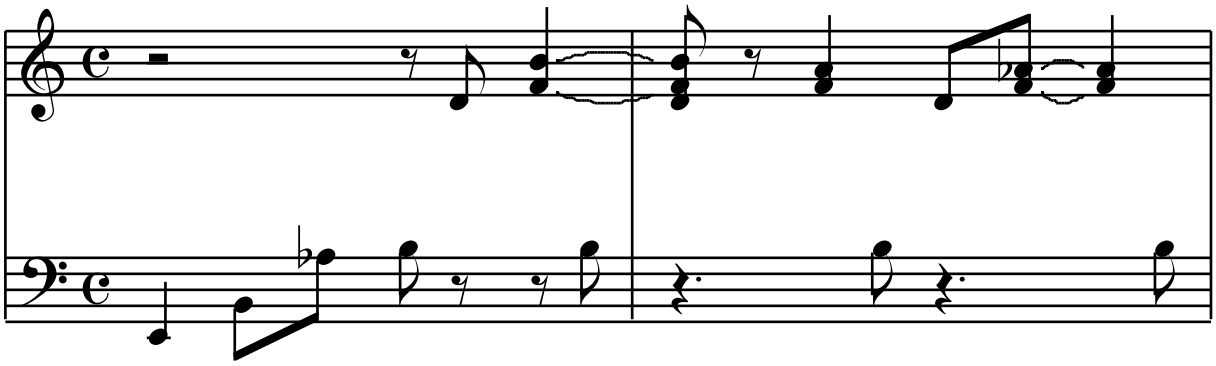
TNK3_IV (16th)



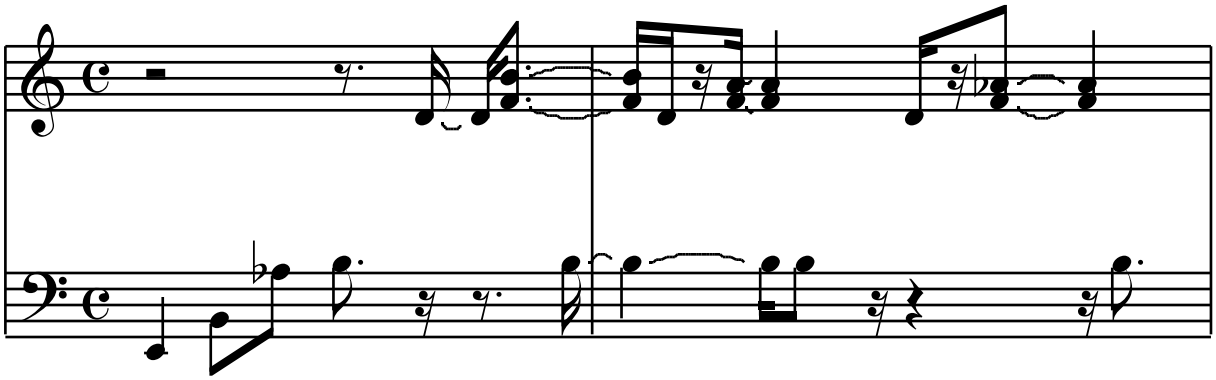
TNK3_II (32th)



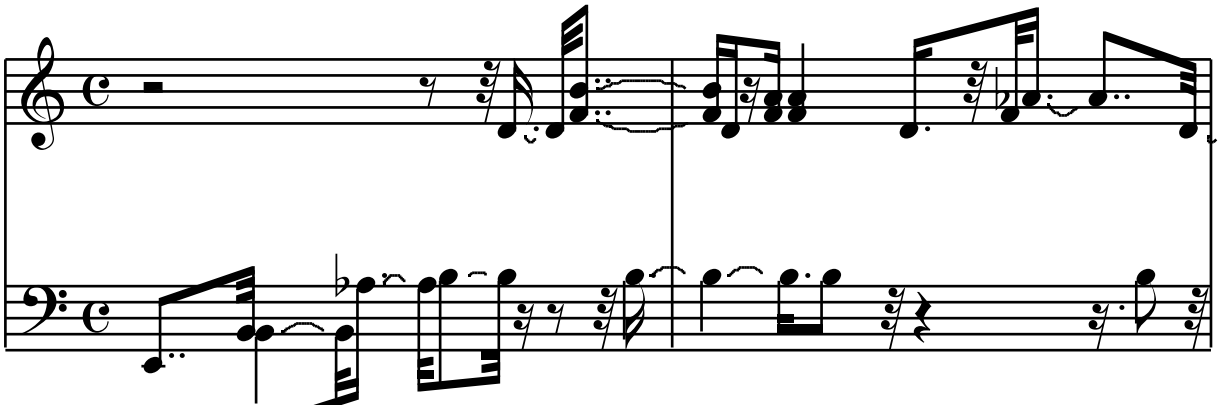
TNK3_V (8th)



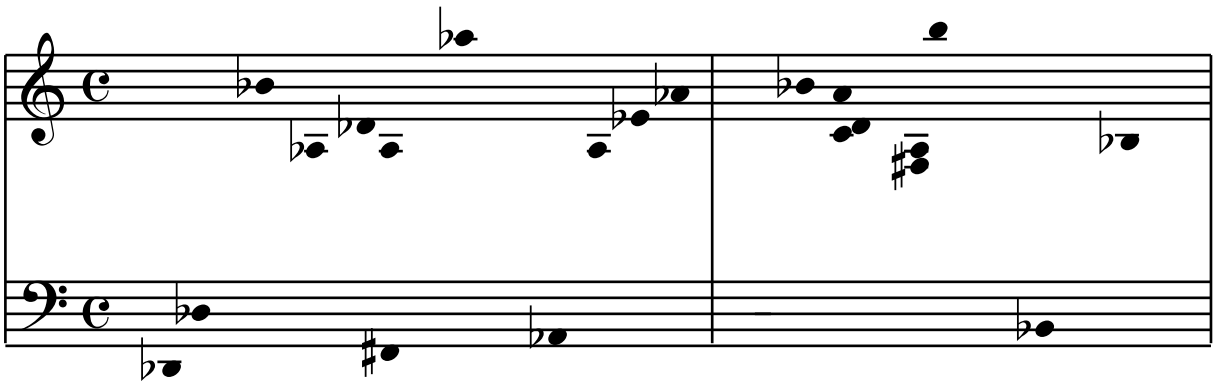
TNK3_III (16th)



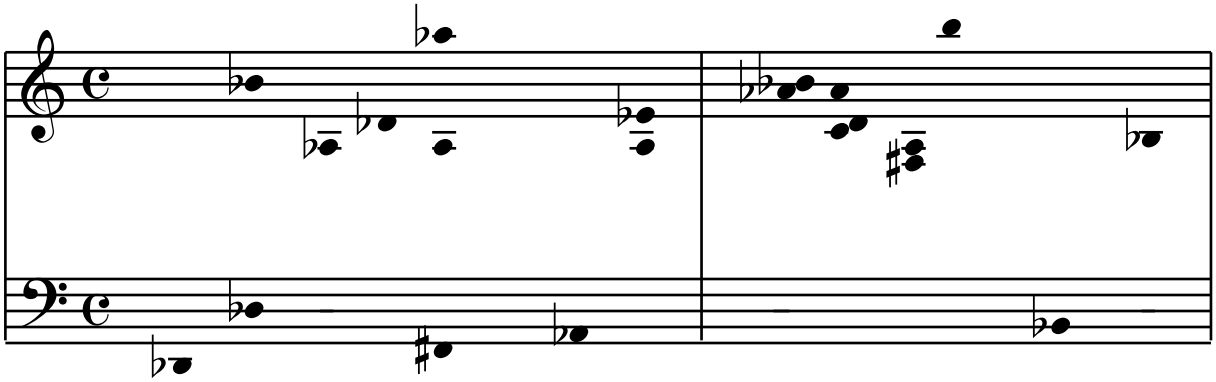
TNK3_I (32th)



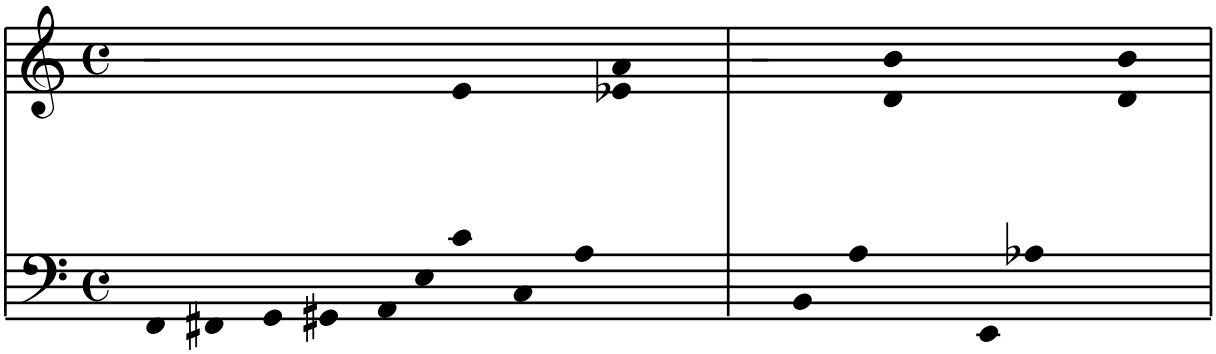
AK.1_IV Bello 16th



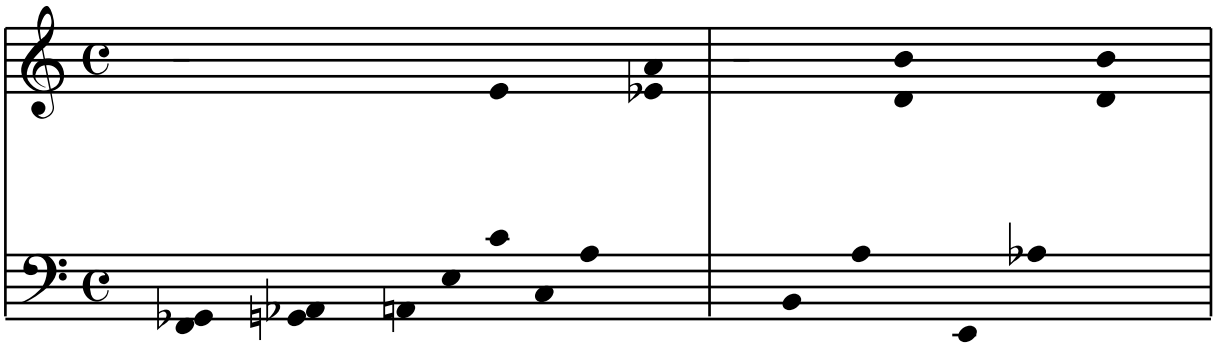
AK.1_VI Bello 8th



TNK.7_IV Compadre 16th



TNK.7_VI Compadre 8th



Annexe 3 : Code source de l'application de conversion des formats MIDI en texte.

Conversion des fichiers au format MIDI standard en fichiers textes ASCII pour la lecture et l'analyse dans le tableur Excel. Langage "C", Symantec THINK C version 5.0.4. Remarques : les fichiers MIDI sauvegardés au format "MIDI File Standard 1 (separate tracks)" doivent s'appeler "MIDI" et seront renommés par défaut "trsf." lors de la conversion.

```
#include<stdio.h>

main()                                  /* MIDI Standard FILE CONVERSION.txt */
{

FILE *fp;
FILE *fw;
int c;

        fp = fopen("MIDI", "r");
        fw = fopen("trsf.", "w");
        while ((c = fgetc(fp)) != EOF)

                if (c == 0x90)                                          /* Note ON */
                        {
                        fprintf(fw,"\nNote on ");
                        c = fgetc(fp);
                        fprintf(fw,"\t%d \t", c);                       /* Note ID */
                        c = fgetc(fp);
                        fprintf(fw,"%d \t", c);                         /* Velocity */
                                {
                                register int value;                     /* Delta-Time */
                                register char c;

                                if ((value = fgetc(fp)) & 0x80)
                                        {
                                                value &= 0x7F;
                                                do
                                                {
                                                        value = (value<<7) + ((c = fgetc(fp)) & 0x7f);
                                                }
                                                        while(c & 0x80);
                                        }
                                        fprintf(fw,"delta:\t%d ", value);
                                }
                        }
                else if (c == 0x80)                                     /* Note OFF */
                        {
                        fprintf(fw,"\nNote off ");
                        c = fgetc(fp);
                        fprintf(fw,"\t%d \t", c);                       /* Note ID */
                        c = fgetc(fp);
                        fprintf(fw,"%d \t", c);                         /* Release vel. */
                                {
                                register int value;                     /* Delta-Time */
                                register char c;

                                if ((value = fgetc(fp)) & 0x80)
```

```
                        {
                                value &= 0x7F;
                                do
                                {
                                        value = (value<<7) + ((c = fgetc(fp)) & 0x7f);
                                }
                                        while(c & 0x80);
                        }
                        fprintf(fw,"delta:\t%d", value);
                }
        }

else if ((c == 0x4D) && (c = fgetc(fp)) == 0x54)
        {
        if ((c = fgetc(fp)) == 0x72 && (c = fgetc(fp)) == 0x6B)          /* MTrk */
                {
                fprintf(fw,"\nMTrk length :\t");
                        {
                        int len = 4;
                        int i;
                        for(i = 0; i < len; i++)
                                {
                                c = fgetc(fp);
                                        fprintf(fw,"%x ", c);
                                }
                        }
                        {
                                        register int value;              /* Delta-Time */
                                        register char c;

                                        if ((value = fgetc(fp)) & 0x80)
                                        {
                                                value &= 0x7F;
                                                do
                                                {
                                                value = (value<<7) + ((c = fgetc(fp)) & 0x7f);
                                                }
                                        while(c & 0x80);
                                        }
                                fprintf(fw,"\t\tdelta:\t%d", value);
                        }
                }
        else if ((c = fgetc(fp)) == 0x64)                                /* MThd */

                {
                fprintf(fw,"\nMThd length, format, ntrks, division\t\t\t");
                        {
                        int len = 10;
                        int i;
                        for(i = 0; i < len; i++)
                                {
                                c = fgetc(fp);
                                        fprintf(fw,"%x ", c);
                                }
                        }
                }
        }


else if (c == 0xB0)                                                      /* Sustain pedal ON/OFF */
        {
        fprintf(fw,"\nControl Sustain ");
        c = fgetc(fp);
        fprintf(fw,"\t%d \t", c);
```

```
		c = fgetc(fp);
		fprintf(fw,"%d \t", c);
			{
			register int value;				/* Delta-Time */
			register char c;

			if ((value = fgetc(fp)) & 0x80)
				{
					value &= 0x7F;
					do
					{
						value = (value<<7) + ((c = fgetc(fp)) & 0x7f);
					}
						while(c & 0x80);
				}
				fprintf(fw,"delta:\t%d", value);
			}
		}
else if (c == 0xFF)					/* **** = META - EVENTS :**** */
		{

		c = fgetc(fp);
		switch(c)
			{
			case 0x01 :				/* Text Event */
				fprintf(fw,"\nText Event:\t");
				{
				int len, i;
				char c;
				len = fgetc(fp);
				for(i = 0; i < len; i++)
					{
						c = fgetc(fp);
						fprintf(fw,"%c", c);
					}
				}
					fprintf(fw,"\n");
					{
						register int value;		/* Delta-Time Start */
						register char c;

						if ((value = fgetc(fp)) & 0x80)
						{
							value &= 0x7F;
							do
							{
							value = (value<<7) + ((c = fgetc(fp)) & 0x7f);
							}
						while(c & 0x80);
						}
					fprintf(fw,"\t\t\tdelta start:\t%d", value);
					}
				break;
			case 0x54 :				/* SMPTE Offset */
				if ((c = fgetc(fp)) == 0x05)
					fprintf(fw,"\nSMPTE Offset\t");
				break;
			case 0x58:				/* Time Signature */
				if ((c = fgetc(fp)) == 0x04)
					fprintf(fw,"\nTime Signature \t");

				break;
			case 0x51 :				/* Set Tempo */
				if ((c = fgetc(fp)) == 0x03)
```

```
                                        fprintf(fw,"\nSet tempo \t");

                                    break;
                                case 0x2F :                                     /* End of Track */
                                    if ((c = fgetc(fp)) == 0x00)
                                        fprintf(fw,"\nEnd of track\n");
                                    break;
                                }
                            }
                    else
                    fprintf(fw,"%0x ", c);
            fclose(fp);
            fclose(fw);
}
```

Annexe 4 : Exemple de conversion d'un fichier MIDI (AK.1 Bello)

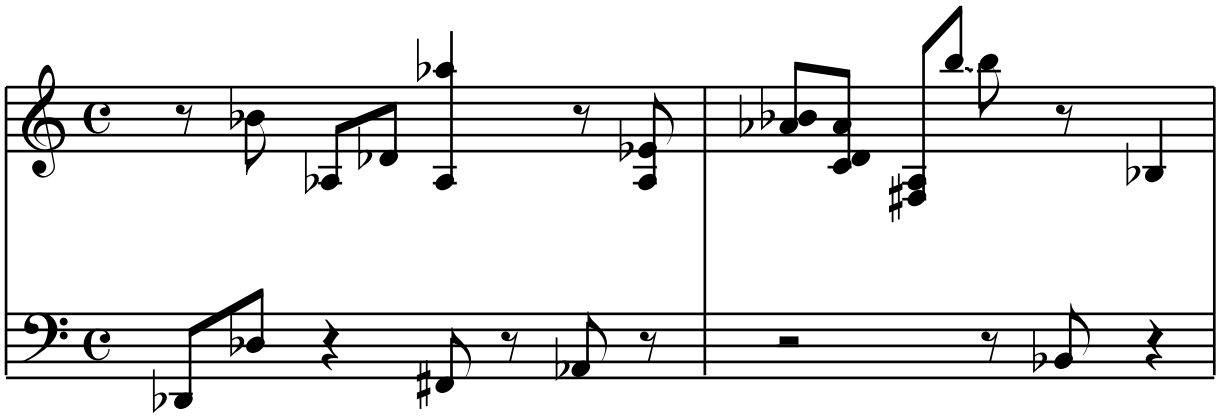


Fig. A4.1 Extrait (20 premières notes) de la présentation du stimulus AK.1 quantifié à la croche (contexte graphique V)

AK.1 Bello.8th

1|1|000	0:00.00	♪Db1	0|169
1|1|172	0:00.18	♪Db2	0|329
1|1|324	0:00.33	♪Bb3	0|173
1|2|018	0:00.52	♪Ab2	0|186
1|2|205	0:00.71	♪Db3	0|192
1|2|397	0:00.91	♪Ab2	0|136
1|2|403	0:00.92	♪F#1	0|195
1|3|119	0:01.12	♪Ab4	0|388
1|4|028	0:01.53	♪Ab1	0|149
1|4|171	0:01.67	♪Ab2	0|131
1|4|204	0:01.71	♪Eb3	0|156
2|1|000	0:02.00	♪Ab3	0|015
2|1|078	0:02.08	♪Bb3	0|163
2|1|242	0:02.25	♪C3	0|145
2|1|267	0:02.27	♪D3	0|144
2|1|275	0:02.28	♪Ab3	0|143
2|1|420	0:02.43	♪F#2	0|150
2|1|454	0:02.47	♪A2	0|183
2|2|158	0:02.66	♪B4	1|053
2|3|210	0:03.22	♪Bb1	0|351
2|4|084	0:03.58	♪Bb2	1|468

Fig. A4.2 Copie écran d'un enregistrement en temps réel sur une piste du séquenceur Performer 3.61

MTrk length :0 0 4 1d			delta: 1
Note on	37	87	delta: 234
Note off	37	0	delta: 7
Note on	49	93	delta: 324
Note on	70	99	delta: 370
Note off	70	0	delta: 2
Note on	56	95	delta: 5
Note off	49	0	delta: 392
Note off	56	0	delta: 1
Note on	61	91	delta: 409
Note on	56	103	delta: 1
Note off	61	0	delta: 12
Note on	42	105	delta: 278
Note off	56	0	delta: 139
Note off	42	0	delta: 2
Note on	80	114	delta: 162
Note off	80	0	delta: 2
Note on	44	70	delta: 305
Note on	56	61	delta: 10
Note off	44	0	delta: 59
Note on	63	61	delta: 208
Note off	56	0	delta: 124
Note off	63	0	delta: 255
Note on	68	64	delta: 32

Tab. A4.1 Extrait du fichier MIDI standard converti au format texte ASCII.

Lecture.V AK.1 (V.)				**MIDI AK.1 8th**						
ms	**Note**	**Vel.ON**	**len.**	**ms**	**Note**	**Vel ON**	**len.**	**delta**	**sigma**	**note**
0	*37*	50	163	**0**	37	64	250	0	0	*37*
72	*70*	48	47	**250**	70	64	250	178	0	*70*
245	*49*	48	202	**250**	49	64	250	5	0	*49*
288	*56*	60	150	**500**	56	64	250	213	0	*56*
579	*61*	50	208	**750**	61	64	250	171	0	*61*
779	*42*	48	515	**1000**	80	64	500	221	2	*42*
988	*56*	65	352	**1000**	56	64	500	13	0	*56*
990	82	127	38	**1000**	42	64	250	10	-1.5	
1272	*44*	69	154	**1500**	44	64	250	228	0	*44*
1588	*56*	42	50	**1750**	63	64	250	163	1	*56*
1750	*63*	65	191	**1750**	56	64	250	0	-1	*63*
1797	*70*	65	468	**2000**	70	64	250	203	0	*70*
2004	*68*	40	22	**2000**	68	64	250	-4	0	*68*
2075	*62*	50	207	2250	68	64	250	175	1	*62*
2527	81	55	193	**2250**	62	64	250	223	4.5	
2995	*46*	60	225	2250	60	64	250	255	4	*46*
3238	*58*	65	377	2500	57	64	250	263	4	*58*
4050	81	55	277	2500	54	64	250	450	4.5	
4557	46	34	177	**2750**	83	64	500			
4882	*82*	48	241	**3250**	46	64	250	368	5	*82*

Tab. A4.2 Importation, arrangement et analyse de correspondances avec la partition dans le tableur Excel 4.0 (voir la macro en annexe 5).

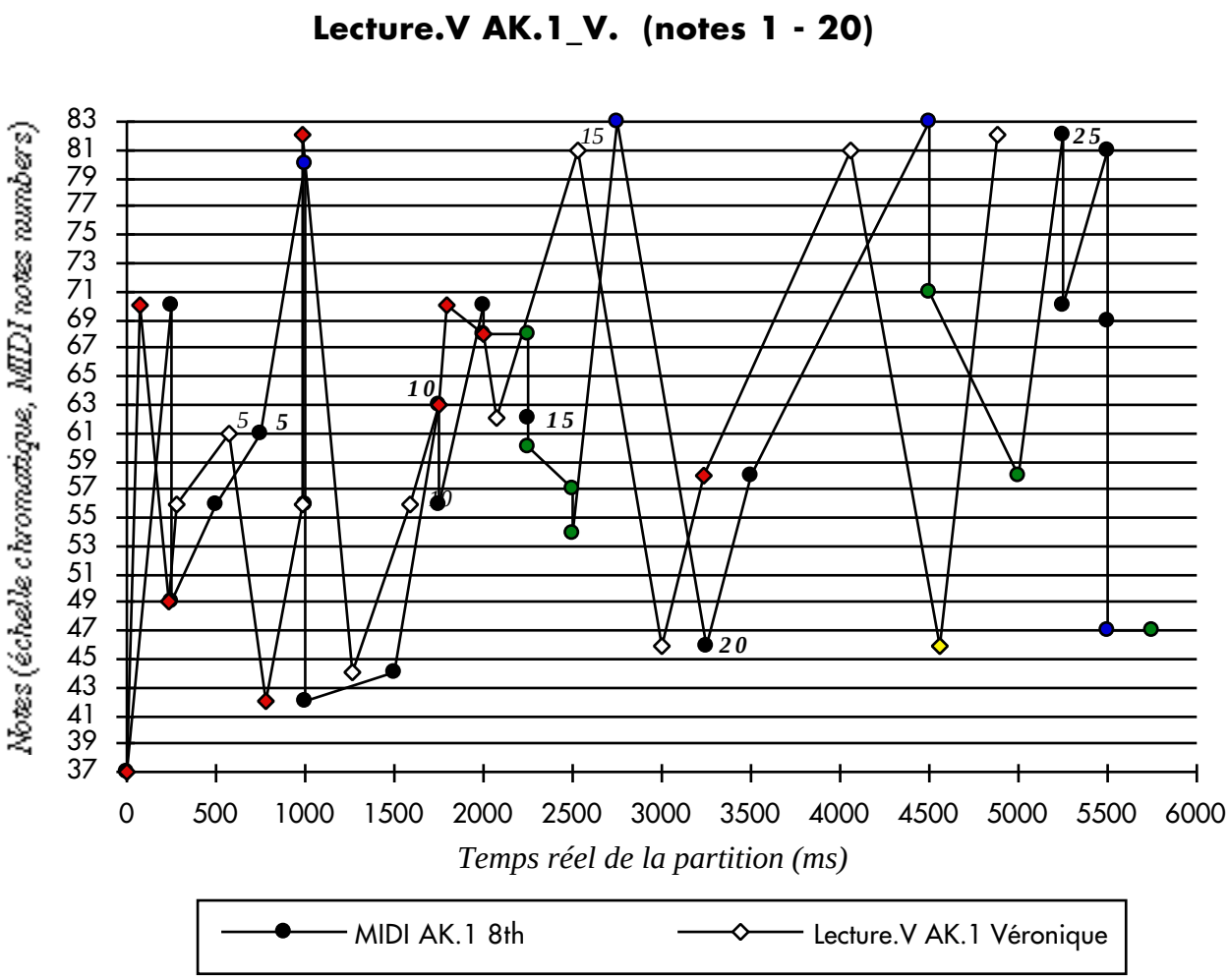


Fig. A4.3 Graphe de comparaison de la partition stimulus AK.1_V avec l'exécution de V. (dans Excel 4.0).

Annexe 5 : Extrait de la macro algorithme de comparaison des partitions

Langage macro Excel 4.0

"VecteursSIGMAfind"

```
RangePointOfCompare     =FOR.CELL("pointOfCompar","R4C2:R23C2",FALSE)
                        =SELECT(pointOfCompar)
                        =RUN(FINDCompare)
                        =NEXT()
                        =FOR.CELL("pointOfCompar","R4C2:R23C2",FALSE)
                        =SELECT(pointOfCompar)
AlternatNoteDifference  =IF(OR(GET.CELL(21,SELECTION()),GET.CELL(20,SELECTION()),NOT(ISBLANK(OFFSET
                        (SELECTION(),0,8)))),NEXT(),RUN(AlternatNoteDifference))
                        =NEXT()
                        =SET.NAME("lastSIGMA",0)
                        =SET.VALUE(tolérance,2*tolérance)
                        =FOR.CELL("pointOfCompar","R4C2:R23C2",FALSE)
                        =SELECT(pointOfCompar)
                        =IF(OR(GET.CELL(21,pointOfCompar),NOT(ISBLANK(OFFSET(SELECTION(),0,8)))),NEXT(
                        ),)
                        =RUN(FINDCompare)
                        =NEXT()
                        =FOR.CELL("pointOfCompar","R4C2:R23C2",FALSE)
                        =SELECT(pointOfCompar)
AlternatNoteDifference  =IF(OR(GET.CELL(21,SELECTION()),GET.CELL(20,SELECTION()),NOT(ISBLANK(OFFSET
                        (SELECTION(),0,8)))),NEXT(),RUN(AlternatNoteDifference))
                        =NEXT()
                        =RUN(corrigSigmaCatégo)
                        =RETURN()

                        pourchaquecelluledesnotesjouées:
FINDCompare             =SET.NAME("notaMe",GET.FORMULA(pointOfCompar))
                        =SET.NAME("notaTimeMe",GET.FORMULA(OFFSET(pointOfCompar,0,-1)))
                        =SET.NAME("rowNotaMe",ROW(pointOfCompar))
                        =IF(rowNotaMe<8)
                        =SELECT(!F3:F33)
                        =SET.NAME("contexteRecherche",SELECTION())
                        =ELSE()
                        =SELECT(contexteRecherche)
                        =END.IF()
                        =ERROR(FALSE)
                        =IF(FORMULA.FIND(notaMe,1,1,1,1,TRUE),SELECT(contexteRecherche),RETURN())
                        =SET.NAME("nbTour",0)
                        =WHILE(FORMULA.FIND(notaMe,1,1,1,1,TRUE))
SItrouve1èrenoteégale   =IF(NOT(OR(GET.CELL(24,ACTIVE.CELL())=7,GET.CELL(24,ACTIVE.CELL())=5)))
                        =SET.NAME("provMatchTime1",OFFSET(ACTIVE.CELL(),0,-1))
                        =SET.NAME("provMatchNote1",ACTIVE.CELL())
                        =SET.NAME("sigmaProvMatchNote1",ROW(ACTIVE.CELL())-rowNotaMe)
SItrouve2èmenoteégale   =IF(AND(FORMULA.FIND.NEXT(),NOT(OR(GET.CELL(24,ACTIVE.CELL())=7,GET.CELL(24
                        ,ACTIVE.CELL())=5)),ROW(ACTIVE.CELL())-ROW(provMatchNote1)>0))
                        =SET.NAME("provMatchTime2",OFFSET(ACTIVE.CELL(),0,-1))
                        =SET.NAME("provMatchNote2",ACTIVE.CELL())
                        =SET.NAME("sigmaProvMatchNote2",ROW(ACTIVE.CELL())-rowNotaMe)
SI3èmenoteégale         =IF(AND(FORMULA.FIND.NEXT(),NOT(OR(GET.CELL(24,ACTIVE.CELL())=7,GET.CELL(24
                        ,ACTIVE.CELL())=5)),ROW(ACTIVE.CELL())-ROW(provMatchNote2)>0))
                        =SET.NAME("provMatchTime3",OFFSET(ACTIVE.CELL(),0,-1))
                        =SET.NAME("provMatchNote3",ACTIVE.CELL())
                        =SET.NAME("sigmaProvMatchNote3",ROW(ACTIVE.CELL())-rowNotaMe)
SI4èmenoteégale         =IF(AND(FORMULA.FIND.NEXT(),NOT(OR(GET.CELL(24,ACTIVE.CELL())=7,GET.CELL(24
                        ,ACTIVE.CELL())=5)),ROW(ACTIVE.CELL())-ROW(provMatchNote3)>0))
                        =SET.NAME("provMatchTime4",OFFSET(ACTIVE.CELL(),0,-1))
                        =SET.NAME("provMatchNote4",ACTIVE.CELL())
                        =SET.NAME("sigmaProvMatchNote4",ROW(ACTIVE.CELL())-rowNotaMe)
                        =IF(ABS(notaTimeMe-provMatchTime3)>ABS(notaTimeMe-provMatchTime4))
```

```
                        =SET.NAME("provMatchTimeBest",provMatchTime4)
                        =ELSE()
                        =SET.NAME("provMatchTimeBest",provMatchTime3)
                        =END.IF()
                        =SELECT(OFFSET(provMatchTimeBest,0,1))
                        =IF(ABS(notaTimeMe-provMatchTime2)>ABS(notaTimeMe-provMatchTimeBest))
                        =SET.NAME("provMatchTimeBest",provMatchTimeBest)
                        =ELSE()
                        =SET.NAME("provMatchTimeBest",provMatchTime2)
                        =END.IF()
                        =SELECT(OFFSET(provMatchTimeBest,0,1))
                        =IF(ABS(notaTimeMe-provMatchTime1)>ABS(notaTimeMe-provMatchTimeBest))
                        =SET.NAME("provMatchTimeBest",provMatchTimeBest)
                        =ELSE()
                        =SET.NAME("provMatchTimeBest",provMatchTime1)
                        =END.IF()
                        =SELECT(OFFSET(provMatchTimeBest,0,1))
                        =ELSE()
valeurfictivehorsmatch  =SET.NAME("sigmaProvMatchNote4",50)
                        =IF(ABS(notaTimeMe-provMatchTime2)>ABS(notaTimeMe-provMatchTime3))
                        =SET.NAME("provMatchTimeBest",provMatchTime3)
                        =ELSE()
                        =SET.NAME("provMatchTimeBest",provMatchTime2)
                        =END.IF()
                        =SELECT(OFFSET(provMatchTimeBest,0,1))
                        =END.IF()
                        =IF(ABS(notaTimeMe-provMatchTime1)>ABS(notaTimeMe-provMatchTimeBest))
                        =SET.NAME("provMatchTimeBest",provMatchTimeBest)
                        =ELSE()
                        =SET.NAME("provMatchTimeBest",provMatchTime1)
                        =END.IF()
                        =SELECT(OFFSET(provMatchTimeBest,0,1))
                        =ELSE()
valeurfictivehorsmatch  =SET.NAME("sigmaProvMatchNote3",49)
                        =IF(ABS(notaTimeMe-provMatchTime1)>ABS(notaTimeMe-provMatchTime2))
                        =SET.NAME("provMatchTimeBest",provMatchTime2)
                        =ELSE()
                        =SET.NAME("provMatchTimeBest",provMatchTime1)
                        =END.IF()
                        =SELECT(OFFSET(provMatchTimeBest,0,1))
                        =END.IF()
                        =ELSE()
valeurfictivehorsmatch  =SET.NAME("sigmaProvMatchNote2",48)
                        =SET.NAME("provMatchTimeBest",OFFSET(provMatchNote1,0,-1))
                        =SELECT(provMatchNote1)
                        =END.IF()
                        =IF(ABS(provMatchTimeBest-notaTimeMe)<tolérance,BREAK(),RETURN())
                        =END.IF()
                        =SET.NAME("nbTour",nbTour+1)
                        =IF(nbTour>5,BREAK())
                        =NEXT()
                        =ERROR(TRUE)
                        =SET.NAME("notaMeFound",GET.FORMULA(ACTIVE.CELL()))
                        =SET.NAME("notaTimeFoundMe",GET.FORMULA(OFFSET(ACTIVE.CELL(),0,-1)))
                        =SET.NAME("rowNotaMeFound",ROW(ACTIVE.CELL()))
checkformatchw/lastSigma =IF(AND(NOT(OR(GET.CELL(24,ACTIVE.CELL())=7,GET.CELL(24,ACTIVE.CELL())=5)),AB
                        S(notaTimeFoundMe-notaTimeMe)<tolérance,rowNotaMeFound-rowNotaMe=lastSIGMA))
                        =RUN(colorMePINK)
                        =ELSE()
comparerles4valeurs     =IF(ABS(sigmaProvMatchNote4-lastSIGMA)<ABS(sigmaProvMatchNote3-lastSIGMA))
dessigmasProvMatchNote  =SELECT(provMatchNote4)
                        =ELSE.IF(ABS(sigmaProvMatchNote3-lastSIGMA)<ABS(sigmaProvMatchNote2-lastSIGMA))
                        =SELECT(provMatchNote3)
                        =ELSE.IF(ABS(sigmaProvMatchNote2-lastSIGMA)<ABS(sigmaProvMatchNote1-lastSIGMA))
                        =SELECT(provMatchNote2)
                        =ELSE()
                        =SELECT(provMatchNote1)
                        =END.IF()
```

```
retard/avancesurtempo<1s.   =IF(AND(NOT(OR(GET.CELL(24,ACTIVE.CELL())=7,GET.CELL(24,ACTIVE.CELL())=5)),ABS(GET.FORMULA(OFFSET(ACTIVE.CELL(),0,-1))-notaTimeMe)<décalage,GET.FORMULA(ACTIVE.CELL())=notaMe))
décalage<1000               =RUN(colorMePINK)
                            =ELSE()
                            =SELECT(OFFSET(provMatchTimeBest,0,1))
                            =IF(AND(NOT(OR(GET.CELL(24,ACTIVE.CELL())=7,GET.CELL(24,ACTIVE.CELL())=5)),ABS(GET.FORMULA(OFFSET(ACTIVE.CELL(),0,-1))-notaTimeMe)<décalage,GET.FORMULA(ACTIVE.CELL())=notaMe),RUN(colorMePINK),RETURN())
                            =END.IF()
                            =END.IF()
                            =RETURN()

CheckABSDeltasForCHunk      =IF(ABS(notaTimeFoundMe-notaTimeMe)<tolérance)
                            =IF(ISBLANK(OFFSET(ACTIVE.CELL(),-1,3)),SET.NAME("deltaOfNoteBeforeFound","0"),SET.NAME("deltaOfNoteBeforeFound",GET.FORMULA(OFFSET(ACTIVE.CELL(),-1,3))))
                            =SET.NAME("AbsDiffDeltaPairedNotes",ABS((notaTimeFoundMe-notaTimeMe)-deltaOfNoteBeforeFound))
                            =IF(AbsDiffDeltaPairedNotes>tolérance/2)
                            =RETURN()
                            =ELSE()
                            =RUN(colorMePINK)
                            =END.IF()
                            =ELSE()
                            =RETURN()
                            =END.IF()
                            =RETURN()

DontCheckAnymore            =IF(ABS(notaTimeFoundMe-notaTimeMe)<tolérance,RUN(colorMePINK),RETURN())
retard/avancesurtempo<1s.   =RETURN()

colorMePINK                 =SET.NAME("pointFound",ACTIVE.CELL())
                            =SET.NAME("notaTimeFoundMe",OFFSET(ACTIVE.CELL(),0,-1))
                            =SELECT(pointFound)
                            =SELECT("R[-3]C:R[100]C")
                            =SET.NAME("contexteRecherche",SELECTION())
                            =SELECT(pointFound)
                            =FORMAT.FONT(,,,,,,7,,)
DeltaTime                   =SELECT(OFFSET(pointFound,0,-1))
                            =FORMAT.FONT(,,TRUE)
                            =SELECT(pointOfCompar)
                            =FORMAT.FONT(,,,TRUE,,,7)
                            =COPY(,"RC[9]")
                            =SELECT("RC[8]")
différencedelignes          =FORMULA(ROW(pointFound)-ROW(pointOfCompar))
traceDernierSIGMA           =SET.NAME("lastSIGMA",ROW(pointFound)-ROW(pointOfCompar))
                            =FORMAT.FONT(,,,,,,3)
                            =SELECT("RC[-1]")
.=deltat                    =FORMULA(notaTimeFoundMe-notaTimeMe)
traceDernierDELTA           =SET.NAME("lastDELTA",notaTimeFoundMe-notaTimeMe)
                            =FORMAT.NUMBER("0")
                            =SELECT(pointFound)
                            =RETURN()

AlternatNoteDifference      =SELECT(OFFSET(pointOfCompar,0,-1))
                            =SET.NAME("tempsRéf",GET.FORMULA(SELECTION()))
                            =SET.NAME("noLigneRéf",ROW(SELECTION()))
                            =IF(noLigneRéf<7)
                            =SET.NAME("retour",4-noLigneRéf)
                            =SELECT(OFFSET(SELECTION(),retour,4))
                            =ELSE()
                            =SELECT("R[-2]C[4]")
                            =END.IF()
                            =ERROR(FALSE)
Bold?=déjàtrouvé            =WHILE(GET.CELL(20,SELECTION()))
                            =SELECT("R[1]C")
                            =NEXT()
```

```
while                          =WHILE(AND(tempsRéf+décalage>GET.FORMULA(SELECTION())+0,ABS(noLigneRéf-
                               ROW(SELECTION()))<numLignesSearch))
décalage<15(Near)notes         =IF(ISERROR(while),RETURN(),)
                               =IF(OR(GET.CELL(21,SELECTION()),GET.CELL(20,SELECTION())))
                               =WHILE(OR(GET.CELL(21,SELECTION()),GET.CELL(20,SELECTION())))
                               =SELECT("R[1]C")
                               =NEXT()
                               =GOTO(theNext)
                               =ELSE()
                               =SET.NAME("tpsProv",GET.FORMULA(SELECTION()))
                               =SET.NAME("CelluleTpsProv",SELECTION())
                               =IF(ABS(tpsProv-tempsRéf)<tolérance)
                               =SELECT(pointOfCompar)
                               =SELECT("R[-2]C[8]:R[-1]C[8]")
                               =SET.NAME("sigmasContextuels",SELECTION())
                               =WHILE(COUNTA(sigmasContextuels)<1)
                               =SET.NAME("sigmasContextuels",OFFSET(sigmasContextuels,-1,0))
                               =NEXT()
averageSigmasContextuels       =AVERAGE(sigmasContextuels)
                               =SELECT(pointOfCompar)
                               =SELECT("R[-2]C[7]:R[-1]C[7]")
                               =SET.NAME("deltasContextuels",SELECTION())
                               =WHILE(COUNTA(deltasContextuels)<1)
                               =SET.NAME("deltasContextuels",OFFSET(deltasContextuels,-1,0))
                               =NEXT()
averagedeltasContextuels       =AVERAGE(deltasContextuels)
                               =SELECT(CelluleTpsProv)
                               =SET.NAME("noLigneProv",ROW(SELECTION()))
margesdetolérance              =IF(AND(ABS(GET.FORMULA("RC[1]")-
                               GET.FORMULA(pointOfCompar))>0,ABS(GET.FORMULA("RC[1]")-
                               GET.FORMULA(pointOfCompar))<2,ABS(noLigneProv-
                               noLigneRéf)>averageSigmasContextuels-4,ABS(noLigneProv-
                               noLigneRéf)<averageSigmasContextuels+4,OR(tpsProv-tempsRéf-
                               averagedeltasContextuels>200,tpsProv-tempsRéf-averagedeltasContextuels<200)))
:-200,+200ms                   =FORMAT.FONT(,,TRUE)
&rang-3,+3                     =SELECT("RC[1]")
                               =FORMAT.FONT(,,,,,,5)
                               =SELECT(OFFSET(pointOfCompar,0,7))
                               =FORMULA(tpsProv-tempsRéf)
                               =FORMAT.NUMBER("0")
                               =SELECT("RC[1]")
                               =FORMULA(noLigneProv-noLigneRéf+0.25)
                               =FORMAT.FONT(,,,,,,5)
                               =BREAK()
                               =ELSE()
                               =IF(AND(ABS(GET.FORMULA("RC[1]")-
                               GET.FORMULA(pointOfCompar))>0,ABS(GET.FORMULA("RC[1]")-
                               GET.FORMULA(pointOfCompar))<3,ABS(noLigneProv-
                               noLigneRéf)>averageSigmasContextuels-4,ABS(noLigneProv-
                               noLigneRéf)<averageSigmasContextuels+4,OR(tpsProv-tempsRéf-
                               averagedeltasContextuels>200,tpsProv-tempsRéf-averagedeltasContextuels<200)))
                               =FORMAT.FONT(,,TRUE)
                               =SELECT("RC[1]")
                               =FORMAT.FONT(,,,,,,5)
                               =SELECT(OFFSET(pointOfCompar,0,7))
                               =FORMULA(tpsProv-tempsRéf)
                               =FORMAT.NUMBER("0")
                               =SELECT("RC[1]")
                               =FORMULA(noLigneProv-noLigneRéf+0.5)
                               =FORMAT.FONT(,,,,,,5)
                               =BREAK()
                               =END.IF()
                               =SELECT("R[+1]C")
                               =END.IF()
                               =ELSE()
                               =SELECT("R[+1]C")
                               =END.IF()
                               =END.IF()
theNext                        =NEXT()
                               =RETURN()
```

```
                    =ACTIVATE.NEXT()
                    =ECHO()
corrigSigmaCatégo   =SELECT(!O4)
                    =SELECT.END(4)
                    =SELECT("R[-4]C")
                    =FORMULA(-1000)
                    =FORMAT.NUMBER("0")
                    =SELECT("R[1]C")
                    =FORMULA(-500)
                    =FORMAT.NUMBER("0")
                    =SELECT("R[1]C")
                    =FORMULA(-250)
                    =FORMAT.NUMBER("0")
                    =SELECT("R[1]C[1]")
                    =FORMAT.FONT(,,,,,,3)
                    =SELECT("RC[-1]")
                    =FORMULA(250)
                    =FORMAT.NUMBER("0")
                    =SELECT("R[1]C")
                    =FORMULA(500)
                    =FORMAT.NUMBER("0")
                    =SELECT(!I4:I23)
                    =DEFINE.NAME("lesDeltas",SELECTION())
                    =SELECT(!P4)
                    =SELECT.END(4)
                    =SELECT("rc:r[-5]c")
                    =FORMULA.ARRAY("=Frequency(lesDeltas,catégoSigma)",)
                    =CALCULATE.DOCUMENT()
                    =SELECT("R[-5]C")
                    =FORMULA("=eltiempoA20/COUNTA(nNotesJustes)")
                    =SELECT("RC[-1]")
                    =FORMULA("T./notejuste")
                    =SELECT("R[1]C[1]")
                    =FORMULA("=COUNTA(nNotesJustes)")
                    =SELECT("RC[-1]")
                    =FORMULA("N.justes")
                    =SELECT(!P4)
                    =SELECT.END(4)
                    =SELECT("r[-11]c")
                    =FORMULA("0")
                    =FORMAT.NUMBER("0")
                    =SET.NAME("missingNotes",SELECTION())
                    =SELECT("rc[-1]")
                    =FORMULA("MissingNotes")
setMissingNotes     =FOR.CELL("pointOfObserv","R4C5:R23C5",FALSE)
                    =SELECT(pointOfObserv)
                    =IF(NOT(GET.CELL(20,SELECTION())))
                    =SELECT("rc[1]")
                    =FORMAT.FONT(,,,,,,4)
                    =SELECT(missingNotes)
                    =FORMULA(GET.FORMULA(missingNotes)+1)
                    =END.IF()
                    =NEXT()
                    =SELECT(!P4)
                    =SELECT.END(4)
                    =SELECT("r[-12]c")
                    =FORMULA("0")
                    =FORMAT.NUMBER("0")
                    =SET.NAME("NearNotes",SELECTION())
                    =SELECT("rc[-1]")
                    =FORMULA("NearNotes")
setNearNotes        =FOR.CELL("pointOfObserv","R4C10:R23C10",FALSE)
                    =SELECT(pointOfObserv)
                    =IF(GET.CELL(24,SELECTION())=5)
                    =SELECT(NearNotes)
                    =FORMULA(GET.FORMULA(NearNotes)+1)
                    =END.IF()
                    =NEXT()
                    =RUN(NumberPoints)
                    =RETURN()
```

```
NumberPoints            =ERROR(FALSE)
                        =IF(ISERROR(SELECT("Chart6")))
                        =IF(ISERROR(SELECT("Chart5")))
                        =IF(ISERROR(SELECT("Chart4")))
                        =IF(ISERROR(SELECT("Chart3")))
                        =IF(ISERROR(SELECT("Chart2")))
                        =SELECT("Chart1")
                        =ELSE()
                        =SELECT("Chart2")
                        =END.IF()
                        =ELSE()
                        =SELECT("Chart3")
                        =END.IF()
                        =ELSE()
                        =SELECT("Chart4")
                        =END.IF()
                        =ELSE()
                        =SELECT("Chart5")
                        =END.IF()
                        =ELSE()
                        =SELECT("Chart6")
                        =END.IF()
                        =ERROR(TRUE)
selectedO               =SELECTION()
docuName                =GET.DOCUMENT(1)
embeChart               =docuName&""&selectedO
                        =ERROR(FALSE)
                        =IF(ISERROR(UNHIDE(docuName&""&"Chart1")),UNHIDE(docuName&""&"Chart2"),UNHIDE
                        (docuName&""&"Chart1"))
                        =EDIT.SERIES(1,"='"&docuName&"'!R1C5","='"&docuName&"'!R4C5:R33C5","='"&docuNam
                        e&"'!R4C6:R33C6",,1)
                        =EDIT.SERIES(2,"='"&docuName&"'!R1C1","='"&docuName&"'!R4C1:R23C1","='"&docuNam
                        e&"'!R4C2:R23C2",,2)
                        =HIDE()
                        =ERROR(FALSE)
                        =IF(ISERROR(UNHIDE(docuName&""&"Chart1")),UNHIDE(docuName&""&"Chart2"),UNHIDE
                        (docuName&""&"Chart1"))
unColorAllSeries        =SELECT("S1")
                        =PATTERNS(1,1,1,1,0,8,1,1,FALSE)
                        =SELECT("S2")
                        =PATTERNS(1,1,1,1,0,2,1,2,FALSE)
                        =HIDE()
                        =SELECT("R4C30:R23C30")
                        =CLEAR(3)
                        =SELECT("R5C9:R43C9")
                        =FORMAT.FONT(,,,,,,1)
colorMissingOnGraph     =FOR.CELL("missingNote","='"&docuName&"'!R4C5:R33C5",FALSE)
                        =SELECT(missingNote)
                        =IF(NOT(GET.CELL(20,SELECTION())))
                        =SET.NAME("rowie",ROW(SELECTION())-3)
                        =IF(ISERROR(UNHIDE(docuName&""&"Chart1")),UNHIDE(docuName&""&"Chart2"),UNHIDE
                        (docuName&""&"Chart1"))
                        =SELECT("S1P"&rowie,TRUE)
                        =PATTERNS(1,1,1,1,0,8,1,4,FALSE)
                        =HIDE()
                        =END.IF()
                        =NEXT()
                        =ERROR(FALSE)
colorFalseOnGraph       =FOR.CELL("falseNote","='"&docuName&"'!R4C10:R23C10",FALSE)
                        =SELECT(falseNote)
                        =IF(ISBLANK(SELECTION()))
                        =SET.NAME("rowie",ROW(SELECTION())-3)
                        =IF(ISERROR(UNHIDE(docuName&""&"Chart1")),UNHIDE(docuName&""&"Chart2"),UNHIDE
                        (docuName&""&"Chart1"))
                        =SELECT("S2P"&rowie,TRUE)
                        =PATTERNS(1,1,1,1,0,2,1,6,FALSE)
                        =HIDE()
                        =END.IF()
                        =NEXT()
colorNearNoteOnGraph    =FOR.CELL("nearNote","='"&docuName&"'!R4C6:R33C6",FALSE)
```

```
                    =SELECT(nearNote)
                    =IF(GET.CELL(24,SELECTION())=5)
                    =SET.NAME("rowie",ROW(SELECTION())-3)
                    =IF(ISERROR(UNHIDE(docuName&""&"Chart1")),UNHIDE(docuName&""&"Chart2"),UNHIDE
                    (docuName&""&"Chart1"))
                    =SELECT("S1P"&rowie,TRUE)
                    =PATTERNS(1,1,1,1,0,8,1,5,FALSE)
                    =HIDE()
                    =END.IF()
                    =NEXT()
setDifferencesDelta =FOR.CELL("deltaTimeOfme","="&docuName&"!R5C9:R23C9",FALSE)
                    =SELECT(deltaTimeOfme)
                    =IF(AND(NOT(ISBLANK(OFFSET(SELECTION(),-1,0))),NOT(ISBLANK(SELECTION()))))
                    =SELECT("RC[21]")
                    =FORMULA("=ABS(RC[-21]-R[-1]C[-21])")
                    =END.IF()
                    =NEXT()
                    =CALCULATE.DOCUMENT()
                    =SELECT(!AD5:AD23)
                    =DEFINE.NAME("ABSdifféDeltasArray",SELECTION())
                    =SELECT(!AD24)
                    =FORMULA("=STDEV(ABSdifféDeltasArray)")
                    =DEFINE.NAME("écartTypeDiffé",SELECTION())
                    =SET.NAME("écartTypeDiffé",SELECTION())
                    =SELECT("R4C9:R33C9")
                    =COPY()
                    =PASTE.SPECIAL(3,1,FALSE,FALSE)

setGateNoteForChunks =FOR.CELL("gateNote","="&docuName&"!R5C9:R23C9",FALSE)
                    =SELECT(gateNote)
                    =IF(AND(NOT(ISBLANK(SELECTION())),NOT(ISBLANK(OFFSET(SELECTION(),-1,0)))))

définitionopérationnelle =IF(ABS(GET.FORMULA(SELECTION())-GET.FORMULA(OFFSET(SELECTION(),-
                    1,0)))>(2*écartTypeDiffé))
desCHUNKS           =SELECT(OFFSET(SELECTION(),-1,0))
                    =FORMAT.FONT(,,,,,,3)
                    =END.IF()
                    =END.IF()
                    =NEXT()
                    =SELECT(!P4)
                    =SELECT.END(4)
                    =SELECT("r[-13]c")
                    =FORMULA("0")
                    =FORMAT.NUMBER("0")
                    =SET.NAME("NumChunks",SELECTION())
                    =SELECT("rc[-1]")
                    =FORMULA("NumChunks")
colorGateNotesOnGraph =FOR.CELL("pointOfObserv","R4C9:R23C9",FALSE)
                    =SELECT(pointOfObserv)
                    =IF(AND(GET.CELL(24,SELECTION())=3,NOT(ISBLANK(SELECTION()))))
                    =SET.NAME("rowie",ROW(SELECTION())-3)
                    =IF(ISERROR(UNHIDE(docuName&""&"Chart1")),UNHIDE(docuName&""&"Chart2"),UNHIDE
                    (docuName&""&"Chart1"))
                    =SELECT("S2P"&rowie,TRUE)
                    =PATTERNS(1,1,1,1,0,2,1,3,FALSE)
                    =HIDE()
                    =SELECT(NumChunks)
                    =FORMULA(GET.FORMULA(NumChunks)+1)
                    =END.IF()
                    =NEXT()
                    =ERROR(FALSE)

                    =IF(ISERROR(SELECT("Chart6")))
                    =IF(ISERROR(SELECT("Chart5")))
                    =IF(ISERROR(SELECT("Chart4")))
                    =IF(ISERROR(SELECT("Chart3")))
                    =IF(ISERROR(SELECT("Chart2")))
                    =SELECT("Chart1")
                    =ELSE()
                    =SELECT("Chart2")
```

```
                    =END.IF()
                    =ELSE()
                    =SELECT("Chart3")
                    =END.IF()
                    =ELSE()
                    =SELECT("Chart4")
                    =END.IF()
                    =ELSE()
                    =SELECT("Chart5")
                    =END.IF()
                    =ELSE()
                    =SELECT("Chart6")
                    =END.IF()
                    =ERROR(TRUE)
selectedOb          =SELECTION()
embeChartb          =docuName&""&selectedOb
                    =UNHIDE(embeChartb)
                    =EDIT.SERIES(1,"="&docuName&"'!R2C10","="&docuName&"'!R4C9:R23C9","="&docuNa
                    me&"'!R4C10:R23C10",,1)
                    =SELECT("S1")
                    =PATTERNS(1,1,1,1,0,1,1,1,FALSE)
                    =HIDE()
                    =FOR.CELL("pointOfObserv","R4C9:R23C9",FALSE)
                    =SELECT(pointOfObserv)
                    =IF(AND(GET.CELL(24,SELECTION())=3,NOT(ISBLANK(SELECTION()))))
                    =SET.NAME("rowie",ROW(SELECTION())-3)
                    =UNHIDE(embeChartb)
                    =SELECT("S1P"&rowie,TRUE)
                    =PATTERNS(1,1,1,1,0,1,3,3,FALSE)
                    =HIDE()
                    =END.IF()
                    =NEXT()
                    =SELECT("C15")
                    =FORMULA.FIND("NumChunks",1,1,1,1,TRUE)
                    =SELECT("R[5]C")
                    =FORMULA("s_Deltas")
                    =SELECT("RC[1]")
                    =FORMULA("=stdev(lesDeltas)")
                    =FORMAT.NUMBER("0")
                    =SELECT("R[1]C")
                    =FORMULA("=2*STDEV(ABSdifféDeltasArray)")
                    =FORMAT.NUMBER("0")
                    =SELECT("RC[-1]")
                    =FORMULA("2*s_ABSdifféDeltas")
                    =SELECT("R[1]C[1]")
                    =FORMULA("=elTiempoA20")
                    =SELECT("RC[-1]")
                    =FORMULA("temps20")
débitDesChunks      =SELECT(!P5)
                    =SELECT.END(4)
                    =SELECT("rC[-1]")
                    =FORMULA("size")
                    =SELECT("rC[-1]")
                    =FORMULA(0)
                    =SELECT("rC[-1]")
                    =FORMULA(0)
                    =FOR.CELL("pointOfObserv","R4C9:R23C9",FALSE)
                    =SELECT(pointOfObserv)
                    =IF(AND(GET.CELL(24,SELECTION())=3,NOT(ISBLANK(SELECTION()))))
                    =SET.NAME("rowie",ROW(SELECTION())-3)
                    =SELECT(!P5)
                    =SELECT.END(4)
                    =SELECT("r[1]C[-3]")
                    =FORMULA(rowie)
                    =SELECT("rC[1]")
                    =FORMULA(GET.FORMULA(OFFSET(pointOfObserv,0,-8)))
                    =FORMAT.NUMBER("0")
                    =SELECT("rC[1]")
                    =FORMULA("=RC[-2]-R[-1]C[-2]")
                    =SELECT("rC[1]")
```

```
                    =FORMULA("=(RC[-2]-R[-1]C[-2])/(RC[-1])")
                    =FORMAT.NUMBER("0")
                    =END.IF()
                    =NEXT()
                    =SELECT(!A1)
                    =RETURN()

dernièresnotes->20  =SET.NAME("rowie",ROW(SELECTION())-3)
                    =SELECT(!P21)
                    =SELECT.END(4)
                    =SELECT("r[1]C[-3]")
                    =FORMULA(rowie)
                    =SELECT("rC[1]")
                    =FORMULA(GET.FORMULA(OFFSET(pointOfObserv,0,-8)))
                    =FORMAT.NUMBER("0")
                    =SELECT("rC[1]")
                    =FORMULA("=RC[-2]-R[-1]C[-2]")
                    =SELECT("rC[1]")
                    =FORMULA("=(RC[-2]-R[-1]C[-2])/(RC[-1])")
                    =FORMAT.NUMBER("0")
                    =RETURN()
```

ETUDES

1981	Maturité fédérale de type C-scientifique au Collège du Sud à Bulle.
1984	Demi-licence de psychologie à l'Université de Fribourg.
	Branche principale : Psychologie Générale et Pédagogique
	Première branche secondaire : Psychologie Pathologique (avec examen écrit).
	Deuxième branche secondaire : Pédagogie Curative

EXPERIENCES PROFESSIONNELLES

1982	Deux mois de stage dans une clinique psychiatrique, à Marin NE.
1983	Quatre semaines de remplacements en tant qu'éducateur avec des enfants handicapés mentaux, aux Buissonnets FR.
1983 - 1985	Six mois de remplacements comme éducateur dans un centre de formation professionnelle, à Seedorf FR.
1985 - 1986	Quatre mois de stage dans le même centre de formation professionnelle en tant qu'assistant psychologue du travail.
mars 86 - oct. 88	Deux ans et demi à mi-temps, en tant qu'assistant social, animateur et éducateur dans un centre d'accueil et de prévention, le Release à Fribourg.
déc. 88 - mars 95	Six ans à mi-temps au Centre de Loisirs de Neuchâtel en tant qu'animateur attaché au secteur des adolescents (prévention), mais aussi à la gestion des activités du centre et de l'informatique de bureau.
oct. 93 - oct. 94	Assistant de recherche (30%) sur un projet Fonds National de la Recherche Scientifique avec le Prof. Jean Retschitzki, de l'influence des médias sur la représentation spatiale chez des enfants de Côte d'Ivoire.
oct. 90 -	Sous-assistant (50%) à la chaire de psychologie générale et pédagogique de l'Université de Fribourg, séminaire d'introduction à la psychologie (2 ans) et travaux pratiques de psychologie expérimentale (3 ans).

AUTRES EXPERIENCES

1981 - 1983	Deux ans dans un magasin de musique comme vendeur-réparateur pour financer une partie de mes études.
1977 - 1982	Etude de la guitare au conservatoire de Fribourg et enseignement à des élèves en cours privés.
1981 - 1982	Musicien dans un groupe de bal. Réalisation d'un disque funk-rock au studio Backstage de Neuchâtel (Check Up).
1987 - 1988	Sept mois d'incarcération au pénitencier de Bellechasse suite à mon objection de conscience: depuis lors, j'ai été exclu de l'armée.

PUBLICATIONS et COMMUNICATIONS

juil. 95	IV European Congress of Psychology, Athens, Greece (7.7.1995) Computer assisted analysis of expert sight reading in piano performance: real time, chunking and patterning. in Session no 257 : Cognitive Psychology : Models of Processing II.

DONNEES PERSONNELLES

Né le 03.04.61 à Bienne, marié avec deux enfants, originaire de Curio, Tessin, Suisse.

Je déclare sur l'honneur que j'ai effectué ce mémoire seul, sans aide non autorisée.

Diego CORTI 8 rue Louis-Favre 2000 NEUCHATEL Switzerland
Fax | Phone : +41 - 32 - 7101555 e-mail : diego.corti@unifr.ch