

LA PERCEPTION DE L'OPPOSITION INVARIANT/VARIANT

Etude expérimentale à partir de l'œuvre de
Steve Reich: *Four Organs*
pour quatre orgues électriques et maracas

[THE PERCEPTION OF THE OPPOSITION INVARIANT/VARIANT]

Irène DELIEGE

Unité de Recherche en Psychologie de la Musique
Centre de Recherches Musicales de Wallonie
Université de Liège

This paper proposes that the use of repetition and variation is a constant in the musical construct irrespective of era or cultural origin. Taking this premise as a basis, an experimental study is described which investigates the perception — in the course of listening to a piece of music — of a polar opposition which can be termed *Variant/Invariant* in the light of the subjects' prior knowledge and of the type of musical structure involved.

INTRODUCTION

Reprenant les termes de Lionel Landry (1927), André Souris note que «tout l'art de la musique consiste à maintenir, par des procédés divers, l'euphorie résultant de la sensation première» (1976, p. 263). Webern (1933/1980) et Schoenberg (1967), ont fortement insisté sur la nécessité de la variation pour engendrer la cohérence dans le discours musical et permettre son développement dans le temps. Ces auteurs soulignent, par ailleurs amplement, l'universalité du phénomène de variation dans la répétition dans la musique populaire. L'ethnomusicologie rencontre-t-elle cette analyse?

Répétition et musique populaire

«L'importance du rôle que joue dans la musique la répétition est depuis longtemps reconnue», écrit l'ethnologue Gilbert Rouget (1990, p. 189) et il observe (1956, p. 133) que pendant longtemps, faute de posséder des moyens appropriés, on a avancé l'idée selon laquelle la musique dite «primitive» se caractérisait par une forme très sommaire, voire une absence de forme, tant l'abondance de répétitions apparaissait au premier plan. Cependant, remarque-t-il, l'idée d'une absence de

développement ne peut être généralisée à l'ensemble du répertoire musical des civilisations archaïques. Trop souvent, les musiques sont soustraites du cadre pour lequel elles sont conçues, ce qui leur enlève toute signification formelle. Mais surtout, l'impression fréquente laissée par certaines de ces musiques de n'être que répétitives, est peu fondée et révèle bien davantage une insuffisance d'analyse: ainsi le recours à un ensemble de techniques et de formules d'agréments varient-elles la banalité d'une répétition terme à terme. Par exemple, dans l'analyse d'un chant initiatique du Dahomey (actuelle république populaire du Bénin), Rouget montre l'alternance de «deux constituants complémentaires, s'opposant par des caractéristiques mélodiques et rythmiques différentes et faisant systématiquement alterner deux tempi»: l'aspect *variation* dans la *répétition* apparaît ainsi comme une caractéristique dominante (1981, pp. 10-11, cf. Exemple 1)¹.

On peut sans doute s'étendre et multiplier les exemples, mais ce n'est pas ici l'objet. Simplement, il importe de montrer que la répétition semble répondre, en fin de compte, à un besoin fondamental de l'être humain quelle que soit son origine culturelle. Fort curieusement, l'étude consacrée aux universaux de la musique de Dane Harwood: *Universals in Music: A Perspective From Cognitive Psychology* (1976), très souvent citée, ne fait pas mention de la répétition. Cependant, selon Rouget qui en fait la remarque (1990, p. 192), il est «inutile de s'étendre longuement sur l'omniprésence de la répétition dans la musique de tradition orale, savante ou non, occidentale ou orientale, africaine, australienne ou amérindienne, pour ne rien dire des autres. (...) Sauf cas très improbable de découverte d'une musique n'y faisant jamais appel, l'universalité de la répétition comme trait constant de la musique peut donc être considérée comme un fait acquis.» (ibid., p. 191). Et, faisant allusion au souci d'éviter toute redite dont ont fait preuve les compositeurs sériels, l'auteur rapporte une réflexion de Pousseur pour qui «le manque de certains repères sensibles finissait par créer à son tour un sentiment de répétition en quelque sorte 'statistique'» (ibid., p. 190). Pourrait-on prolonger l'observation et dire que la répétition est à ce point un besoin fondamental chez l'individu que, faute d'en détecter dans la réalité objective, les mécanismes psychologiques en inscrivent de fait? «Musique, art de se répéter sans se redire», conclut Rouget, «Reste à élucider pour quelles raisons profondes cela est à ce point et si universellement vrai» (ibid., p. 199).

¹ Avec l'aimable autorisation de Gilbert Rouget et Tran Quang Hai.

EXEMPLE 1*

The musical score for Example 1 consists of 14 staves. The notation is complex, featuring a variety of rhythmic values, including sixteenth and thirty-second notes, as well as rests. The melody is primarily composed of eighth and sixteenth notes, often beamed together. The score is divided into several measures by vertical bar lines. The notation includes various musical symbols such as clefs, key signatures, and dynamic markings. The overall structure is a single melodic line with a complex, non-repeating rhythmic pattern.

* Transcription de Tran Quang Hai en collaboration avec Gilbert Rouget.

Des motivations de l'expérimentation

Une pratique aussi généralisée de la répétition et de la variation dans la production musicale suppose, en parallèle, l'existence non moins évidente d'aptitudes individuelles capables d'apprécier similarités et différences pendant l'écoute. Moore (1982, p. 191) observe à ce propos que notre système auditif est remarquablement adapté pour l'analyse des changements: le stimulus précédent serait, en quelque sorte, soustrait du stimulus actuel, la différence donnerait le changement lequel acquiert ainsi immédiatement son relief. Et rejoignant une tendance psychologique soulignée jadis par Fraisse (1967, p. 126), Moore insiste sur l'adaptation sensorielle qui résulte de la perception d'une stimulation statique, le moindre changement intervenant dans ce cadre donnant lieu à une perception surestimée de sa mesure objective. Le mécanisme sous-jacent à cette tendance psychologique est encore, aujourd'hui, matière à débat, mais l'accord est, par ailleurs, unanime quant à l'effet perçu.

Si telles sont les données psycho-physiologiques du phénomène, tout procédé de variation possède-t-il un impact équivalent? La question mérite d'être considérée, mais plusieurs champs d'intérêt s'offrent à l'investigation. L'opposition *invariant/variant* peut connaître des dispositions très diverses dans l'écriture musicale. Les questions posées s'arrêteront donc à l'incidence de la variation en fonction du type de structure musicale (mélodique, accordique, accentuelle, métrique, etc.). Parallèlement, on sera interpellé par des données relatives à la perception catégorielle (Pierce, 1983/1984, ch.14), en ce sens que le *variant* est assorti d'un certain degré de puissance: y a-t-il un seuil à franchir pour déclencher une sensation de changement chez l'auditeur? Il s'impose aussi, pour chacune de ces mesures, de se rendre compte de l'effet de la formation musicale sur l'aptitude à discerner l'opposition *invariant/variant*. On compare ici, les performances de musiciens avertis et de non-musiciens, ce qui permet, en outre, d'évaluer s'il existe une différence dans le niveau d'attention en fonction de l'acquis.

Une telle étude pose le délicat problème de la sélection d'un répertoire adéquat à l'observation et la mesure de la sensibilité auditive aux effets de la variation dans l'écoute de la musique.

LE MATERIEL EXPERIMENTAL

Choix du répertoire

Recourir à la musique dite minimaliste s'impose assez naturellement. Comme le mot l'indique, cette musique a pour principe d'utiliser des moyens très restreints sélectionnés dans un langage musical très assimilé. Les structures sont, par définition, abondamment répétées et font subir, en quelque sorte, à l'auditeur une succession de processus d'habitation à des élaborations sonores que de rares éléments neufs viennent perturber. Ce contexte paraît donc propice puisqu'il permet d'isoler et de définir assez clairement les états de changements rencontrés. Cependant, on pourrait objecter que, dans ce type de situation, toute variation est obligatoirement porteuse d'un degré élevé de surprise qui ne peut rester inaperçu d'où le risque d'une démonstration peu convaincante et d'un effet «plafond» dans les performances expérimentales observées.

Le risque existe en effet pour une grande part des pièces de ce répertoire. Il serait toutefois faux de généraliser à l'excès. En effet, si les variations qui viennent colorer la poursuite des processus répétitifs, dans le style minimaliste, sont souvent d'un ordre excessif, au contraire, certains compositeurs ont usé, dans quelques-unes de leurs œuvres, d'une palette d'effets mesurés et volontairement très progressif: «un processus se déroulant si lentement que sa perception demande les mêmes qualités d'attention que l'observation de l'aiguille des minutes d'une montre», écrit Steve Reich (1974/1981, p. 50). C'est le cas particulièrement dans les premières œuvres de ce compositeur et, notamment, dans *Four Organs*, pour quatre orgues électriques et maracas, composée en 1970. C'est cette œuvre qui a été choisie en vue de l'expérimentation (cf. Exemple 2)².

Au total, la pièce contient 43 mesures (MM = 200) de 11 battues de croches au début de la pièce, pour s'étendre progressivement en nombre de battues à partir de la mesure 23. La dernière mesure atteint 156 battues. Les battues sont articulées, sans interruption pendant toute la pièce, par les maracas. Le compositeur demande explicitement un nombre minimum et maximum de répétitions pour chacune des mesu-

² Avec l'aimable autorisation des Editions Universal. © Copyright 1980 by Universal Edition (Londres), Ltd., London.

EXAMPLE 2

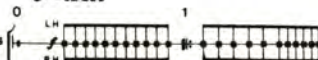
four organs

for 4 electric organs and maracas*

steve reich

$\text{♩} = \text{ca. } 200$

0 1

Maracas  maracas continue unbroken eighth notes throughout.*

Repeat 3-8 times until cue (see notes)

Organ 1 $f_3 + 8$

Organ 2 $f_3 + 8$

Organ 3 $f_3 + 8$

Organ 4 $f_3 + 8$

5 6 7 8

1 2 3 4



* See notes for maracas part. / Siehe Anmerkungen zum Maracas-Part. / Voir notes se référant aux maracas.

2

This musical score is for a piece titled "OPPOSITION INVARIANT/VARIANT" and is located on page 245. It is a multi-staff work, likely for a string quartet, consisting of four staves labeled 1, 2, 3, and 4. The score is divided into two systems, each containing four measures numbered 9 through 16. The key signature is one sharp (F#), and the time signature is 4/4. The notation includes various musical symbols such as notes, rests, beams, and slurs. The first system (measures 9-12) shows a progression of chords and melodic lines. The second system (measures 13-16) continues this progression, with some measures featuring more complex rhythmic patterns and slurs. The overall structure is a short, self-contained musical fragment.

17 18 19 20

1 4 + 4 + 3

2 4 + 4 + 3

3 4 + 4 + 3

4 4 + 4 + 3

21 22 23 Repeat 3-6 times until cue 24

1 4 + 3 + 4 4 + 3 + 4 4 + 3 + 2 + 4 4 + 3 + 2 + 2 + 4

2 -4 + 3 + 4 4 + 3 + 4 4 + 3 + 2 + 4 4 + 3 + 2 + 2 + 4

3 4 + 3 + 4 4 + 3 + 4 4 + 3 + 2 + 4 4 + 3 + 2 + 2 + 4

4 4 + 3 + 4 4 + 3 + 4 4 + 3 + 2 + 4 4 + 3 + 2 + 2 + 4

Repeat 3-6 times until cue

Repeat 3-6 times until cue

res, mais, comme on le verra ci-dessous dans l'analyse, les interprètes ne se sont pas nécessairement conformés à cette prescription. La durée totale est donc fonction du nombre de répétitions de chacune des mesures. Dans le cas présent, elle atteint environ une demi-heure, mais l'expérimentation est limitée aux 24 premières mesures, soit une plage de 10 minutes, reproduite et décrite ci-dessous.

Description de l'œuvre

Un schéma de la partie de la pièce (Tableau 1) permet de suivre le contenu de chaque mesure. Il est construit de manière à mettre clairement en évidence le déploiement continu — en forme d'un double éventail s'ouvrant à la fois *horizontalement* et *verticalement* — du nombre de battues et de la densité instrumentale. En effet, il fait apparaître de part et d'autre de la battue métrique (1), placée approximativement au centre du tableau, le poids et l'extension des battues d'anacrouses (partie gauche), l'accroissement métrique et l'extinction progressive des battues de silences (partie droite), soit ce qui peut être vu comme une lente ouverture horizontale de l'image d'éventail évoquée ci-dessus. Quant à son ouverture dans le sens vertical, on peut la suivre par une lecture en colonnes de l'évolution de la densité d'une même battue d'une mesure à la suivante: les quatre orgues sont ici représentées par les lettres a,b,c,d précédées par un nombre qui signale la densité de la battue considérée³, l'instrument souligné étant celui (ou ceux) qui a (ont) introduit la modification⁴.

On peut délimiter trois zones dans l'ensemble de cette partie réservée à l'expérimentation. La première s'étend jusqu'à la mesure 11. Après une entrée de 11 battues du maracas, la mesure 1 impose les battues 1 et 4 comme axes principaux. Elles sont séparées par deux battues de silences ce qui accentue leur importance. Cette plage de silence est progressivement comblée et la densité augmentée pour atteindre, entre les mesures 12 et 16 un état quasi-stationnaire qui semble vouloir

³ La densité résultant également du timbre et de l'intensité, comprend aussi les redoublements à l'unisson.

⁴ Le schéma de la pièce (Tableau 1), qu'on vient de lire, ne reprend que les variations figurant dans la partition et mentionne, indépendamment du nombre de répétitions des mesures et du minutage de l'entrée des variations, le numéro de chaque mesure (colonne 1), le nombre de reprises enregistré (colonne 2) et le minutage au moment de l'entrée des variations (colonne 3). Les doubles minutages des mesures 8, 11, 19, 20, 21, signalent la présence de deux variations peu distantes dans ces mesures au moment de leur première émission.

Tableau 1. — Schéma de Four Organs de Sieve Reich

Battues	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	+	(**)	+	+	+
Mes. Rep. Minutage																
1 7 0'05	-	-	-	-	21abcd	-	-	21abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
2 7 0'28	-	-	-	-	21abcd 1a	-	-	21abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
3 7 0'51	-	-	-	-	21abcd 2ac	-	-	21abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
4 6 1'16	-	-	-	1d	21abcd 2ac	-	-	21abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
5 7 1'33	-	-	-	1d	21abcd 4abc 2b	-	-	21abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
6 7 1'57	-	-	1d 2cd	-	21abcd 4abc 2b	-	-	21abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
7 8 2'18	-	-	1d 2cd	-	21abcd 6abc 3b	-	-	21abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
8 8 2'44-2'46	-	-	2cd 4bcd	-	21abcd 8abcd 4b	-	-	21abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
9 8 3'10	-	-	2cd 4bcd	-	21abcd 18abcd 4b	-	-	21abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
10 8 3'35	-	-	2cd 4bcd	-	21abcd 18abcd 11abcd	-	-	21abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
11 7 4'02-4'04	-	1c	2cd 4bcd	-	21abcd 18abcd 18abcd	-	-	21abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
12 9 4'25	-	1c	2cd 4bcd	-	21abcd 19abcd 18abcd	-	-	21abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
13 9 4'53	-	1c	2cd 4bcd	-	21abcd 19abcd 19abcd	-	-	21abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
14 6 5'22	-	1c	2cd 4bcd	-	21abcd 20abcd 19abcd	-	-	21abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
15 9 5'43	-	1c	2cd 4bcd	-	21abcd 20abcd 20abcd	-	-	21abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
16 7 6'12	-	1c	2cd 4bcd	-	21abcd 21abcd 20abcd	-	-	21abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
17(*) 7 6'35	-	1c	2cd 4bcd	-	24abcd 24abcd 24abcd	-	-	24abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
18 8 7'00	-	1c	3bcd 8bcd	-	24abcd 24abcd 24abcd	-	-	24abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
19 8 7'21-7'24	-	1c	3bcd 9bcd	-	24abcd 24abcd 24abcd	-	-	24abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
20 7 7'49-7'52	-	1c	3bcd 13bcd	-	24abcd 24abcd 24abcd	-	-	24abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
21 8 8'12-8'14	-	3bcd 5bcd 13bcd	-	-	24abcd 24abcd 24abcd	-	-	24abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
22 8 8'41	1c	3bcd 5bcd 13bcd	-	-	24abcd 24abcd 24abcd	-	-	24abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
23 8 9'06	1c	3bcd 5bcd 13bcd	-	-	24abcd 24abcd 24abcd	-	-	24abcd	-	-	-	-	-	-	-	-
24 8 9'38	1c	3bcd 5bcd 13bcd	-	-	24abcd 24abcd 24abcd	-	-	24abcd	-	-	-	-	-	-	-	-

Note. a = orgue 1; b = orgue 2; c = orgue 3; d = orgue 4. Pour la mise en évidence de l'importance perceptive des anacrouses, le schéma les présente avant la battue métrique (1) de chaque mesure. Les nombres signalent la densité générale pour chacune des battues. L'(es) instrument(s) qui introduit(ient) une variation es(sont) souligné(s) à la battue où elles apparaissent. Caractères gras = variations sur anacrouses. Caractères gras italique = autres variations. [] = variations groupées. On peut lire, dans la deuxième colonne, le nombre exact de répétitions relevé dans l'interprétation, pour chacune des mesures; ce nombre ne correspondant pas nécessairement à celui annoncé dans la partition. (*) L'octave la3-la4 au soprano devient une septième si-la à partir de cette mesure. (**) + signale les extensions métriques des mesures 23/24

exploiter le processus d'habituatation que connaîtrait l'auditeur. Une variation importante rompt cet état à la mesure 17: la densité des battues 1 à 4 passe brutalement à 24 sons et, en même temps, l'orgue 1 émet une septième (si-la) au lieu de l'octave entendue depuis le début de la pièce. L'harmonie s'étend d'une battue dans les mesures 19, 20, 21, supprimant ainsi une à une les battues de silence consécutives à la battue 4. Pendant ce temps, l'entrée des anacrouses se maintient sur la 9^{me} battue et ne subit que des variations de densité. C'est à partir de la mesure 22 que toutes les battues de silences sont comblées: l'anacrouse entre à la 8^{me} battue et une extension de la métrique s'opère aux mesures 23 et 24 par le prolongement de l'accord de 24 sons perçu initialement à la mesure 17.

Remarques à propos de l'interprétation

Il convenait d'analyser l'interprétation et d'identifier avec minutie le nombre de répétitions de chacune des mesures. En effet, il est apparu que les exécutants, Michael Tilson Thomas, Ralph Grierson, Roger Kellaway et Steve Reich, orgues, et Tom Raney, maracas (Capitol-Angel S-36059), avaient pris d'assez larges latitudes sur ce plan. Deux jeunes musiciens ont été convoqués pour cette tâche, au titre de sujets-experts: l'un, chef d'orchestre, Patrick Davin; l'autre, compositeur, Claude Ledoux⁵.

Les deux sujets-experts ont observé, en outre, un ensemble de variations supplémentaires dues à des fluctuations dans le jeu des organistes (voir Tableau 2): elles sont peu importantes et n'ont été perçues que faiblement (cf. infra).

Prévisions

Les variations (cf. Tableau 1) sont introduites de manière ponctuelle, mais certaines d'entre elles se situent sur deux ou plusieurs battues consécutives. Dans de tels cas, il faut prévoir qu'elles ne seront pas perceptivement individualisées, mais au contraire, groupées et cognitivement traitées comme des situations de renforcement d'une même entité (cf. battues soulignées aux mesures 5, 6, 7, 8, 17, 18, 21). Ces cas devraient faciliter la perception des variations dans la mesure où,

⁵ Je remercie très sincèrement Patrick Davin et Claude Ledoux pour cette analyse auditive particulièrement minutieuse: elle a fortement contribué à la clarification des résultats.

Tableau 2. — *Variations Attendues aux Changements de Mesures et Variations Dues à l'Interprétation*

<i>Mes. Entrée des variations attendues</i> (cf partition)		<i>Entrée variations supplémentaires</i>
1.	0'05	
2.	0'28	0'40: accord métrique un peu plus plaqué
3.	0'51	
4.	1'16	
5.	1'33	
6.	1'57	2'09: harmonique <i>si</i> un peu claire pendant un certain temps
7.	2'18	→2'23: le changement est réalisé plus clairement à la 2 ^{me} reprise
8.	2'44...2'46	3'01: accord moins compact
9.	3'10	3'29: <i>fa</i> dièse en dehors et un peu tôt
10.	3'35	
11.	4'02...4'04	
12.	4'25	→4'29: le changement est réalisé plus clairement à la 2 ^{me} reprise 4'45: <i>fa</i> dièse et plus d'aigu
13.	4'53	5'11: <i>la</i> harmonique
14.	5'22	
15.	5'43	
16.	6'12	6'30: 1/2 soupir moins perceptible
17.	6'35	6'50: harmoniques, plus aigu
18.	7'00	
19.	7'21...7'24	
20.	7'49...7'52	
21.	8'12...8'14	8'26: parcours du spectre harmonique, moments d'intensité variable
22.	8'42	8'50: id
23.	9'06	9'22: id
24.	9'38	

indépendamment de la variation elle-même, ces renforcements rendent l'événement moins fugace. D'autre part, lors de l'introduction de deux variations différentes, disjointes de quelques battues seulement (voir ci-dessus), une association perceptive, soit à nouveau un groupement en une seule entité, pourrait s'opérer, éclipsant l'événement perceptivement le plus faible au profit du plus fort.

Les différentes variations n'ont pas un poids équivalent. Tout d'abord, l'impact de certaines battues a une importance perceptive qui ne peut être ignorée. Ainsi des changements placés sur une battue d'anacrouse ou sur la battue métrique sont plus opérants que le prolongement d'un accord et, dans ce dernier cas, une distinction doit être faite entre un prolongement qui donne lieu à un mouvement mélodique (exemple mesure 2), dont l'effet émerge aisément, et celui qui ne modifie que des sons des parties intérieures de l'harmonie.

Sur le plan des variations de densité, enfin, on remarque que le compositeur introduit des changements de poids très différents: un passage d'une densité de 1 à 2, 2 à 4, 8 à 18, etc. est de toute évidence infiniment plus audible que le fait de passer de 18 à 19, 19 à 20 ou 20 à 21 sons. C'est sur cette base, 1. qu'une appréciation du poids des variations de densité a été introduite (cf. Tableau 3, *infra*); 2. que les mesures 12 à 16 ont été ci-dessus définies comme zone stationnaire, soit une période d'environ 2 minutes pendant laquelle la détection des variations par les sujets devrait accuser une baisse. A l'opposé, après cette plage qui a laissé l'auditeur dans une quasi-monotonie, les changements prolongés pendant quatre battues à la mesure 17 (cf. ci-dessus) sont de nature à provoquer un éveil notable. Mais une certaine prudence est nécessaire dans des appréciations de cet ordre: elles relèvent de l'appréciation d'une intensité subjective (la sonie). Or, il est bien connu que la perception de l'intensité n'est pas égale à sa mesure physique (Lindsay & Norman, 1972, pp. 256/57; Handel, 1989, pp. 66/68). L'estimation de la puissance sonore d'un instrument donné n'est pas doublée si on ajoute un deuxième instrument fait remarquer Marie-Claire Botte (1989, p. 92) qui donne à ce propos l'exemple fort suggestif du chant de dix cigales qui «n'est perçu que deux fois plus intense que celui d'une seule et celui de cent, quatre fois seulement».

Les différents types de variations ont été classés en cinq catégories (cf. Tableau 3) pour la facilité des commentaires qui vont suivre: 1. variations sur anacrouses, 2. prolongation donnant lieu à un mouvement mélodique, 3. prolongation avec modifications internes de l'accord, 4. variations de densité forte (+) et 5. variations de densité faible

($\approx$). Cette classification met encore l'accent sur la durée de la variation (X) et sur la présence de deux variations proches (*) dans une même mesure.

Tableau 3. — *Performances en Fonction du Type de Variations.*

Mesures	Types de variations				Performances	
	Anacrouses	Densité	Prol. mélod.	Prol. de l'acord	Non-music.	Musiciens
2			x		15	15
3		x +			8	14
4	x				15	14
5			x		14	15
6	X				13	14
7		X +			8	12
8 *		X $\approx$			2	2
		X + sur anac			15	14
9		x +			14	14
10		x +			11	12
11 *		x +			2	4
	x				14	14
12		x $\approx$			7	10
13		x $\approx$			5	9
14		x $\approx$			5	10
15		x $\approx$			7	8
16		x $\approx$			5	4
17		X + sur batt.métr.			12	14
18		X + inter anac			10	11
19 *				x	5	3
	x $\approx$				6	11
20 *				x	4	4
		x +			14	14
21 *				x	1	3
		X + sur anacr			12	13
22	x				10	15
23				x	10	14
24				x	11	15

Note. Il y a lieu de distinguer entre 2 types de variations de densité: le signe + indique une variation de densité importante; le signe $\approx$ indique une variation de densité faible qui ne devrait pas être aisément perçue; * indique qu'il y a deux variations consécutives au moment de l'initiation de la mesure concernée; X (majuscule) indique que la variation introduite se maintient pendant deux ou plusieurs battues consécutives.

L'EXPERIMENTATION

Méthode

Sujets. Deux groupes de 15 sujets ont été testés. Les musiciens, diplômés du Conservatoire Royal de Liège, avaient des activités professionnelles comme interprète ou comme enseignant; les non-musiciens, étudiants de l'enseignement supérieur universitaire, ne possédaient aucune formation musicale. Les musiciens avaient en moyenne 28 ans, allant de 22 ans minimum à 33 ans maximum; les non-musiciens étaient âgés de 21 à 25 ans, soit une moyenne de 23 ans.

Matériel. a. *Diffusion musicale.* La plage de 10 minutes de l'œuvre de Steve Reich, *Four Organs*, décrite ci-dessus, a été diffusée en stéréophonie au départ d'un enregistrement du disque sur bande magnétique. Deux enceintes acoustiques étaient placées à une distance d'environ 4 mètres de part et d'autre du sujet. Le déroulement de la bande sur TEAC 4 pistes était synchronisé, au moyen d'une boîte à rythmes RX5 Yamaha, avec le départ de l'enregistrement des réponses des sujets sur Micro-ordinateur Macintosh Plus par le logiciel Performer (version 2.24) via l'interface MIDI. Deux pistes étaient réservées à l'enregistrement musical; les deux autres à l'enregistrement des signaux chronométriques (non audibles) assuraient la gestion du système de synchronisation.

b. *Dispositif de réponse.* Un simple appui sur une touche particulière de la boîte à rythmes RX5 Yamaha était prévu.

Procédure. Une seule audition de l'œuvre a été donnée. Les sujets avaient reçu pour consigne d'écouter attentivement la pièce et de signaler toute introduction de variations dans le déroulement musical par un appui sur une touche désignée. Il ne sera pas fait, ici, de comparaison entre deux auditions expérimentales successives ainsi que ce fut le cas dans des investigations précédentes portant sur la formation de groupement de groupes sur base d'extraction d'indices (I. Deliège, 1989, 1990). En effet, au-delà d'une certaine durée, le style minimaliste peut produire une lassitude et engendrer une baisse de la vigilance perceptive. De tels effets ne seraient pas contrôlables, raisons pour lesquelles l'épreuve ne sera pas répétée.

Résultats et commentaires

a. Comparaison entre les performances des musiciens et des non-musiciens

La Figure 1 permet de suivre la sensibilité des sujets aux variations prévues dans la partition. La Figure 2 détaille, ensuite, les performances pour l'ensemble des variations perceptibles dans l'exécution utilisée pour l'expérimentation. Avant de passer aux détails des analyses,

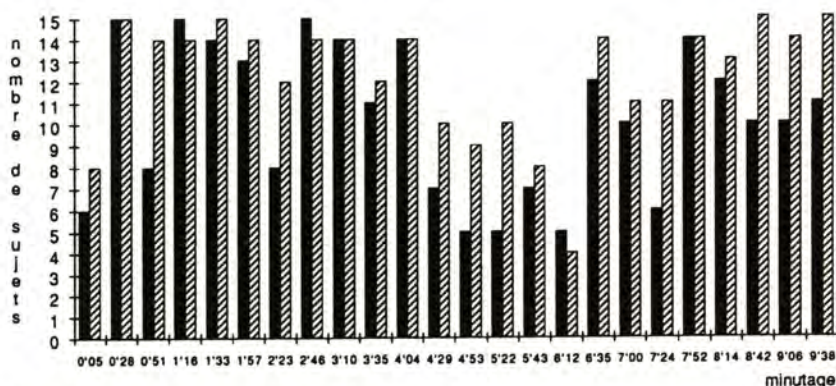


Figure 1. Perception des 24 variations principales.

notons qu'il est curieux qu'un petit nombre de sujets aient perçu l'entrée des orgues (à 0'05"), après les 11 battues préliminaires des maracas, comme une variation: l'entrée des quatre orgues ne pouvant être, en rien, une variation de l'ostinato des maracas.

Les performances des sujets sont assez équivalentes: les comparaisons réalisées au moyen d'un Test Exact de Fisher pour la perception

Tableau 4. — *Relevé des Différentes Significatives Mises en Evidence par le Test Exact de Fisher, entre les Proportions de Variations Ressenties par les Musiciens et les Non-Musiciens dans Four Organs de Steve Reich*

Temps	<i>p</i>
0'51	0.0176
5'22	0.0716*
7'24	0.0697*
8'42	0.0211
9'06	0.0498

(*) ces deux résultats ne sont pas vraiment significatifs : ils sont mentionnés à titre de tendance significative.

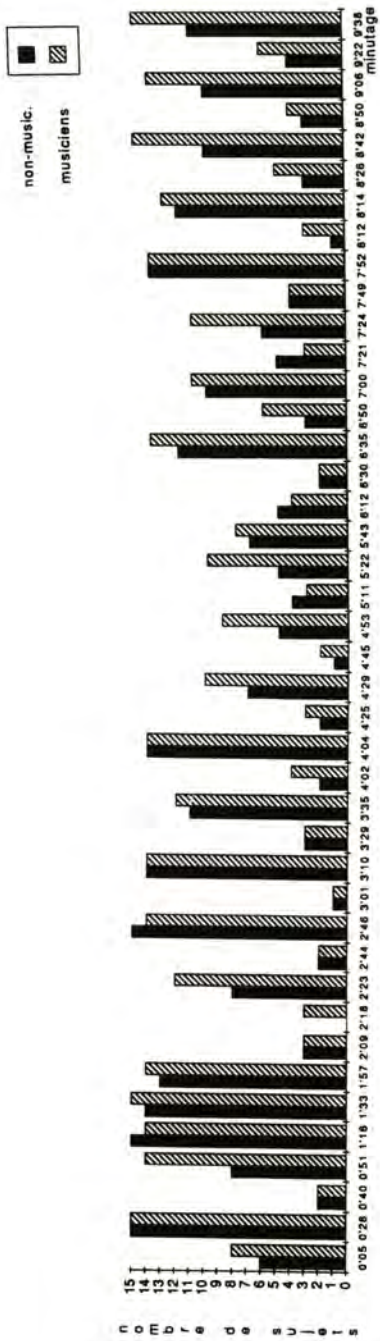


Figure 2. Perception de l'ensemble des différentes variations.

de l'entrée de chacune des variations considérées distinctement (cf. Tableau 4), atteignent rarement un niveau statistiquement significatif. Seuls trois points font exception.

L'incidence des différents aspects soulevés dans les prévisions apparaît, dans une certaine mesure, à la lecture des Figures 1 et 2, notamment le faible impact des «biais» d'interprétation et la difficulté à percevoir des variations trop proches dans le temps, ainsi que le creux des performances dans la zone centrale de l'œuvre. Les commentaires qui vont suivre s'intéresseront à ces différents points: les détails statistiques sont repris dans les Tableaux 5 et 5 bis.

b. Perception des variations principales (Figure 3).

L'écart entre le minimum et le maximum de variations perçues est plus large chez les non-musiciens — 10 à 22 — que chez les musiciens — 16 à 22 — sur un total de 24 variations prévues par le compositeur ($U = 49.0$; $p = 0.008$). Soulignons, toutefois, que quelques sujets profanes atteignent un niveau équivalent à celui des professionnels dans cette tâche.

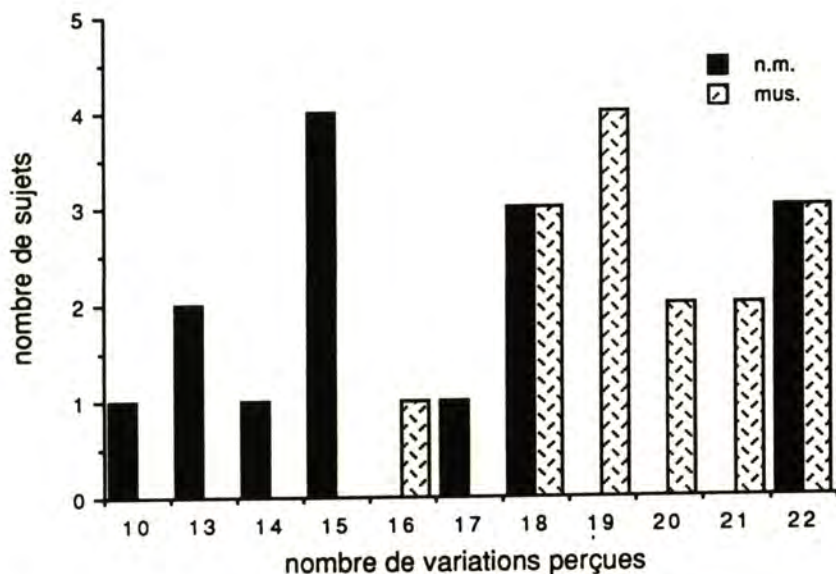


Figure 3. Perception des variations aux changements de mesures.

c. Perception des variations secondaires

La Figure 4 rassemble les changements qui n'ont eu qu'une faible incidence.

- *Les biais d'interprétation (+)*. Tous les sujets semblent les avoir très largement négligés (cf. Tableaux 5a et 5b). Ces biais n'introduisaient pas, à vrai dire, une variation au vrai sens du terme et ils n'étaient que faiblement perceptibles. A ce titre, il n'est pas impossible que se soit opéré un rétablissement — ou restauration cognitive — de la littéralité de la partition comme on en a relevé en matière de perception catégorielle du rythme (Gabrielsson, 1987; Clarke, 1987), ou d'imprécisions relatives aux fréquences, tels les vibratos de cordes ou des chanteurs (Francès, 1958, pp. 67/69).

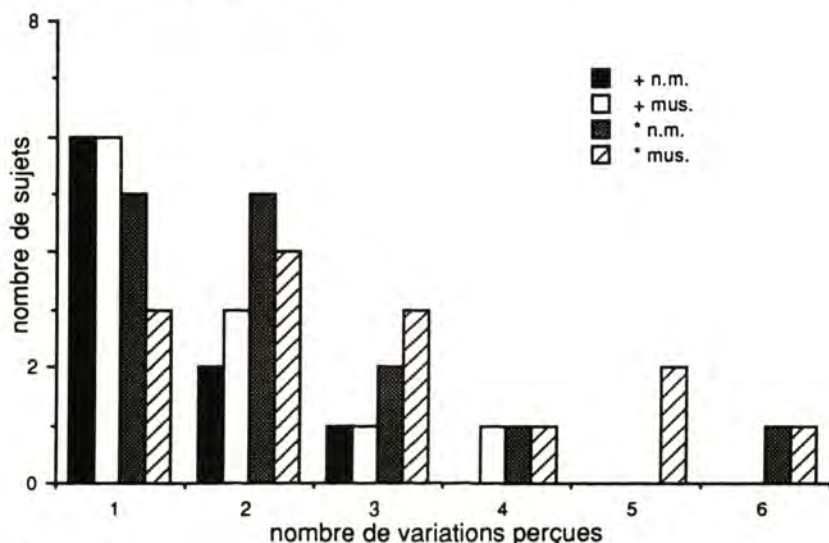


Figure 4. Perception des variations «cachées».

- *La proximité temporelle des variations (*)*. Pour les cinq cas signalés (mesures 8, 11, 19, 20, 21, voir Tableaux 1, 2 et 3), la première des deux variations a été éclipsée au profit de la seconde, à l'exception du cas de la mesure 19 chez les non-musiciens, ce qui est assez logique par rapport à la réalité perçue (cf. Tableaux 5a et 5b). En effet, ce résultat des non-musiciens, indique que les membres de ces «paires» de variations proches n'ont pas été d'une égale pertinence perceptive. La seconde variation est perceptivement parlant favorisée — variations sur

anacrouse (mesures 8, 11, 21), modification importante de densité pour l'autre (passage de 9 à 13 sons, à l'intérieur du membre anacrouse, mesure 20). A l'inverse, dans la mesure 19, deux événements peu saillants se succèdent: une prolongation d'accord (cf. ci-après) suivie

Tableau 5a. — *Analyse de Variance Non Paramétrique par Rangs de Friedman des Pourcentages de Réponses Correctes.*

	MUSICIENS			NON-MUSICIENS		
	% moyens	F_r	p	% moyens	F_r	p
<i>Influence des biais d'interprétation</i>						
Biais	22			17		
Variations attendues	80	15.00	0.0001	68	15.00	0.0001
<i>Influence de la proximité temporelle entre paires de variations (mes. 8, 11, 19, 20, 21) *</i>						
1ères variations	21			19		
2des variations	88	13.07	0.0003	81	15.00	0.0001
<i>Influence de l'interprétation: Cas des mesures 7 et 12*</i>						
Émission initiale	20			7		
Reprise	73	8.07	0.0045	50	6.67	0.0098
<i>Influence des zones de la pièce</i>						
Initiale	72			64		
Centrale	56	4.13	0.13	43	8.40	0.015
Finale	71			58		
<i>Influence du type de variations</i>						
Prol. mélodique	100			97		
Anacrouse	95	31.88	<0.0001	87	30.46	<0.0001
Densité	69			56		
Prol. accord	52			41		
<i>Influence du degré de densité</i>						
Densité $\approx$	55			47		
Densité +	81	5.40	0.02	71	5.40	0.02
<i>Influence des renforcements (= variations sur battues consécutives)</i>						
Sur 1 battue	67			51		
Sur batt. consécutives	73	1.67	0.20	66	3.27	0.07

Note. Distribution asymptotique de la statistique de test à 1, 2 ou 3 d.l. selon que les comparaisons portent respectivement sur 2, 3 ou 4 distributions.

F_r = F_{30} , F_{45} , F_{60} pour chaque groupe de 15 sujets en fonction du nombre de distributions à comparer.

* Voir Tableau 5b pour les analyses détaillées par mesure: test de Cochran.

Tableau 5b. — *Test Q de Cochran pour Echantillons Appariés à Données Dichotomisées.*

		MUSICIENS			NON-MUSICIENS		
		N ^a	Q (1dl)	p	N ^a	Q (1dl)	p
<i>Influence de la proximité temporelle entre paires de variations (mes. 8, 11, 19, 20, 21)</i>							
Mesure 8: 1e var.		2			2		
2e var.		14	12.00	0.0005	15	13.00	0.0003
Mesure 11: 1e var.		4			2		
2e var.		14	10.00	0.0016	14	10.29	0.0013
Mesure 19: 1e var.		3			5		
2e var.		11	8.00	0.0047	6	0.33	0.56
Mesure 20: 1e var.		4			4		
2e var.		14	10.00	0.0016	14	10.00	0.0016
Mesure 21: 1e var.		3			1		
2e var.		13	8.33	0.0039	12	11.00	0.0009
<i>Influence de l'interprétation: Cas des mesures 7 et 12</i>							
Mesure 7: 1e émission		3			0		
2e -		12	9.00	0.0027	8	8.00	0.0047
Mesure 12: 1e émission		3			2		
2e -		10	7.00	0.0082	7	5.00	0.025

Note. Concerne l'analyse détaillée des cas particuliers: 1° des variations à distance temporelle rapprochée; 2° des mesures 7 et 12.

^a Cette colonne mentionne le **nombre de variations perçues**.

d'une modification faible de densité harmonique (passage de 8 à 9 sons).

d. *Cas des mesures 7 et 12*

Tous les sujets ont perçu sensiblement mieux la variation prévue dans la partition lors de la deuxième reprise des mesures: la différence due à une réalisation imprécise des organistes est très significative dans les deux cas (cf. Tableaux 5a et 5b).

e. *Performances en fonction des zones initiale, centrale et finale de la pièce*

Les variations plus atténuées du centre de la pièce ont conduit à une chute des performances. Les performances des musiciens sont équivalentes pour les zones initiale et finale, ce qui n'est pas le cas chez les

non-musiciens chez qui la vigilance semble faiblir quelque peu à la fin de l'écoute. Ils ont ressenti très nettement la fin de la zone centrale, marquée par l'important changement de densité maintenu pendant quatre battues consécutives, mais, contrairement aux musiciens, leur niveau de performance a fléchi ensuite par rapport à la zone initiale de l'œuvre (cf. Tableau 5a). C'est en ce sens, ainsi que cela a été noté plus haut, qu'une deuxième audition expérimentale risquait de constituer une imprudence méthodologique.

f. Influence du type de variation

Un ordre de pertinence identique, significativement différent, s'observe chez tous les sujets: les variations amenant une prolongation mélodique et celles qui apparaissent sur les anacrouses ont une efficacité plus affirmée; viennent ensuite les changements de densité, significativement différents selon leur puissance, et les prolongations d'accords de portée perceptive assez moyenne (cf. Tableau 5a).

g. Effet des renforcements (variations sur battues consécutives)

Les variations introduites sur des battues isolées ont été un peu moins bien perçues que ce ne fut le cas des variations ou des prolongations sur des battues consécutives. La différence est plus sensible chez les non-musiciens, mais néanmoins insuffisante pour atteindre un niveau vraiment significatif. Il apparaît cependant que la durée de l'événement variant a une importance non négligeable pour l'auditeur profane surtout lorsque cet événement n'occupe pas une battue privilégiée telle, par exemple, l'accent métrique ou l'anacrouse (cf. Tableau 5a).

DISCUSSION

La perception de variations de degrés divers par rapport à un invariant préalablement entretenu que proposait l'audition de *Four Organs* de Steve Reich, a rencontré, dans l'écoute en temps réel, des performances très positives même chez des sujets sans formation musicale. On est tenté de faire une relation avec les résultats obtenus lors de tests de segmentation en groupes rythmiques: une comparaison entre ces stratégies est-elle, toutefois, de mise? J'ai insisté, dès les prémisses de l'étude expérimentale que j'ai consacrée aux règles préférentielles de groupes de Ler Dahl et Jackendoff (1983; I. Deliège, 1987), sur la nécessité de la sensation d'un contraste, d'une différence, fût-elle

minime, pour générer un groupe. Un effet d'accent — bien connu et maintes décrit fois — s'associe à toute structure sonore qui enclenche le groupe rythmique. Gisèle Brelet (1949) note à ce propos que «Si l'accent peut être regardé comme le créateur et le législateur du rythme, c'est qu'il est 'conditionné' (...) par une 'activité intérieure'. L'accent domine le groupe rythmique, écrit l'auteur (p. 320), parce qu'il suscite autour de soi une 'étendue temporelle' qui exprime sa sphère d'influence.» La présence d'accents, souvent plus nets dans les structures de «tête» des motifs, avait également eu un effet bénéfique sur la reconnaissance (I. Deliège, 1992, sous presse). Dans le cas présent, la sensibilité à l'opposition *invariant/variant* s'est vue favorisée lorsque les variations étaient amorcées sur des anacrouses ou des battues métriques fortes: le phénomène d'accentuation est un apport positif dans ces différentes performances qui vaut d'être souligné ici. Mais existe-t-il un seuil à partir duquel la portée d'une variation introduit un contraste qui vient rompre pour un instant l'effet de répétition?

L'oreille, on le sait, n'est pas en mesure d'accomplir une analyse spectrale des signaux sonores. Personne ne peut donc évaluer à un Herz près la hauteur d'un son, ni son nombre d'harmoniques ou son niveau de décibels. Mais de telles informations, davantage du domaine de la psychophysique traditionnelle, sont-elles utiles dans le cas qui nous occupe? On rapprocherait plus volontiers les résultats de cette étude des remarques de certains spécialistes de la fonction auditive, notamment celles de Leipp (1977) et de Moore (1982) qui décrivent une sorte de jeu de soustractions entre les «images acoustiques» constituées (concept de Leipp), qui mettrait en relief des *différences* entre images: les mécanismes cognitifs retiendraient ces changements et en aménageraient subjectivement l'incidence. On pourrait également, évoquant ici le concept de «l'utilisation volontaire de schémas appris», avancé par Bregman (à paraître) en matière d'«analyse de scènes auditives» (1990) — le type d'écriture de Reich permet, en effet, de postuler la formation de tels schémas — qu'il existe, dans la perception de l'opposition *invariant/variant*, un processus de comparaison entre schémas: celui qui vient d'être acquis à la suite d'une habitude sensorielle à une structure entretenue et celui qui transforme l'état précédent. C'est en ce sens que ce type de musique était un terrain idéal pour l'observation du phénomène.

On pourrait, cependant, objecter que, dans l'ensemble, le répertoire musical, si ce n'est dans les musiques ethniques, et africaines surtout, où Reich puise une grande part de son imagination, ne présente guère la

variation sous cette forme. Cependant, Meyer note, précisément au sujet de l'aménagement des éléments variants dans la composition musicale, que: «Dans la plupart des musiques que nous connaissons — occidentale ou orientale, savante ou primitive — un ou au plus deux paramètres à la fois sont modifiés. Par exemple, si le rythme est varié, les relations de hauteurs restent en général relativement constantes.» (1967, p. 286). Il n'en est pas autrement ici: simplement le traitement que Reich introduit par la variation, a lieu sur un fond stable et module progressivement les paramètres sur lesquels il opère. Ce terrain était donc particulièrement propice à l'observation des effets respectifs pris isolément et à la mesure de la sensibilité perceptive à des états simples, et nettement caractérisés, de la variation.

REFERENCES

- Botte, M.Cl. (1989). L'audition: système auditif, perceptions et organisation perceptive élémentaires. In C. Bonnet et al. (Eds.), *Traité de psychologie cognitive* (Vol. 1, pp. 83-128). Paris: Dunod.
- Bregman, A.S. (1990). *Auditory scene analysis*. Cambridge, MA: M.I.T. Press.
- Bregman, A.S. (à paraître). *L'analyse de scènes auditives: l'audition dans des environnements complexes*. Communication présentée au workshop «Cognitive Aspects of Human Audition». Société Française d'Acoustique & Ircam, 21-22 février 1991.
- Brelet, G. (1949). *Le temps musical: Essai d'une esthétique nouvelle de la musique* (2 Vols.). Paris: Presses Universitaires de France.
- Clarke, E. (1987). Categorical rhythm perception: An ecological perspective. In A. Gabrielsson (Ed.), *Action ad perception in rhythm and music* (pp. 19-34). Stockholm: Royal Swedish Academy of Music.
- Deliège, I. (1987). Grouping conditions in listening to music: An approach to Lerdahl & Jackendoff's grouping preference rules. *Music Perception*, 4, 325-360.
- Deliège, I., & El Ahmadi, A. (1989). Mécanisme d'extraction d'indices dans le groupement. Etude de perception sur la *Sequenza VI* de Luciano Berio. *Contrechamps*, 10, 85-104.
- Deliège, I., & El Ahmadi, A. (1990). Mechanisms of cue extraction in musical groupings: A study of perception on Sequenza VI for viola solo by L. Berio. *Psychology of Music*, 18(1), 18-44.
- Deliège, I. (1989). Approche perceptive de formes musicales contemporaines. In S. McAdams & I. Deliège (Eds.), *La musique et les sciences cognitives* (pp. 305-326). Bruxelles: Mardaga.
- Deliège, I. (1992, sous presse). Recognition of the Wagnerian Leitmotiv. *Jahrbuch für Musikpsychologie*, 9.
- Fraisse, P. (1967). *La psychologie du temps*. Paris: Presses Universitaires de France.

- Francès, R. (1958). *La perception de la musique*. Paris: Vrin.
- Gabrielsson, A. (1987). Once again: The theme from Mozart's piano sonata in A major (K.331). A comparison of five performances. In A. Gabrielsson (Ed.), *Action and perception in rhythm and music* (pp. 81-104). Stockholm: Royal Swedish Academy of Music.
- Handel, S. *Listening* (A Bradford Book). Cambridge, MA: M.I.T Press.
- Harwood, D. (1976). Universals in music: A perspective from cognitive psychology. *Ethnomusicology*, September, 521-533.
- Leipp, E. (1977). *La machine à écouter*. Paris: Masson.
- Lerdahl, F., & Jackendoff, R. (1983). *A generative theory of tonal music*. Cambridge, MA: M.I.T. Press.
- Lindsay, P.H., & Norman, D.A. (1972). *Human information processing. An introduction to psychology*. New York: Academic Press.
- Moore, B.C.J. (1982). *An introduction to the psychology of hearing*. New York: Academic Press.
- Pierce, J.R. (1983/1984). *Le son musical, acoustique, musique, informatique*. Paris: Pour la Science.
- Reich, S. (1974/1981). *Ecrits et entretiens sur la musique*. Paris: Christian Bourgois.
- Rouget, G. (1956). A propos de la forme dans les musiques de tradition orale. *Les colloques de Wégimont* (pp. 131-144). Bruxelles: Cercle International d'Etudes Ethno-Musicologiques.
- Rouget, G. (1981). Structure d'un chant initiatique du Bénin. In G. Rouget (Ed.), *Ethnomusicologie et représentations de la musique. Le Courrier du CNRS*, hors série n° 42, pp. 10-11.
- Rouget, G. (1990). La répétition comme universel de la musique. In R. Pozzi (Ed.), *La musica come linguaggio universale. Genesi e storia di un'idea* (pp. 189-201). Florence: Olschki.
- Schoenberg, A. (1967). *Fundamentals of musical composition*. In G. Strang & L. Stein (Eds.). Londres: Faber & Faber.
- Souris, A. (1976). *Conditions de la musique et autres écrits*. Bruxelles/Paris: Editions de l'U.L.B./C.N.R.S.
- Webern, A. (1980). *Chemin vers la nouvelle musique* (Collection M & M). Paris: J.C. Lattès.

Laboratoire de Psychologie expérimentale
Boulevard du Rectorat 5
Sart Tilman, B 32
4000 Liège
Belgique