

L'art du *trompe-l'oreille* en musique

François-Xavier Féron

STMS - Sciences et Technologies de la Musique et du Son
(CNRS, Ircam, Sorbonne Université)
Équipe Analyse des Pratiques Musicales



1

Introduction

F.-X. Féron

2

Définition

- Les *trompe-l'oreille* sont des phénomènes sonores de nature captieuse qui tendent à induire l'auditeur en erreur.
 - Disjonction entre ce qui est « produit » et ce qui est « perçu ».
 - Ensemble varié de phénomènes: illusions, ambiguïtés, paradoxes, hallucinations...
- Objectifs:
 - Approche historique: quelques jalons dans l'exploration musicales de phénomènes captieux .
 - Approche analytique: présentation d'une typologie englobant l'ensemble de ces phénomènes.
 - Approche (psycho)acoustique et musicale: description de quelques archétypes illustrés à travers des exemples musicaux.

F.-X. Féron

3

Petite histoire

- Présence ancestrale des *trompe-l'oreille*
 - Dans les musiques de tradition orale: chants mongols, chants tibétains, chants de Sardaigne, musiques subsahariennes...
 - Dans les musiques occidentales de tradition écrite: polyphonie virtuelle ou implicite réalisée à partir d'une monodie
- Émancipation au XXe siècle avec les développements technologiques
 - Enregistrement sonore (à compter de 1877)
 - Synthèse sonore par ordinateur (à compter de 1957)

F.-X. Féron

4

Petite histoire

- Démocratisation du terme « illusion auditive »

« On sait beaucoup de choses sur les illusions optiques, mais je n'ai jamais entendu parler d'illusions auditives. Pour une raison ou une autre, personne ne semble s'intéresser à ces phénomènes. Pourtant ils existent certainement, du moins dans des musiques électroniques comme celle-ci. Peut-être y aura-t-il un jour, dans le domaine musical, un nouveau Josef Albers qui développera une théorie expliquant comment ces phénomènes sont produits. En attendant, nous pouvons simplement écouter et être agréablement mystifiés. »

Tom Johnson, 17 août 1972,
à propos de *Narcissus Descending* de Rhys Chatham

The Voice of new music (New York City 1972-1982, A collection of articles originally published in The Village Voice), Eindhoven, Het Apollohuis Eindhoven, 1989, p. 42-43.
[En ligne] <http://www.editions75.com/Books/TheVoiceOfNewMusic.PDF>

F.-X. Féron

5

Petite histoire

- Démocratisation du terme « illusion auditive »

« Au sens large, on peut parler d'illusion auditive chaque fois que notre perception du son est en désaccord avec sa description physique ou acoustique [...] Curiosités énigmatiques, les illusions ont un intérêt en soi : leur étude est précieuse en ce qu'elle révèle souvent très clairement certaines propriétés spécifiques des mécanismes perceptifs. »

David L. Wessel et Jean-Claude Risset, « Les illusions auditives », in Claude Malric (dir.), *Musique et ordinateur*, Les Ulis, Centre expérimental du spectacle, 1983, p. 94. (Publication originale : *Encyclopaedia Universalis*, Universalis, 1979, p. 161-171).

F.-X. Féron

6

Typologie

- Catégorisation de Wessel et Risset

1. Restitution perceptive des sons.
2. Polyphonie à une seule voix.
3. Paradoxes liés à la dissociation de la hauteur sonore.
4. Paradoxes de rythme.
5. Intégration auditive.
6. Localisation auditive.

David L. Wessel et Jean-Claude Risset, « Les illusions auditives », *op.cit.*

F.-X. Féron

7

Typologie

- Classification de Ninio des illusions visuelles et auditives suivant les grandes procédures de la perception

- Limites perceptives
- Contrastes
- ségrégations/fusions
- Complétion
- Adaptation
- constances,
- repères/localisations
- Arbitrage

Jacques Ninio, *La Science des illusions*, Paris, Odile Jacob, 1998

F.-X. Féron

8

Typologie

- Classification de Ninio des illusions visuelles et auditives suivant les grandes procédures de la perception

- Limites perceptives
- Contrastes
- ségrégations/fusions
- Complétion
- Adaptation
- constances,
- repères/localisations
- Arbitrage

Jacques Ninio, *La Science des illusions*, Paris, Odile Jacob, 1998

F.-X. Féron

9

Typologie

- Élaboration d'une taxonomie plus ouverte englobant l'ensemble des phénomènes sonores insolites

PHÉNOMÈNE	Singularité	Effet
Acoustique (niveau physique)		
Auditif (niveau perceptif)		

F.-X. Féron, « Propositions pour une typologie des phénomènes sonores insolites » / « Proposals for a typology of unusual sound phenomena », *Hybrid*, no. 2 « Réalités de l'illusion », 2015. (<https://journals.openedition.org/hybrid/1220>)

F.-X. Féron

10

Typologie

- Élaboration d'une taxonomie plus ouverte englobant l'ensemble des phénomènes sonores insolites

- Effets acoustiques: filtrage, réverbération, écho, point de focalisation, effet Doppler...
- Effets auditifs: illusion, paradoxe, ambiguïté, perception sans objet (dont hallucination), sensation

F.-X. Féron, *Des illusions auditives aux singularités du son et de la perception : l'impact de la psychoacoustique et des nouvelles technologies sur la création musicale au XXe siècle*, thèse de doctorat [non publiée], Paris, Université Paris-Sorbonne - Paris IV, 12 juin 2006.

F.-X. Féron

11

Trompe-l'oreille en lien avec la perception des hauteurs

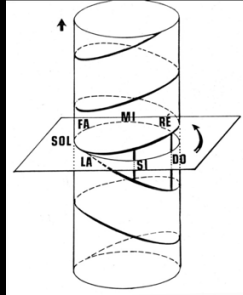
F.-X. Féron

12

Perception des hauteurs

Tonie et chroma

- Chroma (*pitch class* ou *pitch circularity*)
 - Hauteur tonale
 - Échelle circulaire
 - Sensation bien définie que produisent des signaux périodiques à l'intérieur d'une octave
 - Deux sons dont le rapport des fréquences est un multiple de deux ont le même chroma
 - Il y a douze chromas dans le système tempéré
- Tonie (*pitch height*)
 - Hauteur spectrale
 - Échelle linéaire allant du grave à l'aigu.
 - Corrélation avec la fréquence



Représentation hélicoïdale de la hauteur selon Drobisch

F.-X. Feron

13

Perception des hauteurs

Tonie et chroma

- Fixer la tonie (spectre) et modifier le chroma (système des fréquences)
 - Mélodie, glissando, intervalle... de nature 'tonale'
- Fixer le chroma (système des fréquences) et modifier la tonie (équilibre spectrale)
 - Mélodie, glissando, intervalle... de nature 'spectrale'

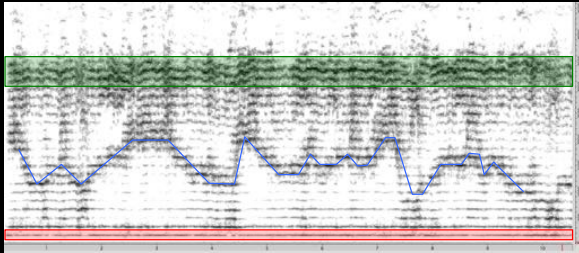
F.-X. Feron

14

Perception des hauteurs

Chant diphonique

- *Khoomi*, chant diphonique mongol
 - Fondamentale ici fixée à 165 Hz
 - Formant autour de 3400 Hz
 - Mélodie spectrale (harmoniques 7 à 12)



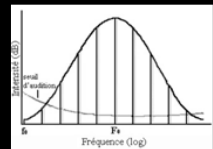
F.-X. Feron

15

Les sons ambigus de Shepard

Description

- Roger Shepard
 - Psychologue états-unien (1929-2022)
- Laboratoires Bell, 1963
 - Synthèse de 12 sons complexes:
 - 10 composantes spectrales espacées systématiquement d'une octave
 - Enveloppe spectrale en forme de cloche
 - Chroma parfaitement défini mais tonie ambiguë
 - Exemple: *mi*

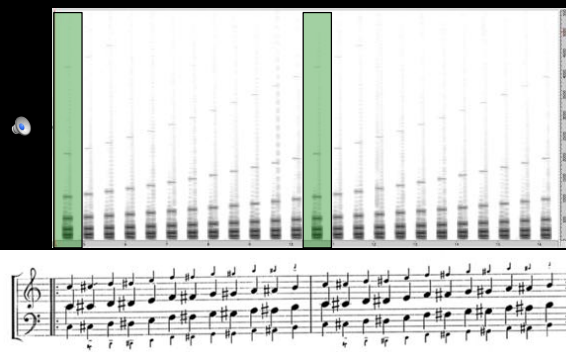


F.-X. Feron

16

Les sons ambigus de Shepard

Gamme de Shepard



F.-X. Feron

17

Le paradoxe du triton

- Diana Deutsch
 - Psychologue anglo-saxonne née en 1938
 - <http://deutsch.ucsd.edu>

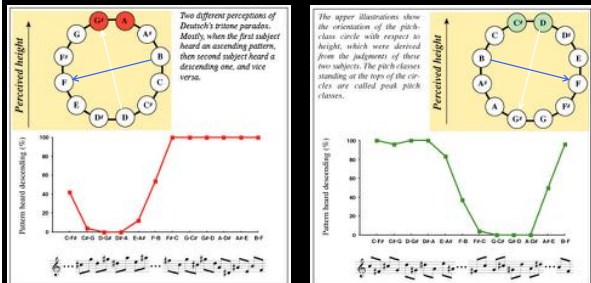


- Paradoxe du triton, 1986
 - Lorsque deux sons ambigus forment un triton (demi-octave), la distance sur le cercle des chromas est identique quelque soit le sens de parcours.
 - Selon l'orientation du cercle des chromas (propre à chaque individu) l'intervalle peut être descendant ou ascendant

F.-X. Feron

18

Le paradoxe du triton

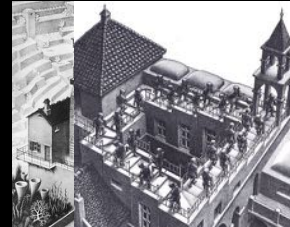
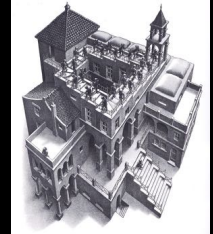


F.-X. Feron

19

Les illusions et paradoxes de Risset

- Mouvement infini
 - Son, intervalle ou mouvement mélodique évoluant sempiternellement dans le même sens (grave vs. aigu)
 - Maurits Cornelis Escher, *Montée et descente* (1960)



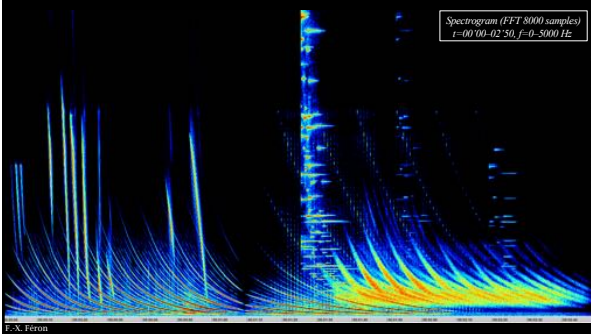
paradoxal
intervalle ou mouvement mélodique qui
s'indéfiniment et se retrouve plus bas qu'à
(inversion)
Cornelis Escher, *Cascade* (1961)

F.-X. Feron

20

Les illusions et paradoxes de Risset *Computer Suite for Little Boy* (1968)

- Mouvement n° 2 - *Chute*

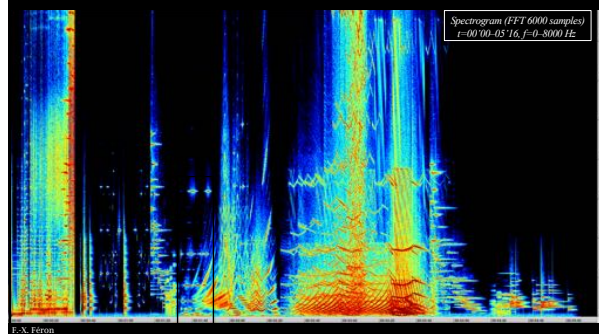


F.-X. Feron

21

Les illusions et paradoxes de Risset *Computer Suite for Little Boy* (1968)

- Mouvement n° 3 - *Contre-Apothéose*

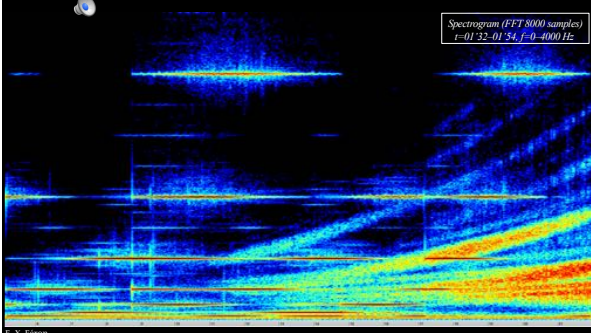


F.-X. Feron

22

Les illusions et paradoxes de Risset *Computer Suite for Little Boy* (1968)

- Mouvement n° 3 - *Contre-Apothéose*

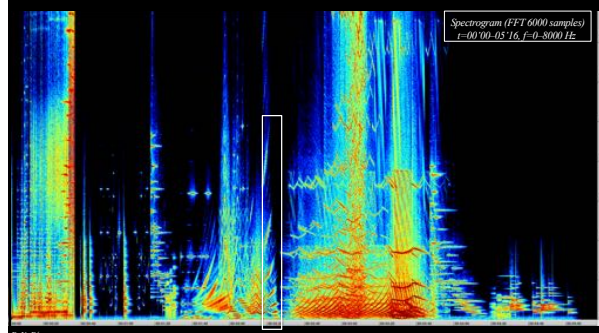


F.-X. Feron

23

Les illusions et paradoxes de Risset *Computer Suite for Little Boy* (1968)

- Mouvement n° 3 - *Contre-Apothéoses*



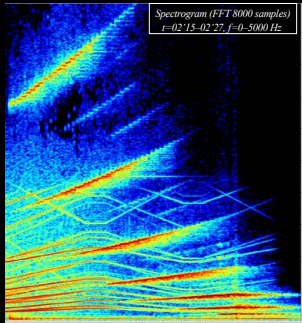
F.-X. Feron

24

Les illusions et paradoxes de Risset

Computer Suite for Little Boy (1968)

• Mouvement n° 3 - Contre-Apothéose



F.-X. Féron

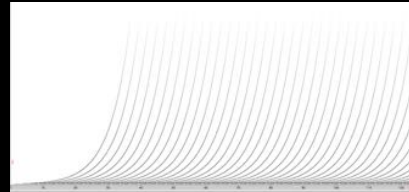
25

Illusion d'infinité par mixage électronique

J. Tenney, *For Ann (Rising)* (1969)

• *For Ann (Rising)* (1969)

- Pièce électronique caractéristique de son langage: procédure compositionnelle claire et minimaliste, aucune structure narrative, exploration et manifestation de phénomènes acoustiques
- Matériau: un long glissando ascendant (38 secondes sur une plage fréquentielle allant de 25 Hz à 14300 Hz soit 9 octaves)
- Processus: superposition toutes les 2,8 secondes de ce glissando (les entrées et sorties du glissando se font de manière imperceptible)



F.-X. Féron

26

Trompe-l'oreille instrumentaux

Mouvements infinis et paradoxaux

- Mouvement infini
 - Effet dramatique donnant l'impression qu'une ligne musicale évolue toujours dans la même direction (grave vs. aigu)
 - Procédé ancien obtenu grâce à un tuilage subtil entre les différentes voix musicales
 - I. Braus, « Retracing one's Steps : An Overview of pitch Circularity and Shepard Tones in European Music, 1550-1990 », *Music Perception*, vol.12 n° 3, 1995, p. 323-351.
- Mouvement paradoxal
 - Ligne musicale procurant l'impression paradoxale de monter et descendre en même temps

F.-X. Féron

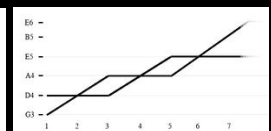
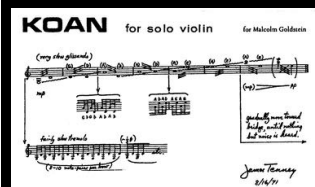
27

Trompe-l'oreille instrumentaux

J. Tenney, *Koan* (1971)

- Œuvre issue des *Postal Pieces* (1965-1971)
Tremolo ininterrompu entre deux cordes dont une à a vide:

- Corde de *sol* [*sol* → *la*] + Corde à vide *ré*
- Corde de *ré* [*ré* → *mi*] + Corde à vide *la*
- Corde de *la* [*la* → jusqu'au chevalet] + Corde à vide *mi*



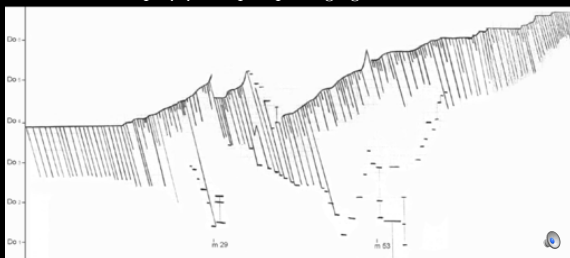
F.-X. Féron

28

Trompe-l'oreille instrumentaux

G. Ligeti, *Les études pour piano (1985-2001)*

- Étude n° 9 - Vertige (1990)
 - Matériau compositionnel: motif chromatique descendant
 - Traitement: décalage progressif du motif vers les aigus
 - Structures polyrythmiques par ségrégation des flux auditifs



F.-X. Féron

29

Trompe-l'oreille instrumentaux

G. Ligeti, *Les études pour piano (1985-2001)*

- Étude n° 13 - L'escalier du diable (1990)
 - Montées infinies par tuilage (octaves et tritons privilégiés)
 - Polyrythmies

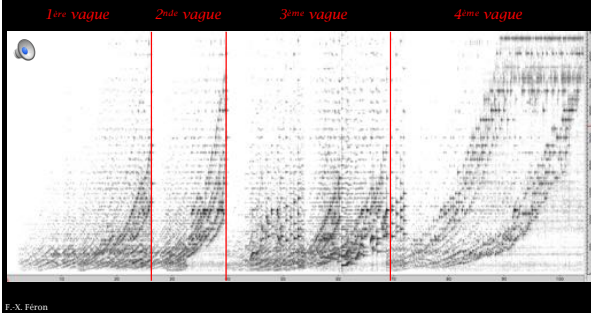


F.-X. Féron

30

Trompe-l'oreille instrumentaux G. Ligeti, *Les études pour piano* (1985-2001)

- Étude n° 13 - L'escalier du diable (1990)



F.-X. Féron

31

Trompe-l'oreille en lien avec la perception du temps

F.-X. Féron

32

Illusions de continuité La continuité hétérophonique (effet tunnel)

- Équivalent visuel



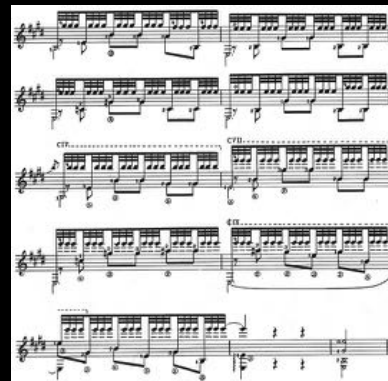
- Un silence est remplacé par un bruit
 - Exemple 1a: SP (1 000 Hz, 900 ms) et bruit blanc (100 ms)
 - Exemple 1b: Glissandi de SP entrecoupés en leur milieu par le même bruit blanc



F.-X. Féron

33

Illusions de continuité A. Barrios, *El ultimo tremolo* (1944)



F.-X. Féron

34

Trompe-l'oreille rythmiques La magie des patterns résultants

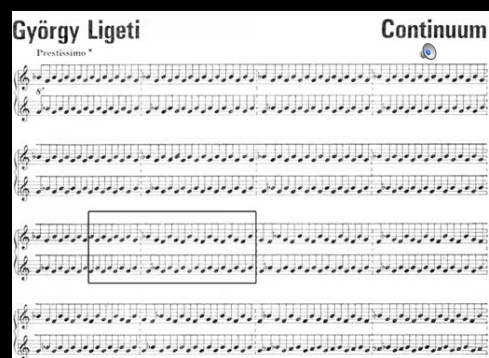
- Sous-produits de la perception provoqués
 - par l'interaction de plusieurs voix musicales
 - par des regroupements opérés à l'intérieur d'une voix
- *SSematimba ne Kikwabanga* (Uganda) pour deux vibraphones africains
 - Motif 1: 18 notes isochrones jouées en boucle
 - Motif 2: 18 notes isochrones et décalage d'un demi-temps par rapport au premier



F.-X. Féron

35

Trompe-l'oreille rythmiques G. Ligeti, *Continuum* (1968)



F.-X. Féron

36

Trompe-l'oreille rythmiques

G. Ligeti, *Continuum* (1968)

- Structures rythmiques formées par la répétition de certaines notes
 - Fluctuation illusoire du tempo (qui est pourtant immuable)



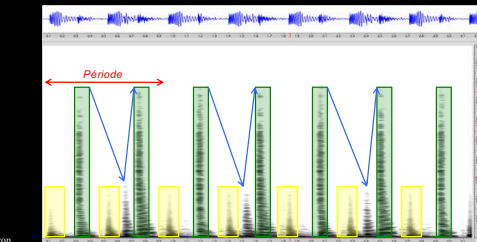
F.-X. Feron

37

Trompe-l'oreille rythmiques

R. Hood, *Grey Move* (1999)

- Construction d'un pattern rythmique ambigu
 - Grosse caisse toutes les 0,45 s (environ 130 BPM)
 - Cymbale sur les notes formant un intervalle ascendant (intercalé entre la grosse caisse)
 - Levée qui forme avec l'intervalle ascendant le pattern (long-court-long)



F.-X. Feron

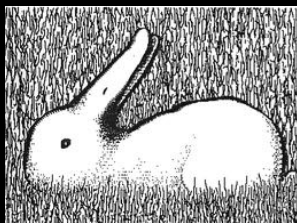
38

Trompe-l'oreille rythmiques

R. Hood, *Grey Move* (1999)

« À petit artifice, grand effet : si on l'écoute assez longtemps, la perception bascule du rythme I au rythme II, et vice versa, comme dans certaines illusions optiques. »

Elisabeth Schwind, « L'héritage du minimalisme. La musique minimaliste dans le contexte techno », *Dissonance* 66, 2000.



Roger Shepard, *L'œil qui pense. Visions, illusions, perceptions*, Paris, Éd. du Seuil, 1992

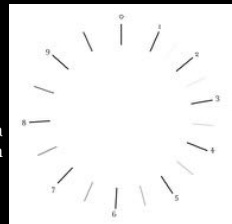
F.-X. Feron

39

Mouvements infinis ou paradoxaux

Ralentissement/Accélération perpétuel

- Keneth Knowlton (~1970, Bell laboratories)
 - Séquence de pulsations qui, mise en boucle, donne l'illusion d'accélérer (ou inversement ralentir) perpétuellement.
 - Procédé repris et amélioré par Jean-Claude Risset.
- Construction du pattern
 - Séries de pulsations déphasées
 - Contrôle indépendant de l'amplitude de chaque série
 - Ralentissement du tempo global (la durée entre chaque pulsation augmente progressivement)



F.-X. Feron, « L'art du trompe-l'oreille rythmique », *Intermédiétés - Histoire et théorie des arts, des lettres et des techniques*, no. 16 « Rythme/Rhythmize », 2010, pp. 145-16 (<https://www.erudit.org/fr/revues/im/2010-n16-im1514743/1001960ar.pdf>).

F.-X. Feron

40

Mouvements infinis ou paradoxaux

Ralentissement/Accélération perpétuel

- Laurie Spiegel, *The Orient Express* (June-July 1974)
 - "Realized on BTL GROOVE (Knowlton-Spiegel) system and using Knowlton-Spiegel perpetual acceleration algorithm"

"The illusion of perpetual acceleration heard during the first several minutes came from Dr. Kenneth Knowlton of Bell Labs and we worked out the code to be able to hear it together. It is essentially a rhythmic analog to Roger Shepard's ever-rising pitch (a.k.a. "Shepard Tones"). The effect is achieved by gradually decreasing the amplitude of the weak beats of a rhythmic cycle until, when double the original tempo is reached, those weak beats have decreased to silence. At that point those beats drop out and a new process of decreasing a new set of alternate weak beats begins. Both the speed of apparent acceleration (or deceleration) and the base tempo at which it occurs were controllable by turning knobs"



Laurie Spiegel, *The Expanding Universe* (Unseen Worlds UW09, 2012)

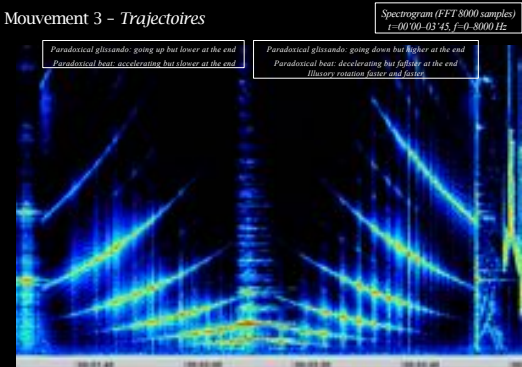
F.-X. Feron

41

Mouvements infinis ou paradoxaux

J.-C. Risset, *Moments newtoniens* (1977)

- Mouvement 3 - Trajectoires



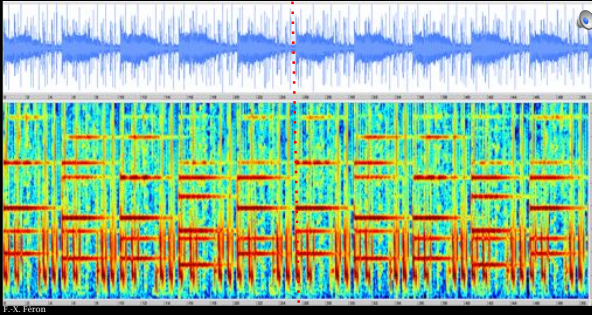
F.-X. Feron

42

Mouvements infinis ou paradoxaux

Autechre, *fold4*, *wrap5* (1998)

- Phénomène sonore:
 - Impression de ralentissement et descente perpétuelle similaire à certaines illusions construites par Jean-Claude Risset

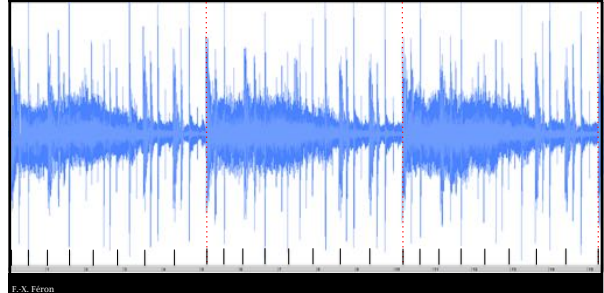


43

Mouvements infinis ou paradoxaux

Autechre, *fold4*, *wrap5* (1998)

- Cellule rythmique de 5,2 secondes
 - Son pédale grave
 - Matériau rythmique et mélodique avec une cascade de sons percussifs électroniques suivant un tempo décroissant

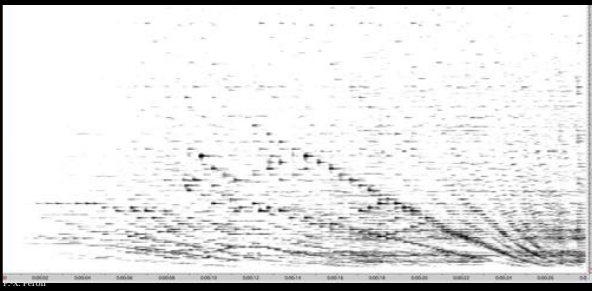


44

Mouvements infinis ou paradoxaux

Ligeti, étude pour piano 6 – *Automne à Varsovie* (1985)

- Descente chromatique et accélération semblant infinies



45

Trompe-l'oreille en lien avec la perception de l'espace

F.X. Féron

46

Dispositifs de reproduction sonore

De la stéréophonie...

- 1881: invention du théâtrophone
 - Clément Ader (Fr. 1841-1925)
 - Le son est diffusé en stéréophonie



F.X. Féron

47

Dispositifs de reproduction sonore

...au son 3D

- Techniques binaurales (écoute au casque) ou transaurales (HPs)
 - Amélioration de la localisation spatiale
 - « hors de la tête » pour une écoute au casque.
 - localisation en 3D (et pas seulement dans un plan situé entre les deux haut-parleurs) pour une écoute sur HPs.
 - Exemple binaural (avec casque) - Qsound laboratory - *Virtual barber shop* : <http://www.youtube.com/watch?v=IUDTlvagjJA>
- Systèmes multi haut-parleurs
 - 5.1... X.1
 - Ambisonics
 - Wave Field Synthesis (WFS)
 - Dolby Atmos

F.X. Féron

48

Illusions de mouvement via HPs

K. Stockhausen, *Gesang der Jünglinge* (1956)

- Œuvre électroacoustique (support 4 pistes)
 - Sons concrets (voix d'enfants) et électroniques
 - Diffusion originelle sur 5 groupes de HP (4 formant un carré autour du public et un placé au dessus)

« Parfois le son tournait, passant d'un baffle à l'autre, et parfois il allait en diagonale. La vitesse du son, qui passait d'un baffle à l'autre était aussi importante que la hauteur de ce son. Et je me suis mis à penser en termes d'intervalles dans l'espace, autant que d'intervalles de temps ou de fréquences. Je pense en termes d'accords spatiaux »

J. Cott, *Conversations avec Stockhausen*, 1979



F.-X. Féron

49

Illusions de mouvement via HPs

K. Stockhausen, *Kontakte* (1959-1960)

- Deux versions
 - Version pour bande 4 pistes
 - Version pour piano, percussion et bande 4 pistes
- Le haut-parleur rotatif



« Beaucoup d'auditeurs en entendant *Kontakte* pour la première fois dans sa version originale sur 4 pistes, ont suggéré une analogie avec la perte de l'orientation que l'on peut imaginer dans une chambre antigravitationnelle. »

J. Purce, « La spirale dans la musique de Stockhausen », *Musique en jeu*, n° 15, 1974

F.-X. Féron

50

Illusions de mouvement via HPs

J. Chowning

- Chercheur et compositeur états-unien né en 1934
 - Inventeur de la synthèse par modulation de fréquence (FM)
 - Inventeur d'un algorithme de spatialisation
 - Directeur du Center for Computer Research in Music and Acoustics (CCRMA, Stanford)



« While the development of FM was certainly important in the composition of *Sabelithe* the first thing that was interesting to me was the spatial part, the aspect of projecting sound images in space. That was very powerful for me. The research on moving sounds in space began in 1965. I did those first spatial examples with clicks and pops, ordinary tone that had sharp envelopes that seemed to work, but there was no internal life in any of these sounds »

Chowning, livret CD Wergo 2012-50, 1988

F.-X. Féron

51

Illusions de mouvement via HPs

J. Chowning, *Turenas* (1972)

- Chowning conçoit un programme de spatialisation utilisant les indices psychoacoustiques sur 4 pistes.
 - Direction: amplitude
 - Distance: dosage du signal direct sur le signal réverbéré
 - L'amplitude du signal direct varie comme l'inverse de la distance et l'amplitude du signal réverbéré comme l'inverse de la racine carrée de la distance.
 - Mouvement lent: modification de la direction et de la distance
 - Mouvement rapide: simulation de l'effet Doppler

Si la source sonore s'approche à la vitesse s , toutes les fréquences sont augmentées d'une fraction s/v où v est la vitesse du son. Si la source s'éloigne à la vitesse s , toutes les fréquences sont diminuées d'une fraction s/v .

- John Chowning, *Turenas* (1972, support 4 pistes)
 - « L'auditeur y perçoit des trajectoires sonores avec une précision quasi-graphique : les sons paraissent virevolter dans un immense espace qui déborde largement les quatre haut-parleurs. Cet espace est illusoire: il est instauré par l'écoute. »

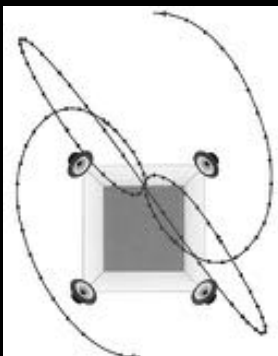
J.-C. Risset, « Ouvrir l'espace sonore: Mathews, Chowning, holophon » *Journées d'Informatique Musicale* 2011

F.-X. Féron

52

Illusions de mouvement via HPs

J. Chowning, *Turenas* (1972)



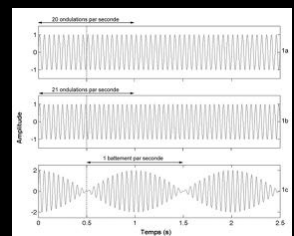
F.-X. Féron

53

Illusions de mouvement

Battements dichotiques

- Battements
 - Modulation d'amplitude générée par la superposition de deux fréquences rapprochées.
 - Fréquence de modulation = différence entre les deux fréquences
- Battements dichotiques
 - Les deux fréquences sont véhiculées à travers deux canaux différents
 - La modulation d'amplitude produit une illusion de rotation



F.-X. Féron

54

Illusions de mouvement Batttements dichotiques

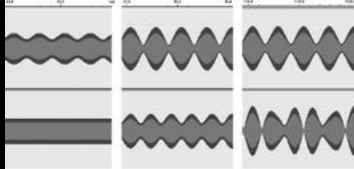
- Ryoji Ikeda, *Matrix* (1999-2000)



« *Matrix* is a series of sound installations employing pure sine waves and white noises as a sculptural material. The installations are designed in response to specific gallery spaces or public sites selected by the artist. As visitors pass through the sound field, subtle oscillation patterns occur around their ears, caused by their own movements interfering with the sounds. It is a very personal experience that is only through the visitors' physical engagement in the sound space that the real character of the work can be perceived. »

S1=440 Hz (gauche)
Env1=250 ms ($f=4$ Hz)

S2=450 Hz (droite)
Env2=200 ms ($f=5$ Hz)



F.-X. Feron

55

Composer des espaces imaginaires L. Berio, *sequenza X* (1984)

- Effet de rémanence
 - Prolongation du son émis par une source alors que celle-ci ne vibre plus. Produit une réverbération artificielle.
 - Relais instrumentaux ou usage des résonances par sympathie
- *Sequenza X* pour trompette et piano résonant



F.-X. Feron

56

Composer des espaces imaginaires H. Sandroff, *Tephillah* (1997)

- Œuvre pour pour clarinette et électronique en temps réel
 - Fondée sur le chant liturgique hébraïque
 - Répétition de motifs dans des espaces virtuels plus ou moins réverbérants



F.-X. Feron

57

Révéler les propriétés de l'espace Alvin Lucier, *I am sitting in a Room* (1969)

« I am recording the sound of my speaking voice and I am going to play it back into the room again and again until the resonant frequencies of the room reinforce themselves... ».

- L'espace agit comme un filtre; il atténue toutes les fréquences exceptées celles de résonance. En diffusant toujours et toujours le même son, nous renforçons à chaque fois les mêmes fréquences et supprimons les autres.
- Extraits des 1ère, 3e, 5e, 8e, 12e, 18e, 24e et 32e itérations



F.-X. Feron

58

Trompe-l'oreille référentiels

F.-X. Feron

59



60

Transformations verbales

endure
endure
chance
chance
chance

Roger Shepard, *L'œil qui pense. Visions, illusions, perceptions*, Paris, Éd. du Seuil, 1992

F.-X. Féron

61

Identification des sources Détourner les timbres instrumentaux

- L'imitation, lorsqu'elle est réussie, peut nous induire à identifier de manière erronée une source.
 - Illusion référentielle
 - Elle passe souvent par l'invention de nouveaux instruments ou nouveaux modes de jeu: le « Lion roar », Voix humaine (beat box, imitation de timbres instrumentaux ou d'autres voix)...

F.-X. Féron

62

Identification des sources Sons hybrides

- Croissement de deux sources sonores
 - Caractéristiques des différentes sources
 - Emergence d'une chimère acoustique
- Dissociation entre contenu spectral et enveloppe temporelle
 - Voix seul
 - Violoncelle seul
 - Voix + Violoncelle
 - Violoncelle + Voix
- Michaël Lévinas, *Préfixes* (1991) pour 17 instruments dont 2 claviers MIDI
 - Création d'hybrides de premier ordre
 - Hybride de second ordre avec les sources instrumentales

→ Nouvelle mixité

Rires de voix graves	clarinette basse
Rires de voix graves	clarinette
Rires de voix graves	cor
Cor	timbale
Cor	cymbales
Cor	grosse caisse
Clarinette basse	grosse caisse
Clarinette basse	cymbales
Cor + caisse claire	grosse caisse
Cor + caisse claire	timbale
Cor + caisse claire	cymbale

F.-X. Féron

63

Processus de transmutation Morphing

- Hybridation (croisement) graduelle transformant un premier timbre en un second
 - Flou référentiel
 - Etapes intermédiaires insolites
- Développement rendu possible avec la synthèse sonore par ordinateur
 - John Chowning, *Sabelithe* (1971)
 - Etudes de Grey et Moorer aboutissant à une classification des timbres (années 1970)
 - Jonathan Harvey, *Mortuos plango, Vivos voco* (1980)
 - Trevor Wishart, *Vox 5* (1986, support)

Une voix de synthèse se scinde en deux et se transforme progressivement en essaim d'insectes

F.-X. Féron

64

Processus de transmutation Métamorphose du son instrumental

- Ivo Malec, *Echos*
 - Phrase musicale monodique et continue
 - Timbre: cor → flûte → trompette
- Marc-André Dalbavie, *Color* (2001) pour orchestre
 - Longue séquence monodique descendante
 - Timbre orchestral erratique: cuivres → cordes



F.-X. Féron

65

Illusion du réel Conditions d'émergence

- Sons enregistrés
 - Parfaire la symbiose entre les signaux délivrés par les haut-parleurs et ceux issus directement des instrumentistes
 - La reproduction sonore s'efforce de restituer le plus fidèlement possible:
 - le spectre (timbre et hauteurs)
 - les dynamiques
 - les critères spatiaux (position, mouvement, effets de salle, ...)
- François-Bernard Mâche, *Sopiana* (1980) pour flûte, piano et bande
 - « Le titre de *Sopiana* est dérivé de l'ancien nom romain de Pécs. C'est une œuvre qui, comme *Naluan* dont elle reprend une partie des éléments enregistrés, illustre une démarche personnelle du compositeur tendant à abolir la distinction entre sons bruts et sons musicaux, entre nature et culture. Non seulement les sons d'oiseaux sont minutieusement transcrits, de sorte que les instrumentistes puissent se synchroniser avec eux, mais ils sont physiquement présents dans les haut-parleurs, avec leur virtuosité, leurs silences, leur inépuisable jaillissement. »

F.-B. Mâche, *note de programme*, 1980

F.-X. Féron

66

Illusion du réel F.-B. Mâche, *Sopiana* (1980)



F.-X. Féron

67

Illusion du réel Simulacres acoustiques

- Son entièrement synthétisé simulant des timbres spécifiques
 - Illusion du réel
 - Effet de transmutation

- J.-C. Risset, *Passages* (1982) pour flûte et bande

« Les sons numériques ne sont plus le reflet acoustique d'un monde d'objets visibles. La programmation du son permet de déjouer avec la perception, de sonder "l'espace du dedans" (Henri Michaux), pour donner l'apparence de présence et d'identité à des êtres sonores irréels, ductiles, immatériels, échappant aux contraintes mécaniques »

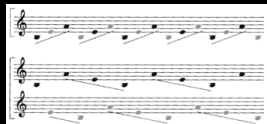
Jean-Claude Risset, *Fragments d'un discours utopique*, 1993

F.-X. Féron

68

Démultiplication des sources Le phénomène de fission mélodique

- Une suite de signaux successifs forme plus ou moins de flux auditifs
 - Pour favoriser l'indépendance des flux, il faut privilégier la cohérence de chaque flux et "séparer" les flux entre eux
 - Fission mélodique
 - Formation d'un ou plusieurs flots au sein d'une monodie
 - Polyphonie virtuelle
- Motif de 3 notes ascendantes (si-mi-la)
 - Timbre identique
 - 1 flux de 3 notes ascendantes
 - Timbre modifié une note sur deux
 - 2 flux de 3 notes descendantes
 - Tempo apparent divisé par deux



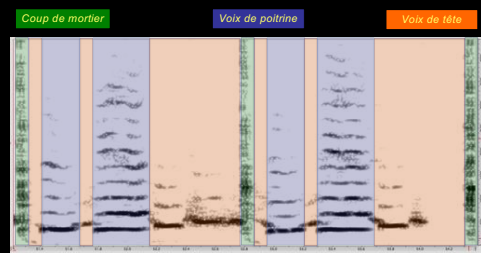
D. Wessel, *Low dimensional control of musical timbre, rapport recherche IRCAM, 12, 1978*

F.-X. Féron

69

Démultiplication des sources La technique dite *Chigolindo*

- Technique vocale (Malawi) caractérisée par l'alternance entre voix de poitrine et voix de tête
- Fission de la ligne mélodique.
- Extrait audio: CD Les voix du monde. Une anthologie des expressions vocales, Le chant du monde CMX 374 1010.12, 1996



F.-X. Féron

70

Démultiplication des sources La quintina

- Voix fantomatique et cristalline émergeant dans certains chants de Sardaigne
- 4 chanteurs: bassu, contra, bogi, falzettu
 - Ajustement des formants
 - Technique de falsobordone (accord parfait)
 - Une voix émerge à l'octave du bogi

« Comme les visages masqués de la Passion, la quintina, cette voix virtuelle créée par des voix réelles, est en deçà de l'apparence et se présente significativement comme l'attribut acoustique de l'ineffable »

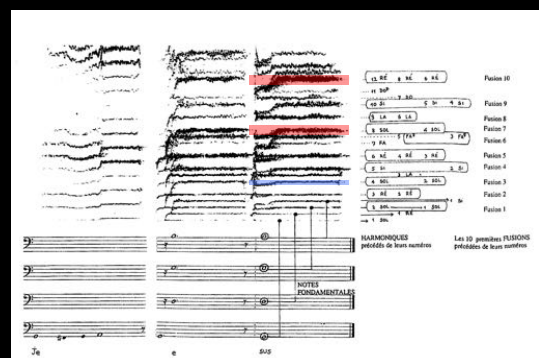
Bernard Lortat-Jacob, *Chants de passion*, 1998



F.-X. Féron

71

Démultiplication des sources La quintina



F.-X. Féron

72

Conclusion

F.-X. Feron

73

- Grande variétés de *trompe-l'oreille*
 - Surprenant car inhabituel
 - Fascinant car ils nous amènent à nous questionner sur la perception qu'on a des choses
 - Captivant car elle s'adressant directement à la perception
- Intérêt pour les communautés
 - Scientifique
 - Artistique
- « Faites d'abord vibrer les sens et vous ferez vibrer aussi le cœur! Faites vibrer les gens grâce à l'inattendu, le mystérieux, l'inconnu et vous aurez l'émotion vraie, intense et profonde de l'âme »

Luigi Russolo, *L'Art des bruits*, 1916

F.-X. Feron

74