

JIM 2010, Rennes

**A PROPOS D'INTERDISCIPLINARITE :
Synthèse, traitement, perception
Musicologie et STIC
Œuvre musicale et mixité**

Keynote speech

Jean-Claude Risset

Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, CNRS, Marseille

C'est pour moi un plaisir de parler aujourd'hui aux participants des JIM, et je remercie Bruno Bossis de m'avoir invité à le faire.

Les JIM émanent de l'AFIM, Association Française d'Acoustique Musicale, issues elle-même de l'élargissement du CPRIM – Collectif pour la Recherche en Informatique Musicale, formé vers 1985. Les premières JIM ont eu lieu en 1994 à Bordeaux, avec des keynote speeches d'Antoine Bonnet et de Claude Cadoz. Cadoz et l'ACROE ont organisé les JIM à Grenoble l'an dernier.

Le thème de cette année est l'interdisciplinarité. Je crois être ici le doyen de la pratique de l'informatique musicale, et partant de l'interdisciplinarité – qui consiste à s'asseoir entre deux chaises, ce qui est particulièrement inconfortable en France. Je m'en suis aperçu en 1969, à mon retour des Etats-Unis, où j'avais travaillé avec Max Mathews, le père de la synthèse des sons par ordinateur: de 1970 à 1975, j'ai galéré. Pourtant j'ai continué. Parce que, j'en étais convaincu, l'informatique musicale est fructueuse pour la recherche et pour la musique, l'interdisciplinarité est indispensable pour la recherche musicale, et l'informatique est son véhicule privilégié. Aujourd'hui l'informatique musicale prospère, et particulièrement en France, comme en témoignent la vive activité de plusieurs centres dont l'IRCAM, le

succès des JIM et le dynamisme de l'AFIM, qui lance une revue ce jeudi.

Je commencerai par un préambule sur l'informatique. Puis je parlerai de ce qui m'a attiré personnellement depuis de nombreuses années dans le potentiel de l'informatique musicale. Ensuite je commenterai les thèmes de ces JIM : la musicologie et les STIC, et l'oeuvre musicale face à l'hétérogène et à la mixité. Je donnerai à entendre – et même à voir - un certain nombre d'exemples anciens ou récents.

L'informatique : une métatechnologie d'interface

Dans les années 60 et 70, le structuralisme avait appelé à l'émergence d'une pluridiscipline, la sémiotique, ou sémiologie: mais cette pluridiscipline a en fait pris modèle sur la linguistique, qui avait beaucoup progressé de Saussure à Chomsky¹ et qui proposait des méthodologies, des distinctions et des paradigmes pertinents dans divers domaines, de l'ethnologie à la psychanalyse.

De façon analogue, parcourant les titres des communications de ces JIM, on voit toute la variété des sujets traités, et l'on peut remarquer que l'informatique musicale recouvre aujourd'hui l'ensemble des secteurs de la recherche musicale, recherche **pour** la musique ou recherche **sur** la musique, pour reprendre une distinction pertinente d'Elizabeth Ducheux. De même que les mathématiques sont moins une science à part que l'instrument de toutes les sciences, l'informatique, discipline moins spécifique que la linguistique, est à même d'incarner toutes sortes de protocoles. L'informatique est une véritable technologie et même davantage: elle englobe des ressources intellectuelles aussi bien que matérielles, concernant grammaire aussi bien que vocabulaire, composition aussi bien que son musical.

¹ On peut citer Saussure, Troubetzkoy, Hjelmslev, Jakobson, Harris, Chomsky, Martinet, Ruwet ...

Les dispositifs électroniques habituels sont tributaires d'une technologie en évolution permanente, et qui va « se raturant sans cesse » (Victor Hugo). Cela pose d'ailleurs de difficiles problèmes de survie pour les oeuvres nécessitant un appareillage technique spécifique et éphémère, car la technologie se périmé très vite. Le problème se pose aussi – mais à un bien moindre degré – pour les logiciels. Antonio de Sousa Dias s'est particulièrement investi dans cette question.

Avec l'ordinateur, la fonction ni le fonctionnement ne sont préétablis. L'informatique devrait nous affranchir du fétichisme de l'outil technologique. L'ordinateur seul n'est que virtualité: ce n'est pas une mise en œuvre technologique, mais la programmation qui le détermine, qui en fait tel ou tel outil – matériel, intellectuel, sensoriel. Pas de spécialisation ou de détournement, simplement un potentiel. Ce qui compte, ce n'est plus le hardware, le matériel, mais le software, le logiciel – Etienne aurait dit : la cervelle compte plus que la casserole. C'est la fonction qui importe, et non l'application automatique d'une technologie nouvelle. On peut qualifier l'informatique de *métatechnologie d'interface* : c'est un de ses points forts d'assurer les transcodages et d'établir des ponts entre domaines.

Selon Michel Serres, "l'ordinateur peut se dire outil universel : instrument construit et concret sous la main, mais d'application ouverte et indéfinie comme un théorème." C'est un dispositif puissant de représentation, capable d'imager les paradigmes les plus divers. En particulier le codage numérique l'habilite à la création sonore : le traitement du son numérique peut bénéficier de ses capacités mathématiques et logiques. Les contraintes semblent disparaître, ou plutôt on peut dans une large mesure les choisir ou les modifier, et les accommoder aux idiosyncrasies de la perception.

Les acteurs sont sans doute biaisés : mais l'on peut à bon droit soutenir que le meilleur de l'informatique musicale est un modèle de l'informatique telle qu'elle devrait être. Nous n'en sommes qu'à l'aube de nos tractations avec l'informatique : mais c'est une responsabilité des musiciens numériques de dénoncer l'alibi de l'ordinateur Big Brother et

de montrer que l'ordinateur peut aider à l'expression personnelle et à l'extension de nos sens, nos seules fenêtres sur le monde, et qu'on peut entretenir avec lui un dialogue harmonieux, voire musical. L'informatique peut être l'outil et l'alibi d'une uniformisation, d'une diversification purement aléatoire et d'une automatisation sans conscience : mais elle se prête aussi bien à faire entendre un son de cloche personnel.

La synthèse permet justement de composer une cloche virtuelle ou un gong à volonté, comme on compose un accord.

N.B. Les éléments de texte apparaissant en grand format correspondent aux exemples sonores présentés lors de la conférence.

Prolongement de l'harmonie dans le timbre

Accord arpégé, suivi en écho d'un pseudo-gong
composé comme cet accord

(J.C. Risset, début de *Mutations* - 1969)

La percussion de ce pseudo-gong est illusoire : rien ne tape sur rien dans l'ordinateur. Schumann qualifiait le legato au piano de "trompe-l'oreille" : la musique est aussi un art du mirage, de l'illusion. Elle aide à échapper au paradigme d'un corps à corps véritable - seule source légitime de l'expressivité, comme le maintient François Nicolas (qui défend ce point de vue dans son dialogue avec Antoine Bonnet lors de ces JIM)? Le cinéma, nouvelle forme artistique qui n'aurait pas vu le jour sans le développement technologique, est lui aussi un art d'image, de simulacre. François Bayle qualifie le son électroacoustique de *i-son* – image de son.

L'informatique ouvre en tout cas de multiples possibilités musicales, comme celle que je viens d'évoquer : composer le son lui-même, prolonger l'harmonie dans le timbre.

Il y a des raisons spécifiques qui déterminent les choix de chacun. Vous savez mieux que moi tout ce qui se fait aujourd'hui en informatique musicale : mais je souhaite rappeler, parmi les voies ouvertes grâce à l'ordinateur, celles qui m'ont personnellement fasciné, et que j'ai contribué à développer ou dont j'ai fait mon miel dans mes propres compositions.

Vers une esthétique de l'illusion

Phone (1981) de John Chowning

Au début de *Phone* (1981) John Chowning transforme des clochettes mobiles dans l'espace en voix féminines, puis, en contrôlant finement les paramètres de synthèse, il fait émerger d'un magma confus des figures sonores distinctes, comme des voix de **basso profundissimo**.

Cela suppose une compréhension des mécanismes auditifs : plusieurs composantes simultanées seront-elles perçues comme un accord ou comme une seule entité sonore? Chowning a révélé par synthèse que l'oreille fusionnait les composantes ayant un destin commun, une cohérence vibratoire: une avancée scientifique importante ouvrant en même temps une possibilité musicale.

J'ai moi-même étendu les paradoxes de hauteur et de rythme démontrés par Roger Shepard et Kenneth Knowlton – au départ pour illustrer par une chute sans fond le collapsus mental d'un pilote du raid d'Hiroshima.

Vers une esthétique de l'illusion (suite)

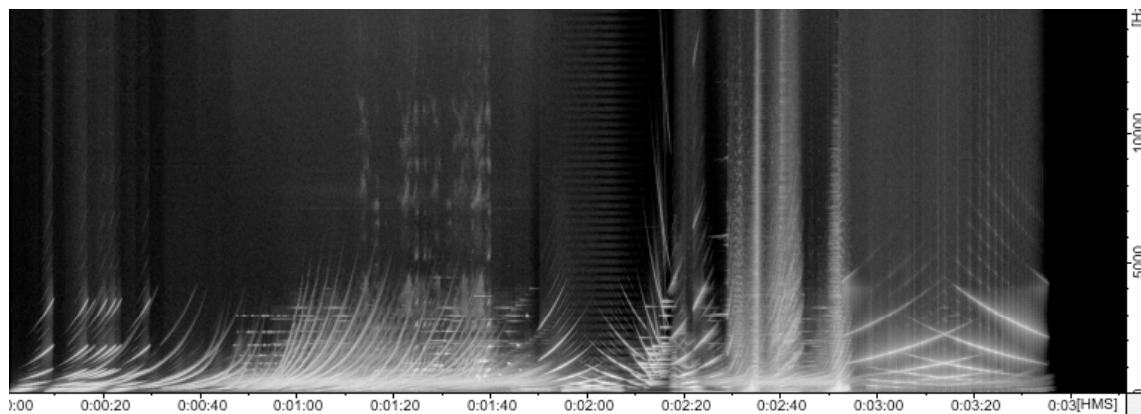
Kaléidophone (2010) de Jean-Claude Risset

Dans diverses pièces, de la *Chute de Little Boy* (1969) à *Kaléidophone* (2010), j'ai mis en scène des successions de hauteurs et de rythmes aux propriétés paradoxales: sons qui montent pour

aboutir à un point plus bas, qui accélèrent vers un tempo plus lent ou ralentissent pour finir à un tempo plus rapide.

Kaleidophone a été écrit en 2010 pour une installation sonore – un réseau de 16 haut-parleurs dans un carré de 44 m de côté sur une place publique de Hannover, en Allemagne: les figures sonores sont ainsi dispersées dans l'espace à la façon d'un kaléidoscope. Le jeu musical de l'espace s'affine : des logiciels comme Holophon et HoloEdit, développés au GMEM par Laurent Pottier, permettent d'envisager une véritable écriture de la spatialisation.

L'image sonographique ci-dessous a été réalisée à l'aide du logiciel Acousmographie du GRM, présenté à ces JIM par Yann Geslin.



Le sonogramme est une représentation utile, mais qui ne permet pas toujours de prévoir les effets entendus : les fusions de sons simultanés n'y apparaissent pas.

J'ai effectué des recherches sur l'attribut de hauteur sonore, matériau important de la musique. C'est une illusion d'assimiler la hauteur sonore, attribut de la perception, à la fréquence objective du signal. J'ai ainsi réalisé des sons qui paraissent baisser lorsqu'on double les fréquences des sinusoïdes qui le composent.

Vers une esthétique de l'illusion (fin)

Lequel est le plus haut des deux sons qui suivent?

Le second son, généralement perçu un peu plus bas, est physiquement à l'octave aigüe du premier (je passe du premier au second en doublant toutes les fréquences).

On peut comprendre cet effet en jouant au piano un accord de quatre notes - do, do# une octave et un demi-ton plus haut, ré une octave et un demi-ton plus haut, ré# une octave et un demi-ton plus haut – suivi immédiatement de sa transposition une octave plus haut : le deuxième son est plus aigu, mais l'intervalle du premier au second est un demi-ton descendant.

La perception sensible peut distordre les relations musicales visées; il ne faut pas se fier simplement aux relations entre paramètres physiques: “la musique est faite pour être entendue” (Pierre Schaeffer). L'analyse par synthèse permet d'isoler dans le son les caractéristiques qui sont pertinentes pour l'auditeur.

Les simulacres troublent les identités

Dans *L'autre face* (1983), la soprano Irène Jarsky est confrontée à un double immatériel :

“Écoute ... quelque chose ici n'est pas de ce monde”
(Roger Kowalski)

J.C. R., *L'autre face* sur un poème de Roger Kowalski (1983)

La soprano illusoire est évoqué par une simulation très simplifiée, suggérée par Mike McNabb et John Chowning- l'introduction sur un spectre de formants d'un vibrato irrégulier. Le simulacre vocal – que Bruno Bossis a spécialement étudié – a un pouvoir tout particulier : en

appliquant lors de ma première imitation une simple recette, j'ai eu soudain le sentiment troublant d'une présence féminine – une voix qui n'est pourtant la voix de personne.

Le traitement des sons permet de singulières hybridations – à partir de deux sons, la synthèse croisée façonne un troisième son qui garde certains traits de chacun des deux sons de départ, à l'instar de la procréation sexuée.

Marier des courbes de femme à des épaules de colline Paul Cézanne

La montagne Sainte-Victoire, 65x81, 1895-1900

La montagne Sainte-Victoire, 65x91, 1904-1906

La montagne Sainte-Victoire, 60x73, 1905

Sud (1983) et *Invisible* (1996) cherchent à marier intimement les processus des musiques concrète et électronique, en tirant parti de différentes formes de synthèse croisée

Hybridation, synthèse croisée : les sons naturels peuvent animer les sons de synthèse

Son de synthèse, puis son animation par une déferlante
J.C. R., *Sud* (1985)

Avec la synthèse, on est à la source du son, ce qui permet de le transformer intimement. Le traitement du son n'offre pas volontiers la même ductilité - il faut effectuer des processus d'analyse-synthèse assez complexes: codage prédictif, vocoder de phase, ondelettes ... Dans son logiciel "Sound Mutations", Daniel Arfib donne la possibilité d'étirer la voix parlée de façon considérable sans perdre l'intelligibilité.

Hybridation, synthèse croisée

Etirement de la voix
à l'aide du logiciel *Sound Mutations* de Daniel Arfib
J.C. R., *Invisible* (1996) sur des poèmes de Tchouang-tseu
(Irène Jarsky, soprano) (“une sensation de vide ...”)

On peut vouloir interpréter en direct la musique de synthèse. Daniel Arfib a revu à cette fin son oeuvre *Le souffle du doux*, oeuvre synthétisée hors temps réel avec le programme Music V, de façon à pouvoir la jouer en direct en contrôlant deux périphériques, dont la baguette radio (radio baton) de Mathews.

Interprétation temps réel :

Daniel Arfib et Loïc Kessous : *Le souffle du doux*

(initialement réalisé en temps différé par synthèse Music V)

La regrettée Denise Mégevand a provoqué un renouveau de la harpe celtique, d'abord dans la musique celtique – Denise Mégevand était son élève - puis en suscitant des oeuvres contemporaines. Elle a joué ses premières pièces interactives pour harpe et ordinateur – une oeuvre de Diego Losa et mes *Echappées* – à plus de quatre-vingt cinq ans.

Interaction temps réel :

Traitement en direct

Denise Mégevand, harpe (vidéo de Laurent Pottier)

Barry Vercoe a mis en oeuvre au début des années 1980 un *synthetic performer* –dispositif habilitant un système audionumérique à suivre l'exécution d'une oeuvre par un soliste et à l'accompagner en suivant son tempo. Ce processus de “suivi de partition” a été mis en oeuvre à l'IRCAM, notamment par Philippe Manoury, qui a tiré parti du logiciel MAX de Miller Puckette. J'ai mis en oeuvre des interactions similaires

dans le domaine entièrement acoustique avec mes *Duos pour un pianiste* : le soliste joue sur un piano acoustique pourvu de capteurs et de moteur; un programme tient compte de ce qu'il joue pour élaborer un accompagnement sur le même piano, qui dépend de ce que joue le pianiste et de la façon dont il joue.

Duo pour un pianiste

Suivi de partition (cf. plus bas)
dans le domaine acoustique :
(M.I.T. 1989/ L.M.A)

Un autre cauchemar de Darwin: pourquoi les idiosyncrasies de la perception auditive?

On l'a vu, l'exploitation efficace de la synthèse impose une certaine compréhension de l'audition. En même temps elle aide à explorer la perception de structures sonores très diverses, connues "par construction", et dont on fait à l'écoute l'expérience sensible – une méthodologie d'analyse par synthèse. Cette exploration nous a appris beaucoup sur la perception des sons musicaux, mais elle révèle que l'audition a des idiosyncrasies bizarres. Albert Bregman, John Chowning, David Wessel et moi-même nous sommes demandé pourquoi.

Un fil d'Ariane permet de comprendre la raison d'être des modalités très spécifiques de l'audition : la sélection naturelle a sanctionné la capacité des espèces à la survie dans un monde sauvage, dangereux et cruel où les seules évidences sont celles de la faim et de la peur. Il est vital pour le prédateur de trouver sa proie - et pour la proie d'être informé de l'approche du prédateur. L'évolution des espèces a développé les capacités de la perception pour extraire des signaux sensoriels des informations utiles sur l'environnement.

Les sens ont évolué pour optimiser leur capacité à fournir des indications sur le monde extérieur, et cela en tenant compte du comportement physique des différents types de signaux pour conférer à tel ou tel sens telle ou telle fonction. L'audition n'a pas de paupières, elle joue un rôle essentiel d'alerte sur les dangers venant de toutes les directions, elle peut distinguer un signal intense et lointain d'un signal proche et doux lui arrivant avec la même énergie. D'autres caractéristiques (sensibilité à la fréquence, insensibilité aux relations de phase entre harmoniques d'un son périodique) s'expliquent par cette optimisation de "l'analyse de scènes sonores" que réalise l'audition. Cette adaptation à l'analyse des productions sonores mécaniques explique la prégnance auditive des synthèses par modèles physiques (Claude Cadoz, ACROE).

Musicologie et S.T.I.C.

Célestin Deliège (1922-2010) vient de nous quitter. Musicologue et théoricien, il fut un grand témoin, un observateur pénétrant et passionné de la musique contemporaine – surtout instrumentale : mais la huitième partie de son monumental ouvrage "Cinquante ans de modernité musicale : de Darmstadt à l'IRCAM" s'intitule "Penser la musique avec l'ordinateur"; et dès 1981, il voyait dans l'ordinateur un médiateur "sans doute capable de créer un nouveau type de complémentarité entre le compositeur et l'oeuvre."

Composition artificielle

La démarche de l'analyse par synthèse peut s'appliquer à l'analyse musicale. Dès 1840, Lady Lovelace, précurseur de la programmation, de l'intelligence artificielle et de la créativité artificielle, l'avait pressenti.

"Le mécanisme (de la machine) pourrait agir sur d'autres choses que des nombres, si l'on pouvait trouver des objets dont les relations mutuelles pourraient s'exprimer en termes de la théorie abstraite des

opérations ... En supposant, par exemple, que les relations fondamentales de la hauteur des sons dans l'harmonie et la composition musicale soient susceptibles de telles expressions ... la machine pourrait composer des morceaux de musique élaborés et scientifiques sans limite de complexité et de durée." Ada Lovelace, circa 1840 (cité par E.A. Bowles, *Musicke's Handmaiden: of Technology in the Service of the Arts*. In H.B. Lincoln, editor, *The Computer and Music*, Cornell University Press, p. 3-20 (1970)).

Lady Lovelace l'a dit : Lejaren Hiller l'a fait un siècle plus tard.

The Digital Age

Computer Composition 1956

Lejaren HILLER with Isaacson: ILLIAC Suite
Contrepoint suivant les règles du traité de
Fux' Doctor Gradus at Parnassum
(XVIIIe siècle)

Une réalisation grammaticalement correcte mais étrangère à l'esprit du contrepoint, qui a suscité cette remarque de Milton Babbitt : "Les règles du contrepoint disent ce qu'il ne faut pas faire, elles ne disent pas ce qu'il faut faire".

XXth century style

(Cf. les travaux de Pierre Barbaud et David Cope; Göttfried-Michael Koenig, Iannis Xenakis, Denis Lorrain; Yann Orlarey : musical logo; Formes, Patchwork, Gérard Assayag: Open Music)

Théorie

Théorie de l'information

Shannon, Cherry: analyse statistique

Meyer-Eppler, Moles: application à la musique
Engendrement probabiliste: Olson, Barbaud, Xenakis
Babbitt, David Lewin, John Clough

**David Lewin : *12 tone study* (synthesis, 1961
environ)**

Moreno Andreatta et d'autres chercheurs s'intéressent au rôle des mathématiques dans l'esthétique musicale de Babbitt, Lewin, Clough.

Grammaires génératives en musique
(suivant Schenker, prédécesseur de Chomsky)
Michael Kassler, Schenker, axiomatique
Célestin Deliège, Les fondements de la musique tonale
Lerdahl & Jackendoff
Nicolas Ruwet

Séries équilibrées: André Riotte
Marcel Mesnage

Musicologie systématique et informatique

**Numérisation des partitions
en vue d'analyses musicologiques
Langages d'entrée**

IBM - Leland Smith : Score - Giovanni de Poli - DARMS (David Cope)

H.B. Lincoln, editor, *The Computer and Music*, Cornell University Press, p. 3-20 (1970)).

Etudes sur Machaut, la musique du Moyen Age et de la Renaissance à Princeton

Vérification de l'exactitude : écoute de la synthèse

Orlando Gibbons: synthèse, circa 1962

Le son de synthèse évoque celui de la flûte à bec – mais les instrumentistes virtuels n'ont pas besoin de respirer.

Tempérament et microtonalité

Robert Francès (1964), Boomsliter et Creel (circa 1968): on tend à “naturaliser” les intervalles - influence sur la “qualité”, le “timbre”

Motif de Bach : également tempérée, Zarlin, Pythagore
(différences entre ces accordages: rarement entendu
mais souvent commenté)

Notes “fixes”, notes mobiles : la tierce et la sixte sont plus bas chez Zarlin, plus haut chez Pythagore. On joue plutôt “Pythagore” mélodiquement et “Zarlin” harmoniquement.

Oiseaux : hauteurs arbitraires

(merle, rossignol, troglodyte)
(JCR, 1964)

Interprétation Bengtsson & Gabrielson

Analyse par synthèse
(valse de la Chauve Souris de Johann Strauss)

La déviation par rapport à un rendu “mathématique” est systématique plutôt qu’erratique. Ainsi c’est le deuxième temps de la valse qu’on rallonge.

Interprétation Mathews, Groove

Deux interprétations d’un extrait du quatuor de Ravel
Possibilité de “diriger” une musique électronique en
donnant la pulsation en temps réel
(conductor program; Mathews & Boulez)

Sequential drum / Radio baton de Mathews : accompagnement des
cours de chant

Sundberg & Fryberg Director Musices : Règles d’interprétation

-universelles

-fonctions du style

rendent plus lisible les articulations musicales

Utiles pour musicaliser la synthèse

Oeuvre contemporaine face à la mixité

Son acoustique/Son numérique

1965 :

Jim Randall : *Mudgett* (Music4BF synthesis + recorded soprano voice on tape)

1975:

Loren Rush : *A little traveling music* (live piano - 4 track Music 10 synthesis)
(relation de contraste)

Dexter Morrill : *Studies for trumpet and computer* (Music 10 synthesis)

(jeu de miroir entre soliste et son de synthèse)

J.C. R. : *Dialogues*, for 4 instruments and computer synthesis (Music 5)

(rencontre du troisième type entre instruments et synthèse)

1982:

Barry Vercoe : the “synthetic performer” accompanies a live performer of an acoustic instrument (Larry Beauregard, flute)

→ Score following (Miller Puckette, MaxMSP)

→

Circa 2010:

Omax (Gérard Assayag): MaxMSP with Open Music
(improvisation avec sons instrumentaux – Georges Bloch)

Oeuvre contemporaine face à la mixité

Musique/Danse

1964 :

Un avatar de la recherche aux Bell Labs

- A. Michael Noll, auteur d'une célèbre simulation d'une oeuvre de Mondrian par contrôle stochastique
- Films en relief synthétisés par ordinateur : projections à 3 dimensions d'un hypercube tournant dans un espace à 4 dimensions;
 - Simulation et notation par ordinateur d'une chorégraphie simplifiée (Merce Cunningham utilisera plus tard un logiciel descendant de cette réalisation).

Oeuvre contemporaine face à la mixité

Musique/Lumière

Phosphores : Emmanuel Ghent

Uses Mathews' real-time interactive system GROOVE to generate both the music and the light synchro: amazing coordination between light and music

Light installation by the sculptor Jimmy Seawright

Choreography by Mimi Garrard

A video of the 1971 ballet can be seen on the DVD 'The early gurus of electronic music', OHM/Ellipsis Art 3694, 2005; together with a live spectral display of John Chowning's *Stria* and the film *Mutations* by Lillian Schwartz (cf. next slide)

Oeuvre contemporaine face à la mixité

Image/Son

Mutations

Processus similaires non synchrones

"Rendez-vous" : music by J.C. Risset

Film by Lillian Schwartz

- Diffraction laser
- Croissance cristalline
- Ordinateur

Image/son

Conditions de synergie? (Michel Fano)
Encore mystérieuses,
Souvent sans rapport avec la causalité.

Rythme sonore dynamogénique/ rythme visuel (les enfants dansent spontanément sur le son rythmé, pas sur l'image rythmée)

Problématique (7 Hz : vibrato / épilepsie)

Le rythme paraît plus central, plus contrôlé et moins arbitraire dans la musique que dans les arts visuels : il peut y avoir conflit entre rythme musical et rythme visuel. Donner la prééminence au rythme musical paraît préférable – mais il y a des contre-exemples.

Image/son : Textures

Daniel Arfib & Jehan-Julien Filatriau (2006)
Scanning de textures visuelles

Je voudrais conclure – ou plutôt ne pas conclure – sur ce *work in progress*, ce travail en cours. Vos interventions lors de ce congrès témoignent de la vitalité de l'informatique musicale.