

UNESCO

2004-2005

Séminaire théorique

**Introduction à l'histoire et à l'esthétique des musiques
électroacoustiques**

Bruno Bossis

Session 2 :

Une nouvelle lutherie

Conseils

Le site de référence concernant les musiques électroacoustiques est sans conteste celui de l'Electronic Music Foundation de Joel Chadabe. Il est possible d'y commander des disques et des livres :

<http://www.emfinstitute.emf.org/>

Le glossaire établi dans le cadre du projet EARS est très précieux pour comprendre les différentes notions liées à l'électroacoustique :

<http://www.mti.dmu.ac.uk/EARS/Data/glossary.html>

Le site de la Médiathèque de l'Ircam contient de nombreuses références sur les compositeurs et leurs œuvres :

<http://mediatheque.ircam.fr/>

De nombreux extraits d'œuvres citées peuvent être entendus sur les sites de vente par correspondance de disques comme :

<http://www.amazon.fr/>

<http://www.fnac.com/>

Ce séminaire renvoie à de nombreux logiciels gratuits qui permettent d'expérimenter les notions abordées. Des tutoriaux facilitent leur apprentissage :

http://portal.unesco.org/culture/fr/ev.php-URL_ID=13760&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

Un guide pratique réalisé par Marc Battier pour la création de projets sonores est disponible :

<http://www.omf.paris4.sorbonne.fr/UNESCO-YDC/TUTORIAL/>

Plus généralement, les relations entre les arts et les techno-sciences sont documentées sur le site de l'OLATS :

<http://www.olats.org/>

Les enregistreurs

De tout temps, la lutherie a bénéficié des progrès techniques, scientifiques et de l'industrialisation. Dans le dernier quart du siècle une invention majeure, le phonographe¹, va transformer les notions de composition, d'interprétation et d'écoute de la musique.

En 1877, Charles Cros² en France et Thomas Alva Edison³ aux Etats-Unis déposent un brevet concernant l'enregistrement du son. Cette invention permet la conservation du son et sa reproduction à l'identique. Le phonographe détache la musique du contexte de l'interprétation. Il permet la diffusion privée et assure la mémoire culturelle en préservant les œuvres et en les diffusant plus largement.

Le son n'est plus entendu directement, il est transformé en une représentation analogique. Contrairement à la représentation symbolique des musiciens (la partition traditionnelle), ces nouveaux appareils peuvent mémoriser le son lui-même, qu'il soit musical ou non. Très rapidement, les poètes et les musiciens s'y intéressent et le métissage culturel est facilité. Les scientifiques s'en emparent immédiatement pour la phonologie, l'ethnologie et l'ethnomusicologie. En France, le linguiste Ferdinand Brunot l'utilise pour ses *Archives de la parole*⁴. Sous l'impulsion de Brunot, le poète Guillaume Apollinaire se passionne pour le phonographe dès 1913.

Mécanique au début des enregistreurs, l'enregistrement devient magnétique⁵ et optique. A la fin du XIX^e siècle, Graham Bell parvient à mémoriser des sons sur un fil magnétique. De son côté, Valdemar Poulsen dépose un brevet d'enregistreur à fil en 1900. Le fil de fer défile à 2m/s ! Il faut 1,8 km de fil pour enregistrer 15mn de son.

En 1927, Fritz Pfleumer réussit à enregistrer sur un support de cellulose recouvert d'une substance magnétique et le premier enregistreur à bande est commercialisé par la firme AEG en 1935 sous le nom de « Magnetophon ». Dans cet appareil, la bande défile à 1m/s. En 1938, l'appareil entre à la Reichrundfunk puis devient stéréophonique dès 1942. Ce n'est qu'en octobre 1950 que le premier magnétophone destiné à la création musicale est acheté par le Studio d'Essai de Pierre Schaeffer à Paris⁶.

Le support optique du cinéma permettra de dessiner directement les sons. Après *Tönendes ABC* de Moholy-Nagy, la synthèse optique se poursuit dans les années 1930 avec Rudolf Pfenninger en Allemagne, Norman Mc Laren au Canada et Yevgeny Sholpo à Leningrad. Dans les années 1950, une machine pour la synthèse sonore optique sera utilisée dans le studio de Cologne⁷.

¹ <http://www.phono.org/>

² [http://jeanpaul.legrand.free.fr/sable/cros/cros5\(phonographe\).html](http://jeanpaul.legrand.free.fr/sable/cros/cros5(phonographe).html)

³ <http://www.thomasedison.com/>, <http://www.tomedison.org/>,
<http://www.infoscience.fr/histoire/portrait/edison.html>

⁴ <http://gallica.bnf.fr/ArchivesParole/>

⁵ <http://history.acusd.edu/gen/recording/tape.html>

⁶ Des logiciels gratuits permettent d'enregistrer en numérique sur ordinateur :

http://portal.unesco.org/culture/admin/ev.php?URL_ID=13762&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201&reload=1068729150 et

http://portal.unesco.org/culture/admin/ev.php?URL_ID=18969&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201&reload=1078758303

⁷ Coagula est un logiciel gratuit qui simule la transformation d'une image en son :

http://portal.unesco.org/culture/admin/ev.php?URL_ID=15860&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201&reload=1104070166

Les balbutiements de la synthèse sonore

Les débuts de la synthèse sonore accompagnent la naissance des applications industrielles et commerciales de l'électricité. L'américain Elisha Gray met au point en 1874 une sorte de buzzer avec une lamelle vibrante métallique insérée dans un champ magnétique. Il utilise le même principe pour faire entendre les sons, mais cette fois, c'est une membrane qui est soumise à un champ magnétique. Son Musical Telegraph⁸ sera l'objet d'une vive curiosité en Angleterre en août et en septembre de la même année. De façon à pouvoir jouer facilement des notes de musique, un clavier de commande possédant des touches similaires à un piano est adjoint à l'appareil. Deux ans plus tard, en 1876, Gray travaillera à la mise au point du téléphone. Malheureusement, Graham Bell déposera son brevet avant lui.

Le Singing Arc⁹ de l'anglais Willian Duddell s'approche davantage d'un instrument de musique. Duddell remarque le bruit généré par les lampes à arc des lampadaires sur les voies publiques. En 1899, il parvient à contrôler la fréquence du signal électrique alternatif produisant l'arc. Mieux, il maîtrise également le timbre en contrôlant les oscillations par un deuxième oscillateur. Duddell ajoute un clavier à son synthétiseur. Les sons produits par cet instrument électronique sont audibles sans l'aide d'un système téléphonique ou d'un haut-parleur.

Déposé dès 1896, le premier brevet du Telharmonium¹⁰ de l'américain Taddeus Cahill décrit un appareil produisant des sons à partir de roues. Pour la première fois, ce brevet utilise le mot « synthesizing ». Quatre ou cinq roues permettent de créer des sons complexes et le dessin des échancrures de chaque roue génère une forme d'onde particulière. Des brosses métalliques frottent sur la circonférence sculptée des roues mises en rotation par des moteurs électriques. Au total, avec 408 roues, l'appareil peut faire entendre 84 notes réparties sur sept octaves. Il faudra cependant attendre 1900 pour voir apparaître un premier prototype à Washington. Il sera plus modeste que le dispositif déposé en ne comprenant que 35 roues. En 1911, une version contenant 145 roues est construite à New York. Elle pèse 200 tonnes !

⁸ http://www.obsolete.com/120_years/machines/telegraph/

⁹ http://www.obsolete.com/120_years/machines/arc/index.html

¹⁰ <http://www.synthmuseum.com/magazine/0102jw.html>

Les premiers véritables synthétiseurs

Physicien et musicien russe, Lev Serguéievitch Termène, est un inventeur prolifique. Il travaille sur la télévision en couleur, le radar, la sustentation magnétique et sur un synthétiseur musical. En 1920, il organise la démonstration à Pétrograd de son Etherophone qui deviendra le Thereminvox, puis le Theremin. Deux ans plus tard, Lénine s'y intéresse personnellement, mais cela n'empêchera pas l'inventeur de parcourir les Etats-Unis et d'y diriger une entreprise fabricant des appareils électriques.

Le Theremin¹¹ comprend deux antennes. Les mains de l'interprète modifient les caractéristiques radioélectriques et permettent ainsi de contrôler le son sans toucher à l'appareil. L'antenne verticale contrôle la hauteur : la main droite de l'instrumentiste abaisse le son en s'approchant de cette antenne. L'antenne horizontale est un contrôleur d'intensité. Le musicien joue moins fort en rapprochant sa main gauche de l'antenne.

Termène fonde une école de virtuoses du Theremin et parcourt l'Europe. Des musiciens aussi différents que Gershwin, Ravel, Milhaud, Varèse, Messiaen ou Jolivet s'intéressent à son instrument. A la demande d'Henry Cowell, une version avec clavier est mise au point : ce sera le Rhythmicon. En 1945, Miklos Rozsa l'utilise pour *Spellbound* de Hitchcock.

En 1962, Robert Moog invente un Theremin à transistors et en vend 1 000 kits. Cet instrument est utilisé dans *Good Vibrations* des Beach Boys. Le Theremin de Moog est toujours commercialisé¹².

Le premier concert d'Ondes Martenot¹³ a lieu en 1928. L'instrument, inventé par le français Maurice Martenot utilise, comme le Theremin, des oscillateurs électroniques. Mais l'interface de contrôle est différente. Cette fois, un anneau tenu à la main droite est relié à une capacité variable. L'instrument n'est pas polyphonique. Quatre types de diffuseurs permettent d'obtenir des timbres différents : « Haut-parleur », « Résonance », « Métallique » et « Palm ». Darius Milhaud écrira en 1933 sa *Suite pour Ondes Martenot et piano* (1933) et Olivier Messiaen intégrera l'instrument dans le grand orchestre de sa *Turangalila Symphonie* (1948).

L'une des premières pièces d'un grand compositeur pour un effectif entièrement électronique est sans doute le quatuor d'Ondes Martenot *Oraison* (1937)¹⁴ d'Olivier Messiaen.

¹¹ http://www.obsolete.com/120_years/machines/theremin/index.html et <http://www.thereminworld.com/default.asp>

¹² http://www.moogmusic.com/detail.php?main_product_id=14

¹³ <http://www.chez.com/cslevine/ondes/>

¹⁴ *Ohm : the early gurus of electronic music*, Ellipsis Arts, CD3670, 2000.

D'autres synthétiseurs des années 1920 et 1930

Mis au point en Allemagne dans les années 1928-1930 grâce à une collaboration entre Friedrich Trautwein et le compositeur Paul Hindemith, le Trautonium¹⁵ utilise une autre interface de contrôle : un câble tendu au-dessus d'une plate-forme. En appuyant avec le doigt, l'interprète provoque un contact électrique. D'abord monophonique sur trois octaves, l'instrument acquiert une deuxième corde en 1934 et devient ainsi polyphonique. Contrairement aux Ondes Martenot, l'oscillateur du Trautonium fournit un signal en dents de scie. Le spectre très riche est ensuite filtré par un banc de filtres réglable. Oskar Sala¹⁶ compose en 1963 la bande originale de *The Birds* d'Hitchcock (les cris des oiseaux sont réalisés avec le Trautonium). Un disque permet d'entendre Sala jouer *Langsames Stück und Rondo für Trautonium* de Paul Hindemith¹⁷.

Datant de 1929, l'Orgue Hammond¹⁸ de Laurens Hammond est beaucoup plus connu. Il reprend le principe des roues du Telharmonium. En 1935, le premier acheteur d'Orgue Hammond à l'Industrial Arts Exposition de New York n'est autre qu'Henry Ford. A partir de 1939, l'instrument, sous le nom commercial de Novachord, devient totalement électronique, polyphonique et possède un contrôle sophistiqué du timbre.

Beaucoup moins célèbres, les instruments des français Eloi Coupleux (d'abord facteur de piano) et Armand Givelet (il commence comme ingénieur de transmission au poste de la Tour Eiffel à Paris) ont été développés au début des années 1930. Ils sont à l'origine du premier synthétiseur polyphonique en 1929 puis les deux inventeurs fabriquent industriellement des orgues électroniques. Leur entreprise connaîtra un échec commercial en 1935¹⁹.

Enfin, conçu de 1938 à 1958 par le russe Evgeni Murzin, l'ANS a intéressé le compositeur Alfred Schnittke pour *Steam*. Un disque²⁰ permet d'écouter les possibilités expressives de cet instrument électronique. Le nom de ce synthétiseur rappelle les initiales du compositeur Alexander Nikolaevitch Scriabine. Murzin a construit une seule copie de ce synthétiseur. Elle est encore visible à l'université Lomonosov de Moscou.

¹⁵ http://www.obsolete.com/120_years/machines/trautonium/index.html

¹⁶ <http://www.olats.org/pionniers/pp/sala/sala.shtml>

¹⁷ Oskar Sala, *Subharmonische Mixturen*, Eslohe (Allemagne), Erdenklang, 70962, 1997.

¹⁸ http://www.obsolete.com/120_years/machines/hammond/

¹⁹ Olivier Carpentier, *Les Instruments de Coupleux et Givelet 1920-1935, Une origine française de la musique électronique*, Paris, Université de Paris-Sorbonne, Observatoire Musical Français, 2004.

²⁰ ANS, Russie, Electroshock Records, electroacoustic Music volume IV, 1999.

Le passage au numérique : Max Mathews

Les ordinateurs ne travaillant qu'en base deux, ils ne peuvent traiter le signal sonore qu'après numérisation²¹. Celle-ci consiste en l'échantillonnage du signal analogique suivi de la mesure de chaque échantillon obtenu. Cette conversion réalisée, l'ordinateur peut effectuer n'importe quel calcul sur ces valeurs. Une fois le codage inverse réalisé, le signal acoustique pourra de nouveau être amplifié et diffusé vers des auditeurs.

La synthèse directe par ordinateur, c'est-à-dire la création d'un signal sonore à partir de nombres calculés par la machine, remonte au milieu des années 1950. Les Bell Telephone Laboratories commencent alors à s'intéresser à la transmission de la voix sous forme numérique.

C'est à partir de 1957 que Max Mathews a inventé et développé la synthèse musicale sur ordinateur. Travaillant aux laboratoires Bell, Mathews imagine un programme expérimental : Music I qui ne peut générer qu'un son à la fois. L'ordinateur utilisé, l'IBM 704, est un ordinateur à lampes programmé en assembleur, et encore peu performant.

Rapidement, l'introduction des transistors rend possible une programmation plus efficace et en 1960, le programme Music III marque le véritable début de la synthèse directe en introduisant le concept d'instrument modulaire. Une partition virtuelle « joue » un orchestre d'instruments programmés. La famille Music comprendra de nombreux descendants dont le plus célèbre est Music V²².

Le disque *Computer Music Currents 13*²³ contient l'essentiel des premières expérimentations de synthèse avec ordinateur entre 1957 et 1965. Le premier essai conservé est *The Silver Scale* (1957) de Newman Guttman. L'exemple rendu célèbre par le film *2001, A Space Odyssey* est le premier exemple de synthèse vocale par ordinateur : *Bicycle Built for Two* (1961)²⁴ de Max Mathews.

Ensuite, les programmes seront écrits en langage C qui, structuré, procure de sensibles avantages aux programmeurs. En 1985, Richard Moore développe CMusic à l'université de Californie à San Diego et l'année d'après, au MIT, Barry Vercoe réécrit Music 11 en C. Le programme, disponible gratuitement²⁵, s'appelle Csound.

²¹ <http://perso.wanadoo.fr/arsene.perez-mas/signal/numerisation/numerisation.htm#pourquoi>

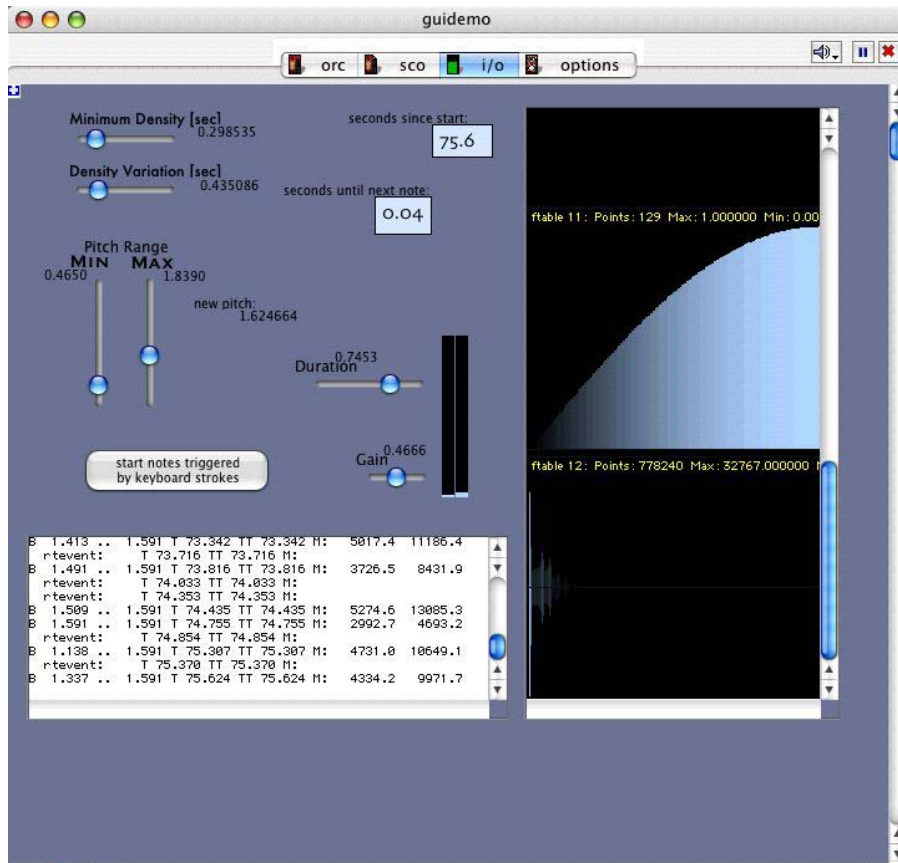
²² MATHEWS, Max, *The Technology of Computer Music*, Cambridge, The MIT Press, première édition : 1969, deuxième édition : 1974, troisième édition : 1977.

²³ *Computer Music Currents 13*, Mainz (Allemagne), Wergo, WER 282 033-2, 1995.

²⁴ <http://sfsound.org/tape/Mathews.html>

²⁵

http://portal.unesco.org/culture/admin/ev.php?URL_ID=18970&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201&reload=1104082033



Le logiciel gratuit MacCsound, une version de Csound pour Mac

John Chowning, la FM et le DX7

Toute synthèse par modulation de fréquence met en jeu au moins deux signaux : la porteuse et la modulante. Plus efficace que les synthèses additives et soustractives par le nombre de paramètres à contrôler, le besoin en mémoire et le temps de calcul, la synthèse par modulation est moins coûteuse et plus facile à manipuler par les musiciens. Elle permet également d'obtenir facilement un spectre qui évolue dans le temps.

Née au XIX^e siècle pour les besoins des communications multiplexées, la modulation de fréquence fait l'objet de recherches sur son adaptation au domaine du numérique. Elle est appliquée à la musique par John Chowning à l'université de Stanford²⁶. Les principaux travaux de Chowning sur la synthèse par modulation de fréquence se situent entre 1967 et 1971. Dès l'année suivante, il applique ces recherches dans *Turenas*²⁷, une œuvre dans laquelle la spatialisation est réalisée sur quatre canaux. Puis le travail se poursuit dans plusieurs directions. D'une part, l'exploration des possibilités de la modulation de fréquence est mise au service de l'accroissement de la dimension timbrique et de son évolution. D'autre part, le compositeur cherche à utiliser le pouvoir expressif des frontières ambiguës entre différents types de sons, notamment entre ceux issus de la voix et ceux provenant des instruments ou des bruits. Le premier axe de recherche aboutit à la composition de *Stria*²⁸ en 1977 tandis que le travail sur les zones indécises entre voix et non-voix conduit à la composition de *Phoné*²⁹ en 1988. Dans cette dernière œuvre, la modulation de fréquence, appliquée à la synthèse de la voix, nourrit les possibilités esthétiques offertes par l'ambiguïté entre plusieurs timbres.

Dans la synthèse par modulation de fréquence, le spectre obtenu³⁰ contient la porteuse et des bandes latérales très riches qui dépendent de la modulante. Lorsque le rapport entre la porteuse et la modulante est un entier, le spectre généré est harmonique (Barry Truax explorera systématiquement ce rapport en 1977). Lorsque plusieurs porteuses sont modulées en fréquence, des formants apparaissent, favorisant ainsi la simulation de la voix. John Chowning parviendra en 1980 à obtenir des voyelles de soprano et de basse avec un vibrato convainquant. Il est également possible d'utiliser plusieurs modulantes. Dès 1969, dans le catalogue de Jean-Claude Risset³¹, des expériences de réinjection de la sortie sur l'index de modulation ont été tentées avec succès. Le logiciel gratuit WaveFM³² permet d'expérimenter simplement la modulation de fréquence.

²⁶ <http://www.indiana.edu/~emusic/fm/fm.htm>

²⁷ *John Chowning*, Music with computers, Wergo, WER 2012-50, 1988.

²⁸ *Ibid.*

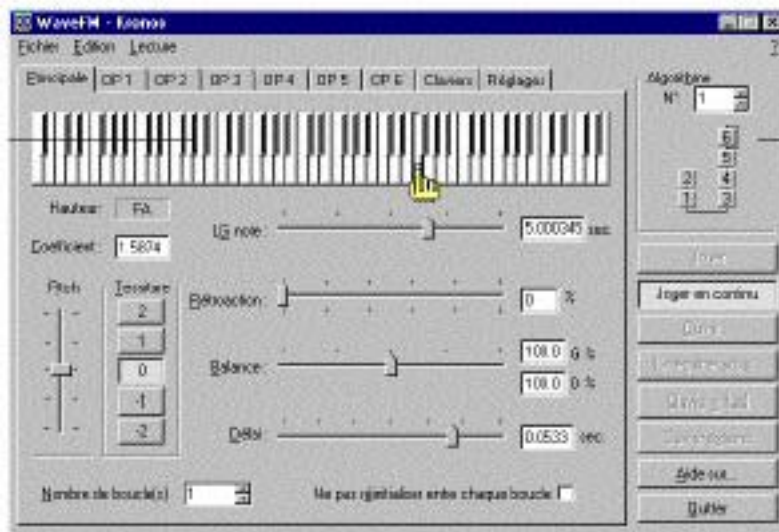
²⁹ *Ibid.*

³⁰ <http://cnyack.homestead.com/files/modulation/modfm.htm>

³¹ <http://www.olats.org/pionniers/pp/risset/sonRisset.shtml>

³²

http://portal.unesco.org/culture/admin/ev.php?URL_ID=16321&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201&reload=1104147443



Le logiciel gratuit WaveFM

Les recherches de Chowning sur la modulation de fréquence en numérique donnent lieu au dépôt d'un brevet dont Yamaha achète une licence en 1975. Cette firme commercialise ensuite le synthétiseur GS1 en 1980, puis le fameux DX7³³ en 1983. Le compositeur français Marc-André Dalbavie utilise des synthétiseurs TX816, un expandeur³⁴ dérivé du DX7 dans *Diadèmes* (1986)³⁵, une pièce pour ensemble instrumental qui comprend également un traitement en temps réel de l'alto et une amplification des violons³⁶.

³³ <http://www.math.uga.edu/~djb/html/dx7.html>

³⁴ Dans cette pièce, les deux TX816 sont commandés par ordinateur.

³⁵ Marc-André Dalbavie, *Seuils, Diadèmes*, MFA Adès, 205 202, 1996.

³⁶ <http://brahms.ircam.fr/textes/c00000021/n00000439/>

L'UPIC de Xenakis

Le compositeur Iannis Xenakis découvre dans les années 1950 l'intérêt des correspondances entre dessin et musique³⁷, tant du point de vue formel que de celui du timbre et du motif. Ainsi, les formes hyperboliques paraboliques du Pavillon Philips de l'Exposition de Bruxelles de 1958 sont tirées des graphismes de son œuvre orchestrale *Metastasis*. Le centre CEMAMu, fondé par Xenakis met au point dans les années 1970 une première version de l'UPIC³⁸. UPIC signifie Unité Polyagogique Informatique du CEMAMu (Centre d'Etudes de Mathématiques et Automatique Musicales).

La musique peut être composée sur une table graphique en dessinant des formes d'ondes et des enveloppes d'amplitude. Le contrôle est effectif de la micro-structure (l'évolution des paramètres de commande de chaque oscillateur) à la macro-structure.

En 1987, une version temps réel de l'UPIC est produite par le CEMAMu. L'utilisateur peut ainsi entendre immédiatement la transcription musicale de ses graphiques. Une version sera implémentée sur ordinateur personnel en 1991, puis la première version de l'UPIC entièrement logicielle est créée sous le nom d'UPIX en 2001.

A la mort de Xenakis, Julio Estrada prend la direction du CEMAMu et propose une extension du principe de saisie graphique à tous les paramètres de la musique et d'élargir l'ambitus utilisable de façon à réaliser un continuum rythme-timbre (des sons extrêmement graves finissent par devenir des grondements, puis des battements).

De nombreux compositeurs et élèves en composition ont fréquenté les Ateliers UPIC (fondés en 1985), rebaptisés CCMIX³⁹ en 2000. Il est actuellement dirigé par le compositeur Gérard Pape. L'idée de lier la musique à la représentation graphique a été reprise par des logiciels comme Metasynt⁴⁰.

Le logiciel gratuit Coagula⁴¹ permet de s'initier aux transformations images-sons.



Le logiciel gratuit Coagula

³⁷ Différentes formes de synesthésies peuvent être rencontrées chez Scriabine ou Messiaen, mais il s'agit alors de correspondances établies dans l'imaginaire. Les rapports entre la vision et l'audition ont également intéressé des poètes (ETA Hoffmann...) et des peintres (Kandinsky...).

³⁸ <http://www.la-kitchen.fr/iannix/iannix2.html>

³⁹ <http://www.ccmix.com/>

⁴⁰ http://www.uisoftware.com/PAGES/acceuil_meta.html

⁴¹

http://portal.unesco.org/culture/admin/ev.php?URL_ID=15860&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201&reload=1104147149&PHPSESSID=51309e324767e61ed77913107b8d5290

De Syter aux GRM Tools

Dès les débuts de la musique concrète, Pierre Schaeffer avait compris l'importance de la collaboration entre les techniciens et les musiciens. L'imaginaire des créateurs et la rigueur des scientifiques s'associent dans la recherche de nouveaux outils mis au service d'une musique nouvelle.

Ainsi, Jacques Poullin développe les deux Phonogènes (chromatique et à coulisse) et le Morphophone au début des années 1950 et Francis Coupigny travaille à un synthétiseur pendant la décennie suivante.

A partir de 1974, Jean-François Allouis et Benedict Mailliard créent des programmes informatiques en temps différé pour le studio 123. Puis, à partir de 1978, Jean-François Allouis développe le système Syter qui permet de retrouver l'ensemble des outils du studio 123 dans un seul ordinateur dédié et qui ouvre la porte à de nouveaux algorithmes pour le traitement et la synthèse du son. Syter est un système de traitement du son en temps réel. Les paramètres peuvent être modifiés par l'intermédiaire d'une interface très ergonomique

Les ordinateurs personnels devenant de plus en plus performants, les concepts du système Syter doivent être entièrement réécrits dans les GRM Tools. Ceux-ci sont développés et finalisés en 1988 par Hugues Vinet qui deviendra le directeur scientifique de l'Ircam. En 1997, les GRM Tools seront récompensés par le prix « Editor's Choice » du magazine *Electronic Musician*. Les quatre plug-ins GRM Tools ST (Spectral Transform)⁴² ont de nouveau gagné ce prix en 2004.

De très nombreuses œuvres ont été réalisées dans les studios du GRM, avec Syter ou les GRM Tools. Les possibilités de transformations en temps réel de Syter ont par exemple été utilisées dans une œuvre de Jean-Claude Risset, *Lurat*⁴³, une pièce mixte pour harpe celtique et ordinateur. L'ordinateur permet à la fois une prolifération des motifs joués à la harpe et un traitement des sons par des filtres accordés sur le mode mélodique utilisé.

⁴² <http://www.grmtools.org/quicktour/qtst/index.html>

⁴³ Jean-Claude Risset, *Elementa*, INA-GRM, INA C 1019, 2001.

La norme MIDI

MIDI (Musical Instrument Digital Interface) est une norme universellement reconnue permettant la communication entre les instruments électroniques de musique. Lorsque les instruments électroniques commencent à devenir numériques, les constructeurs comme Roland, Oberheim, Sequential Circuits ou Fender Rhodes inventent des interfaces propriétaires pour les contrôler. Malheureusement, en l'absence de normes internationales, seuls les appareils d'une même marque pouvaient communiquer entre eux. En 1981, Dave Smith et Chet Wood proposent l'Universal Synthesizer Interface à l'Audio Engineering Society. De 1981 à 1983, une collaboration entre les principales firmes aboutit à la publication des spécifications de MIDI en octobre 1983. Ces spécifications concernaient aussi bien les normes matérielles de transmissions que le format des données échangées. La MIDI Manufacturer's Association⁴⁴ est alors mise en place pour superviser l'évolution de la norme.

Plus tard, un format de fichier informatique MIDI est défini (MIDI File) ainsi que le General MIDI (GM), un standard répertoriant les principaux instruments musicaux comme des numéros uniques. Des évolutions de la norme GM sont apparues (GS, XG, GM-2). Elles accroissent les possibilités d'allocation des instruments en les classant dans des « banques ».

Un réseau MIDI ne véhicule pas les sons. Seules les commandes (départ et fin de la note, numéro de la note, numéro de l'instrument, force du son...) sont transmises. Le son est toujours produit par un appareil situé en fin de chaîne (un synthétiseur, un échantillonneur...).

La stabilité, la robustesse, le respect du standard ont permis au MIDI d'exister jusqu'à nos jours. Les cartes sons et les appareils de musique électroniques possèdent presque toujours des entrées et/ou des sorties MIDI.

Les *Trois études en duo* (1991)⁴⁵ du compositeur Jean-Claude Risset utilisent un piano acoustique interactif⁴⁶ relié à un ordinateur par MIDI. Le pianiste dialogue avec la machine selon trois modes d'interaction en temps réel qui déclenchent des réponses de l'ordinateur : des échos variables, des réponses respectant certaines symétries et des arpèges. Le piano envoie des données MIDI à l'ordinateur qui lui retransmet ses propre réponses.

De nombreux séquenceurs ou utilitaires gratuits utilisent le MIDI, aussi bien sur Mac⁴⁷ que sur PC⁴⁸.

⁴⁴ <http://www.midi.org/>

⁴⁵ Jean-Claude Risset, *Elementa*, INA-GRM, INA C 1019, 2001.

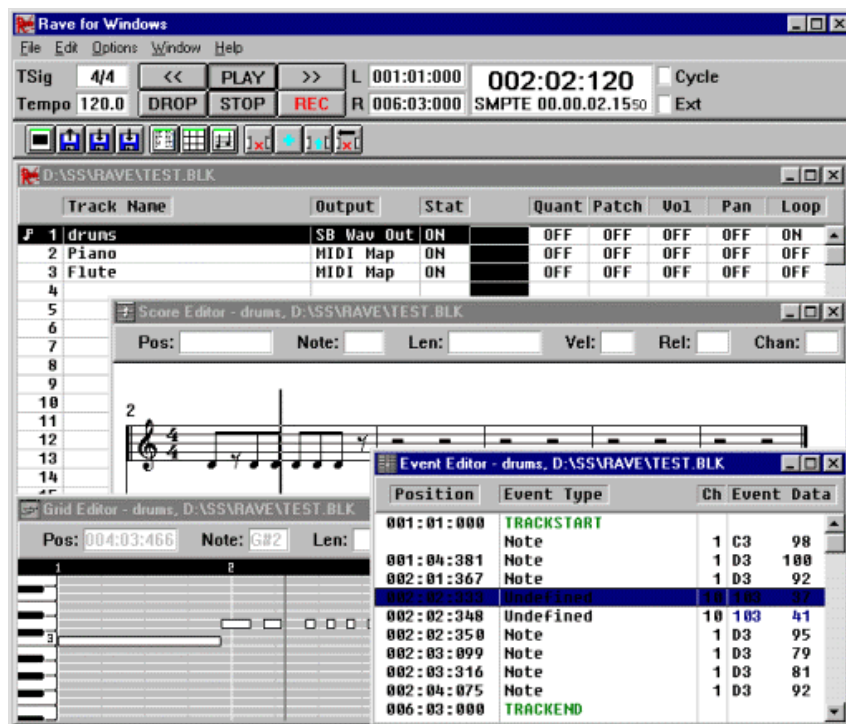
⁴⁶ Par exemple le Yamaha Disklavier : <http://www.yamaha.co.jp/english/product/piano/product/europe/dl/dl.html>

⁴⁷

http://portal.unesco.org/culture/admin/ev.php?URL_ID=18984&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201&reload=1078834576

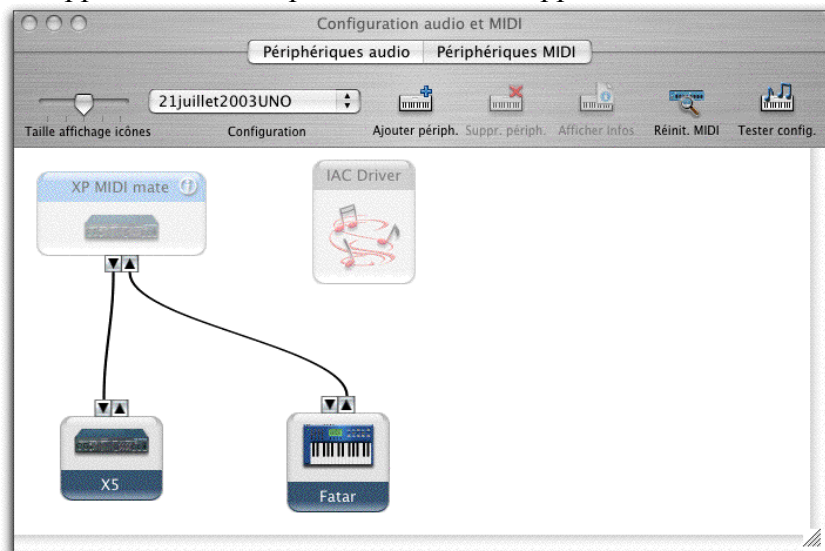
⁴⁸

http://portal.unesco.org/culture/admin/ev.php?URL_ID=13765&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201&reload=1069250629



Rave, un séquenceur MIDI gratuit⁴⁹

Le logiciel système Mac OsX intègre la gestion MIDI, facilitant ainsi la reconnaissance des appareils externes par un ordinateur Apple.



Configuration MIDI dans Mac OsX

49

http://portal.unesco.org/culture/admin/ev.php?URL_ID=18994&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201&reload=1104170294

Discographie

An anthology of noise & electronic music, Sub Rosa, SR190, 2001.

ANS, Russie, Electroshock Records, electroacoustic Music volume IV, 1999.

Jean-Claude Risset, Elementa, INA-GRM, INA C 1019, 2001.

Marc-André Dalbavie, Seuil, Diadèmes, MFA Adès, 205 202, 1996.

Ohm : the early gurus of electronic music, Ellipsis Arts, CD3670, 2000.

Oskar Sala, Subharmonische Mixturen, Eslohe (Allemagne), Erdenklang, 70962, 1997.

Bibliographie

BATTIER, Marc, « Les polarités de la lutherie électronique », in *Méthodes nouvelles, musiques nouvelles, Musicologie et création*, sous la direction de GRABOCZ Márta, Strasbourg, Presses Universitaires de Strasbourg, 1999, p. 307-318.

CARPENTIER, Olivier, *Les Instruments de Coupleux et Givelet 1920-1935, Une origine française de la musique électronique*, Paris, Université de Paris-Sorbonne, Observatoire Musical Français, 2004.

CHADABE, Joel, *Electronic Sound*, Upper Saddle River (N. J.), Prentice-Hall, 1997.

MANNING, Peter, *Electronic and Computer Music*, New York, Oxford University Press, 2004.

MATHEWS, Max, *The Technology of Computer Music*, Cambridge, The MIT Press, première édition : 1969, deuxième édition : 1974, troisième édition : 1977.

ROADS, Curtis, *The Computer Music Tutorial*, Massachusetts, MIT Press, 1996. Edition consultée : version française de Jean de Reydellet, *L'audio numérique*, Paris, Dunod, 1998.