

Université de Bourgogne
UFR Sciences humaines
Département de musicologie

Master 1 Mondes modernes et contemporains

LE SAMPLING
ORIGINES, EVOLUTIONS ET APPLICATIONS

SIMON CHAPELLE

Sous la direction de Monsieur Philippe Lalitte (MCF)

2008/2009

LE SAMPLING
ORIGINES, EVOLUTIONS ET APPLICATIONS

Remerciements,

En premier lieu, je tiens à remercier Monsieur Philippe Lalitte pour sa disponibilité ainsi que pour ses précieux conseils. Je tiens également à remercier Messieurs Olivier Calmel, Patrice Jacquot et Fabrice Chapelle, pour leur sympathie, leur disponibilité et leurs précieuses connaissances sur le sujet. Enfin, merci à mes parents, mon frère, ma sœur et Marie, sans qui je n'aurai pu rédiger ce mémoire, aussi modeste soit-il.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	5
1) PREMIERE PERIODE : L'AVANT GARDE	7
A. LA GENESE	7
B. LA REVOLUTION ELECTRIQUE	10
C. LE MELLOTRON	17
2) SECONDE PERIODE : L'ERE NUMERIQUE	23
A. MAX MATHEWS	23
B. LA SYNTHESE SONORE	25
C. LE FAIRLIGHT	33
D. LA STANDARDISATION DES MATERIAUX	37
E. LES SAMPLER	40
F. LES BANQUES DE SONS	47
3) APPLICATIONS	56
A. POURQUOI LE SAMPLING ?	56
B. OLIVIER CALMEL, COMPOSITEUR	57
C. ESSAIS PERSONNELS	60
CONCLUSION	62
ANNEXE	64
BIBLIOGRAPHIE	73
TABLE DES MATIERES	77

INTRODUCTION

La musique au cours de ces derniers siècles, n'a pas cessé d'évoluer. Que ce soit au niveau de la lutherie, de l'écriture musicale ou bien du style, elle trouve à chaque fois, une nouvelle manière de s'exprimer. Le *sampling* est une évolution de la musique qui mérite selon moi une certaine attention. Cette technique dite de synthèse par échantillonnage ou *sampling*, révolutionne depuis quelques années (en réalité quelques dizaines d'années) le monde de la musique. En effet, grâce à la puissance des ordinateurs d'aujourd'hui et aux différents savoirs que l'homme a acquis sur l'acoustique et la microstructure des sons, il est possible de reproduire avec une extrême fidélité n'importe quel son existant dans la nature. Ceci contient naturellement les sons de l'air, du vent, de l'eau, des animaux, mais aussi la voix humaine parlée, chantée ainsi que les sons instrumentaux. Le *sampling* consiste donc à enregistrer numériquement une source sonore, avec la plus grande propreté et neutralité possible, pour réutiliser par la suite, le son capturé. Une fois l'enregistrement effectué, il n'y a donc plus besoin de l'instrument (et de l'instrumentiste). On peut reproduire un son, sans avoir besoin de la source dont il provient, juste avec le *sampler* (enregistreur et lecteur d'échantillons sonores), ce qui va permettre beaucoup de mélanges musicaux et stylistiques, qui ne se seraient sans doute jamais produits si le *sampling* n'avait pas existé. Par exemple, des chœurs classiques sur du rock progressif, un pupitre de violons dans une musique pop, ou bien encore toutes les combinaisons inimaginables dans la réalité (à cause de l'organisation, du prix, du nombre de personnes...) deviennent possible grâce au *sampling*. Il est aussi possible de créer une pièce orchestrale à partir d'une banque de sons d'orchestres pour les besoins d'un film par exemple, en faisant seulement appel à un compositeur et son ordinateur. C'est une évolution incroyable pour le compositeur d'aujourd'hui. Mais cette nouvelle technique a dû remédier à bon nombres de difficultés avant de s'imposer sur le marché ainsi qu'aux oreilles des musiciens, et doit encore progresser pour atteindre une qualité optimale et un son toujours plus défini, proche de la réalité (réalité qui théoriquement, ne pourra jamais être égalée) afin de satisfaire les oreilles les plus expertes.

Je vais, pour ce travail de recherche, procéder chronologiquement. Dans un premier temps, je parlerai de la formidable histoire du *sampling*, en commençant par

donner des origines à cette technique puis en parlant de la première application et utilisation concrète de *samples* (échantillons), que fût le mellotron. La seconde partie se consacrera à l'ère du numérique et de la micro informatique, qui ont fait irrémédiablement se développer et se démocratiser le *sampling*. Je traiterai dans cette partie l'évolution du *sampling* numérique (sans oublier l'étroit lien qui le lie à la synthèse sonore), ainsi que les différentes banques de sons et *sampler* (échantillonneurs) disponibles aujourd'hui. Le fonctionnement, les performances, l'utilisation ainsi que les limitations de ces banques seront traités ici. Nous verrons enfin que le *sampling*, outre le fait qu'il représente une nouvelle approche de la musique, pourrait provoquer (si cela n'est déjà pas le cas), des changements sociologiques, qu'il ne faut pas négliger. En effet, la possibilité pour un seul homme de créer une œuvre symphonique, de l'écriture à la réalisation, pose certains problèmes. Le métier de musicien est-il remis en cause ? C'est ce genre de question que la dernière partie se consacrera à résoudre. Cette partie se veut moins théorique que les deux précédentes, et l'exemple concret du travail d'un compositeur, sera mis en avant pour comprendre comment, pourquoi et surtout dans quelle mesure le *sampling* est aujourd'hui utilisé.

1) PREMIERE PERIODE : L'AVANT GARDE

a. La Genèse

i. Le Phonographe

1. Edison, le personnage

Thomas Alva Edison (1847-1931) fut de son vivant l'un des plus grands inventeur de l'histoire du monde et le recordman du dépôt de brevet¹. Edison, après une enfance assez agitée de par son tempérament, devint télégraphiste. Il travailla dans différentes compagnies et différentes villes des Etats Unis. Durant ces années, il prenait le temps de travailler ses expériences aussi diverses soient-elles, pour perfectionner sa maîtrise et sa compréhension de l'application des sciences physiques et chimiques². En 1876, il part s'installer à *Menlo Park*, petit groupe de maisons au milieu des fermes et des champs à quarante kilomètres de New York. Cet endroit allait devenir le berceau du phonographe et de la lampe à incandescence.

2. Edison et le Phonographe

Edison était à *Menlo Park* depuis un peu plus d'un an lorsqu'il inventa l'appareil qui, mieux que tout autre, peut être considéré comme sa création personnelle. Au long de sa carrière il a amélioré le téléscripateur, rendu le téléphone exploitable de façon pratique, perfectionné la lampe à incandescence et conçu un système de distribution de l'électricité adapté aux besoins de l'éclairage. Il a contribué au développement du cinéma et mis au point une batterie à longue durée, capable de faire de la voiture électrique une réalisation pratique. Sans qu'il s'agisse d'une critique, on peut noter que dans tous ces domaines, d'autres travaillaient en parallèle avec lui et que, à des degrés divers, ses succès s'appuyaient sur la somme grandissante des connaissances scientifiques que son époque accumulait. C'est le téléphone de Bell qu'Edison révolutionna, quant à l'élaboration de la lampe à incandescence, Swan et lui atteignirent le but en même temps³.

¹ Il déposa en moyenne durant sa vie active, deux brevets par mois.

² Il devint donc très vite un inventeur ingénieux et talentueux. L'une de ces premières inventions à succès fut la conception d'un téléscripateur de bourse, fabriqué au début des années 1870.

³ W.CLARK RONALD, « Edison, l'artisan de l'avenir », Paris, Belin, 1986, page 96.

Pour le phonographe, il en va tout autrement. Edison est sans aucun doute, le premier qui ait construit un vrai phonographe, même s'il n'est pas le premier à en avoir eu l'idée. Après la naissance de la photographie, l'idée avait naturellement germé de faire pour le son ce que l'on avait fait pour l'image. Edison était bien sûr au courant des travaux d'Edouard-Léon Scott de Martinville, qui en 1857, a mis au point le phonautographe⁴, appareil pouvant enregistrer les sons sans pouvoir pour autant les reproduire. En France, Charles Cros eut, parallèlement à Edison, l'idée d'un phonographe. En Avril 1877, Charles Cros rédigea un article où il présentait un procédé par lequel la voix humaine faisait vibrer une membrane⁵. Cette membrane inscrivait une trace sur un verre recouvert de noir de fumée, puis cette trace était reportée par photogravure sur un disque métallique. Une autre membrane actionnée par les rugosités du disque, reproduisait les sons initiaux. Cros ne trouva pas d'appui financier. Il mit son article sous pli scellé et le déposa à l'académie des Sciences de Paris. Quelques mois plus tard, il parla de son projet à l'abbé Lenoir, qui écrivait des articles de vulgarisation scientifique, et le dix octobre le journal « la semaine du clergé », publiait, sous la signature de Lenoir, la description de l'appareil de Cros, baptisé « Phonographe ». Deux mois plus tard, alerté sans doute par les bruits venus d'Amérique au sujet des travaux d'Edison, Cros demanda à l'Académie des Sciences de prendre officiellement connaissance de son article.

Un schéma daté du 18 juin 1877 a été retrouvé dans les documents d'Edison. Il décrit le principe de fonctionnement du phonographe. Un article fut publié dans « Scientific American » le dix sept novembre de l'année 1877, la revue *Nature*, en Angleterre, repris la nouvelle.⁶ Elle annonça qu'Edison s'efforçait de faire enregistrer par le téléphone les sons qu'il transmet et que cette innovation suggérait la possibilité d'enregistrer un discours à distance, mot pour mot, sans devoir le sténographier. Le schéma montre un cylindre métallique, gravé d'un sillon hélicoïdal d'un bout à l'autre. Le cylindre, monté sur un arbre tournant au moyen d'une manivelle placée à l'une de ses extrémités, se déplace librement le long de cet arbre. De chaque coté du cylindre se

⁴ Le dispositif se compose d'un pavillon relié à un diaphragme qui recueille les vibrations acoustiques, celles-ci étant transmises à un stylet qui les grave sur une feuille de papier enduite de noir de fumée (laquelle est enroulée autour d'un cylindre rotatif).

⁵ Cros appela son appareil le Paléophone.

⁶ W.CLARK RONALD, « Edison, l'artisan de l'avenir », Paris, Belin, 1986, page 99.

trouve un diaphragme qui porte une aiguille que l'on peut engager dans le sillon hélicoïdal.

Le jeudi 6 décembre, l'équipe d'Edison se retrouva au complet au laboratoire pour examiner le produit. On enroula une feuille très mince de papier d'étain autour du cylindre. L'aiguille de l'un des diaphragmes fut ajustée pour s'appuyer sur le papier, à l'endroit où débutait le sillon hélicoïdal. Edison se mit à tourner la manivelle tout en parlant devant le diaphragme. Les premières paroles enregistrées dans l'histoire du monde, l'histoire de notre civilisation, furent : « Mary avait un petit agneau, à la toison de neige... » Devant tout le monde, il retira l'aiguille du diaphragme enregistreur, ramena le cylindre à son point de départ, ajusta l'aiguille de l'autre diaphragme pour qu'elle appuie à son tour sur le papier d'étain et tourna à nouveau la manivelle... Et l'on entendit la voix d'Edison, faible mais parfaitement reconnaissable. « Je n'ai jamais été si surpris de ma vie »⁷ confia Edison quelques années plus tard... En avril 1878, vint la consécration finale. L'académie Américaine des Sciences invita Edison à faire devant elle et le congrès, une démonstration de son appareil. L'inventeur arriva à Washington le 18 avril au matin.

3. Les conséquences de cette invention

Diverses applications commencèrent à voir le jour dans les semaines et mois qui suivirent et surtout après le dépôt de brevet. Edison partit faire une démonstration à New York, en enregistrant un grand cornettiste, Jules Levy. Il enregistra le cornettiste entrain de jouer un morceau, après quoi le phonographe le reproduisit à son tour. Edison montra ensuite ce qui se passait lorsqu'on faisait tourner le cylindre à différentes vitesses. Le phonographe faisait preuve d'une virtuosité bien supérieure à celle de M. Levy en jouant ses airs sur des tonalités et à des rythmes étonnamment variés. La tonalité du début du morceau pouvait, sans que le phonographe s'en soucie, n'avoir aucun rapport avec la tonalité de fin⁸. C'était le début d'une nouvelle ère. En 1910, on dénombre près de 2,5 millions de Phonographes aux Etats-Unis. Sans en être conscient, Edison venait de faire naître le *sampling*. Il avait entrevu certaines des possibilités de son invention, mais il ne pensait pas qu'elle aurait tant d'impacte sur la société. Une des

⁷ Edison dans, W.CLARK RONALD, « Edison, l'artisan de l'avenir », Paris, Belin, 1986, page 100.

⁸ W.CLARK RONALD, « Edison, l'artisan de l'avenir », Paris, Belin, 1986, page 103.

premières utilisations du phonographe dans la musique savante eu lieu à la représentation du Poème Symphonique *Pini di Roma* (les Pins de Rome), composé par Ottorino Respighi en 1924. Dans cette œuvre, le phonographe (qui était maintenant électrique⁹, plus besoin de tourner manuellement...), était présent pour reproduire à un certain moment de la pièce, des chants d'oiseaux, qui venaient compléter la masse orchestrale. Darius Milhaud, Paul Hindemith et Ernst Toch expérimentèrent aussi en concert des phonographes à vitesse variable durant les années 1920. Plus tard, la musique concrète et la musique *for tape*, viendront réutiliser ce principe de base.

La musique peut être à présent gravée pour l'éternité. Elle a trouvé un support, elle n'est plus la résultante d'un acte donné à un instant précis (le ou les musiciens jouant sur leurs instruments). Pour nous, pour moi, cela paraît normale de pouvoir écouter un grand standard de Thad Jones où Miles Davis par exemple, mais il ne faut pas oublier que cela ne fût pas toujours possible. Pouvoir capturer la musique, le son, va ouvrir l'esprit de bons nombres de musiciens et autres personnages, conduisant la création musicale sur de nouveaux terrains, ou les sons sur supports, vont servir de matière première (et non plus de produits finis, destinés aux consommateurs) à une nouvelle musique. Dans les années 1980, les travaux de Jean-Claude Risset sur le timbre et la synthèse sonore vont contribuer à la compréhension de la microstructure des sons. C'est bien ici que le *sampling* prend en partie naissance.

b. La révolution électrique

L'apparition de l'électricité dans la vie courante a fait naître de nouveaux modes de vies, de nouveaux besoins, et aussi, de nouveaux instruments de musique. Tous ces instruments électriques, puis électroniques par la suite, qui voient le jour au début du XXe siècle, conduiront des années plus tard, à l'apparition d'instruments comme le mellotron ou le *fairlight*. Le besoin de nouvelles sonorités que le début du XXe siècle reflète, passe aussi par l'apparition (un peu plus tardive) de nouvelles musiques dépendantes de l'électricité, que sont les musiques à supports. Il ne sera volontairement pas question dans cette partie de l'apparition des premiers synthétiseurs analogiques (la musique électronique fait référence aux générateurs de sons de synthèses, ce qui est

⁹ Commercialisation des premiers phonographes électriques en 1926. Le premier concert de disque à Paris eut lieu les 6 et 13 novembre 1926.

suffisant dans un premier temps). La partie sur la synthèse y fera tout de même brièvement référence.

i. Une nouvelle facture d'instruments

C'est au cours du XXe siècle, qu'une nouvelle famille d'instrument va voir le jour et changer à jamais le paysage musical mondial. En effet, si on laisse de côté Jean-Baptiste de la Borde et son invention du clavecin électrostatique en 1759, c'est bien au début du XXe siècle (fin du XIXe pour être exacte), que les instruments électriques voient le jour. Un premier pas est franchi avec la conception de l'oscillateur électrique puis du télégraphe musical

1. L'oscillateur électrique

C'est Elisha Gray, qui en 1874 va mettre au point une pièce fondamentale de la musique électrique et électronique, l'oscillateur électrique. C'est cette pièce qui va permettre la création artificielle d'ondes sonores. Puis, en 1876, il construit le premier télégraphe musical. L'instrument fonctionne sur deux octaves. Un oscillateur électrique derrière chaque touche se charge de la production de la note voulue.



10

2. Le Telharmonium

Le Telharmonium (ou Dynamophone,) inventé par Thaddeus Cahill (1867-1934) est l'ancêtre des orgues Hammond. C'est un instrument électromécanique qui se

¹⁰ Le télégraphe musical d'Elisha Gray.

compose d'un clavier (comme sur les orgues ou pianos) et d'un dispositif de production du son assez gigantesque (200 tonnes et une vingtaine de mètre de long pour le second model). En effet, le son n'est pas produit ici par un oscillateur électrique, mais par la rotation d'une « roue phonique ». La roue phonique est une roue crantée. Lorsque les crans passent devant un capteur, ils génèrent des signaux électriques dont la fréquence est proportionnelle à la vitesse de rotation de la roue. Concrètement, une roue composée d'un seul cran qui tourne à 50 tours par secondes, produit une note à 50 Hz. En doublant le nombre de crans de cette roue, on obtient un son une octave au dessus, à 100 Hz etc. Les roues sont disposées sur des cylindres. Ainsi, si l'on possède 12 cylindres, tournant chacun aux vitesses correspondantes aux douze demi-tons de la gamme occidentale, on peut reproduire toutes les notes de la gamme sur une tessiture importante (autant d'octaves que de roues par cylindre).

Le Telharmonium couvre 7 octaves entre 40 et 4 000 Hz. Il est polyphonique et possède un touché dynamique. Pour l'époque, c'est incroyable. L'intensité de la pression effectuée sur une touche fait varier l'éloignement des cylindres par rapport aux capteurs, ce qui modifie la puissance du signal. Le premier Telharmonium vit le jour en 1901. La musique qu'il produisait était diffusée via le réseau téléphonique. Les gens payaient pour écouter de la musique au téléphone. On jouait Bach, Chopin ou Grieg. Le compositeur Ferruccio Busoni créa un manifeste que l'on joua sur Telharmonium : « Sketch of a new aesthetic of music ».

Le Telharmonium n'a pas survécu à la première guerre mondiale. Cependant, le principe de la roue phonique a été miniaturisé en 1935, ce qui a permis la création de l'orgue Hammond. L'invention de Thaddeus Cahill reste ainsi une étape fondamentale dans l'histoire de la musique électronique et des sons de synthèses.

3. Le Theremin

Cet instrument fût mis au point en 1919 par le Russe Lev Sergeïevitch Termen. L'instrument se présente sous la forme d'un boîtier équipé de deux antennes. Cet instrument monophonique à la particularité de produire des sons sans aucun contact physique de la part de l'instrumentiste. On contrôle la hauteur de la note avec une main

en faisant varier sa distance par rapport à l'antenne verticale, et le volume avec l'autre toujours en faisant varier sa distance par rapport à l'antenne horizontale.

Le signal audio est généré par un oscillateur à tubes électroniques. Deux signaux « hautes fréquences » se combinent pour former un son différentiel¹¹ et fournir un signal audible, compris entre 20 et 20000 Hz. L'effet de capacitance apporté par les mains de l'instrumentiste à proximité des antennes affecte la fréquence du signal, et fait ainsi varier la hauteur des notes. Le timbre du Theremin s'apparente de loin avec celui de la scie musicale.

Le Theremin a très vite été associé à la musique contemporaine et expérimentale du XX siècle. Quelques interprètes deviendront des virtuoses de cet instrument, comme par exemple Clara Reinsenberg Rockmore (1911-1998). Elle possédait une formation de violoniste classique ainsi que l'oreille absolue, ce qui lui permit d'avoir une très grande justesse sur cet instrument. La création des ondes Martenot, utilisant le même principe mais pourvu d'un clavier, contribua à la marginalisation du Theremin.

4. Le Singing Keyboard

Mis au point en 1936 à Hollywood par Frederick Sammis c'est l'ancêtre du mellotron. Il se présente sous la forme d'un clavier qui va lire des sons préenregistrés sur une pellicule de cinéma. Son concepteur imaginait déjà le potentiel d'un tel appareil :

L'instrument aura probablement plus de dix pistes sonores enregistrées les unes à coté des autres sur une pellicule de cinéma et qui contiendront des mots tels que « coin » pour un canard ou « miaou » pour un chat [...] reproduit à la hauteur désirée.¹²

¹¹ A la perception de deux sons simples on peut, en plus, percevoir un son dont la fréquence est égale à la différence des deux autres.

¹² Frederick Sammis, dans Rhea, 1977, dans ROADS CURTIS, *L'audio-numérique, Musique et informatique*, Paris, Dunod, 2007 (second édition), page 373.

ii. La musique à support

A la fin des années 1920, apparaît un nouveau support d'enregistrement sonore : La bande magnétique. Son originalité c'est d'être une bande, un ruban, qui contrairement au disque, permet d'être découpé et collé. Ce support va permettre aux studios de musique de réaliser des montages. L'apparition du microphone électrique¹³ va elle aussi favoriser et simplifier l'apparition de nouvelles musiques.

1. Musique concrète

Ce mouvement musical est né sur le sol français en 1948, sous l'impulsion de Pierre Schaeffer. Il s'agissait pour lui, dans le cadre des activités du *Club d'Essai*¹⁴, de poursuivre les travaux entrepris avec d'autres pionniers de la radio ainsi que de développer les techniques sonores liées à l'enregistrement et à la réalisation d'ouvrage spécifiquement radiophonique. C'est après un incident technique (sillon de disque fermé sur lui-même, répétant le même fragment musical indéfiniment), que Pierre Schaeffer, au lieu d'écarter et d'oublier l'incident eut l'idée d'une nouvelle musique, basée sur le contre emploi des sons (utilisation de mêmes sons dans des contextes très différents). Dans le même temps il pensait déjà à une musique faite à partir d'autres sons que ceux des instruments... Il créa le studio de Musique Concrète à Paris en 1950. La musique concrète est faite à partir de sons enregistrés, pour les traiter par la suite, de la même façon que le peintre associe et traite les éléments de sa composition.

*Nous avons appelé notre musique « concrète » parce qu'elle est constituée à partir d'éléments préexistants, empruntés à n'importe quel matériau sonore, qu'il soit bruit ou musique habituelle, puis composée expérimentalement par une construction directe, aboutissant à réaliser une volonté de composition sans le secours, devenu impossible, d'une notation musicale ordinaire.*¹⁵

Pour Pierre Schaeffer, le mot « concret » signifiait prendre le son dans la totalité de ces caractères. Ainsi par exemple, un son concret peut être un son de violon, mais

¹³ Par les laboratoires Bell, en 1924.

¹⁴ Club créé à la fin de la seconde guerre mondiale en 1946.

¹⁵ Schaeffer 1949 dans, CHION MICHEL, REIBEL GUY, *les musiques électroacoustiques*, Aix-en-Provence, Edisud, 1976, page 56.

considéré dans toutes ses qualités et pas seulement dans celles qui seraient notées sur partition. C'est plus couramment un son de la nature qui est capturé et travaillé, afin d'arriver à un certain résultat mais pas obligatoirement. Il s'agit aussi de sons créés spécialement en studio, devant un microphone, avec toutes sortes de corps sonores : instruments traditionnels, tiges vibrantes, tôles, cymbales, élastiques, papiers de toutes sortes etc. Une des œuvres les plus marquantes de la musique concrète est sans doute la *Symphonie pour un homme* seul matérialisé avec l'aide de Pierre Henry, en 1951. Citons aussi les *cinq études de bruit* en 1948 et le « traité des objets musicaux » en 1966 de Pierre Schaeffer seul.

La Musique Concrète a aussi vu la création de nouveaux instruments de musique tel que le Phonogène de Pierre Schaeffer, ou encore le Spécial Purpose Tape recorder de Hugh Le Caine dont les principes de fonctionnements étaient sensiblement les mêmes et consistaient à lire les informations contenues sur disques optiques ou bandes magnétiques.

2. Musique électronique

C'est en 1950 et dans des conditions bien différentes que naît cette musique. Dans le studio de musique électronique de Cologne (WDR), travail entre autre Herbert Eimert, Karlheinz Stockhausen et Georgio Ligeti pour ne citer qu'eux. C'est Herbert Eimert qui est à l'origine de cette entreprise.

*Contrairement à la musique concrète, qui se sert d'enregistrements réalisés à l'aide de microphones, la musique électronique fait exclusivement usage de sons d'origine électroacoustique. Le son est produit par un générateur, puis gravé sur bande magnétique.*¹⁶

C'est seulement à ce moment là que commence l'élaboration d'une pièce, par différentes manipulations de bandes diverses et variées. Le studio de Cologne possédait des Générateurs de Fréquences (les premiers synthétiseurs en quelque sorte), d'impulsions, des enregistreurs de bandes. Dans ce studio il était possible de Mixer plusieurs sources sonores entre elles, ainsi que d'appliquer différents traitements aux sons comme par exemple la réverbération ou encore le filtrage.

¹⁶Herbert Heimert dans, CHION MICHEL, *La Musique Electroacoustique*, Paris, Presse Universitaires de France, 1982, page 6.

La première pièce de musique électronique fut réalisée en 6 mois. Citons parmi les premières pièces de musique électroniques, *Klangstudie* de H.Eimert et R.Beyer en 1952 ainsi que *Sieben Stücke* de H.Eimert en 1953.

Le fait que l'on puisse créer de nouvelles matières, de nouveaux timbres, impossible à obtenir avec des instruments classiques, constitue un véritable critère de la musique électronique. Herbert Heimert disait : « La musique électronique commence la ou la musique instrumentale cesse »¹⁷. Il est maintenant important d'apprendre à connaître les lois qui régissent la matière des sons électroniques, et plus généralement, la microstructure des sons, pour maîtriser totalement cette nouvelle technique, qui n'est autre que la naissante synthèse sonore (analogique). Plus tard, c'est les travaux sur la synthèse sonore numérique qui vont mener l'homme à la synthèse sonore par échantillonnage. Le *sampling* est l'aboutissement des travaux effectués sur la musique électroacoustique ainsi que sur la musique concrète.

3. Music for tape

Après la musique concrète (française) et la musique électronique (allemande), les Américains abattirent leur carte eux aussi. Il s'agit en fait de musique enregistrée sur bande. Peu préoccupés de « révolution de l'écoute » ou de « rupture avec les codes » comme le dit Michel Chion, Vladimir Ussachesvsky et Otto Luening, deux des fondateurs de la « Music for tape », utilisaient volontiers dans leurs œuvres des sons d'instruments traditionnels, plus ou moins manipulés, et adoptaient un style éclectique qui faisait de la musique sur bande, un prolongement de la musique instrumentale.

Les expériences de la « music for tape », se font surtout à New-York. Il existe plusieurs groupes distincts de compositeurs dont les recherches esthétiques sont assez différentes. C'est John Cage, (s'étant intéressé au travail de l'équipe de la Musique concrète bien avant les autres) qui se trouve au centre du groupe le plus étendu.

« *La music for tape américaine fut à l'origine la moins sectaire, la moins prétentieuse des recherches électroacoustiques, mais aussi la plus anodine* »¹⁸.

¹⁷ HERBERT HEIMERT dans, CHION MICHEL, REIBEL GUY, *les musiques électroacoustiques*, Aix-en-Provence, Edisud, 1976, page 41.

¹⁸ CHION MICHEL, *La Musique Electroacoustique*, Paris, Presse Universitaires de France, 1982, page 8.

C'est pourtant cette technique qui semble la plus proche de l'utilisation des banques de sons d'orchestres, comme beaucoup de compositeurs les utilisent aujourd'hui. Pouvoir produire de la musique instrumentale, sans posséder physiquement l'instrument est donc une idée qui va aboutir à une nouvelle approche de la musique, et à un nouvel instrument, le mellotron.

c. Le mellotron

Dernier maillon de la chaîne avant l'apparition du fairlight et de l'ère numérique, le mellotron a permis d'entrevoir les immenses possibilités du *sampling*. D'où vient le nom mellotron d'ailleurs ? Ce nom est tout simplement la fusion de « **melody & electronics** ». Tout commence à la fin des années 1940 aux Etats-Unis en Californie. Pour bien comprendre en quoi cet instrument de musique est en avance sur son temps, rappelons-nous que les premières expériences de synthèse numérique du son n'auront lieu que dans une dizaine d'années, et que le micro sillon n'est qu'au début de sa vie. Aucun instrument de la sorte n'existe déjà, et les synthétiseurs analogiques de l'époque étaient bien incapables d'égaliser les prouesses techniques et technologiques du mellotron. Intéressons nous dans un premier temps à son fonctionnement, puis par la suite à son histoire et ses différentes déclinaisons.

i. Fonctionnement

Le mellotron se présente sous la forme d'un instrument à claviers¹⁹. Le principe de fonctionnement est celui d'un magnétophone à bande magnétique. Sous chaque touche du clavier²⁰, on retrouve une bande et une tête magnétique. Si le clavier comporte 35 touches (comme le model *M400* par exemple), il y a donc 35 bandes magnétiques et 35 têtes de lectures. Chaque bande possède 3 pistes sur lesquelles sont enregistrés 3 sons différents. Un sélecteur permet de positionner les têtes de lectures sur les pistes désirées (A, B ou C). Sur certains modèles, une position intermédiaire permet de placer les têtes à cheval sur 2 pistes, permettant ainsi de mixer deux sons différents soit $A+B$ ou $B+C$ mais pas $A+C$ qui ne sont pas côte à côte sur la bande. Chaque

¹⁹ Voir photographie partie annexe, page 65.

²⁰ Voir schéma partie annexe, page 65.

enregistrement à une durée de 8 secondes. Une fois la bande lu, il faut relâcher la touche du clavier pour pouvoir réenclencher la lecture de la bande. C'est un moteur électrique qui se charge du défilement des bandes. Il entraîne par le biais d'une courroie le cabestan qui lui, tourne en permanence. Lorsque l'on presse une touche, la bande est mise en contact contre la tête de lecture grâce à un patin de feutre (*pressure pad*) et contre le cabestan grâce à un galet en caoutchouc (*pinch roller*), permettant ainsi le défilement de la bande. Après plusieurs heures de fonctionnement, le clavier du Mellotron a tendance à ce dérégler provoquant une mauvaise lecture des bandes. Il faut alors procéder au réglage de chaque touche.²¹

ii. L'histoire du mellotron

Harry Chamberlin est le père du mellotron. C'est lui qui conçoit le premier instrument à lecture de bandes magnétiques²². Avec ses boucles de motifs rythmiques enregistrés sur bande, on peut le considérer comme l'ancêtre du *sampler* ou plus précisément du lecteur d'échantillons. Une évolution de cet instrument²³, disposant d'un clavier, permet de restituer des sons d'instruments (flûtes, violons, vibraphone...) préalablement enregistrés sur bande. Les modèles suivants, (300, 400, 600) utilisent des bandes magnétiques au format 3/8, format non standard, qui permettent à Harry Chamberlin d'avoir l'exclusivité de la vente de bandes pour ses machines... Le modèle *Chamberlin 600 Music Master*, est quant à lui le premier modèle à disposer de deux claviers²⁴. Le clavier de droite est utilisé pour les sons d'instruments tandis que le clavier de gauche est lui destiné aux accompagnements. C'est l'incarnation de ce que va être quelques années plus tard, le premier Mellotron Mark I.

Malgré un concept séduisant et novateur, cet instrument souffre d'un manque de fiabilité. Chamberlin embauche Bill Fransen comme commercial afin d'augmenter les ventes qui ne décollent pas. Bill Fransen part en Angleterre en 1962 avec 2 « *Chamberlin 600 Music Master* » à la recherche d'un fournisseur de têtes de lectures magnétiques. Il rencontre les frères Bradley, qui dirigent une entreprise du nom de

²¹ <http://egrefin.free.fr>

²² Le modèle 100 Rhythmate très exactement.

²³ Le modèle 200 Rhythmate.

²⁴ Claviers de 35 notes de sol à fa.

Bradmatrics. L'entreprise va fabriquer les têtes de lectures, mais intrigués, les frères Bradley demandent à Fransen à quoi elles sont destinées. Fransen leur montre alors les deux *Chamberlins 600 Music Master* qu'il avait fait venir avec lui et demande aux frères Bradley s'ils peuvent améliorer la conception afin de produire en plus grande quantité, un nouvel instrument encore plus fiable. Ils acceptent. Quand un an plus tard, Harry Chamberlin apprend la nouvelle, il se rend en Angleterre. Il vendra finalement les droits de conception en 1966 aux frères Bradley pour la somme de \$30 000.

C'est en 1963 que le premier mellotron (Mark I) voit le jour. Il reprend le concept du *Chamberlin 600 Music Master*, avec deux claviers de 35 notes côte à côte, et des bandes de 3/8 de pouces. Format qui permet toujours d'avoir le monopole des bandes magnétiques. Malgré les quelques améliorations apportées au *Chamberlin*, le Mark I demeure une machine assez peu fiable.

C'est le Mark II arrivé en 1964 qui va changer la donne. La plupart des premiers mellotrons sont changés en Mark II. C'est à partir de cette date que le mellotron va commencer de se retrouver sur la scène musicale mondiale. En 1965, *Graham Bond Organisation* est le tout premier groupe à enregistrer un single *Lease on Love*²⁵ et un album *There's a Bond Between Us* avec le mellotron. Un des tous premiers tubes contenant du mellotron est sans doute *Semi-Detached, Suburban Mr. James*, de *Manfred Mann*, en 1966. Dans ce dernier titre, l'instrument est principalement utilisé pour simuler certains sons de cuivres ou de bois, comme la flûte. Dans le titre *Love is the Law*, le mellotron est employé pour simuler les cordes de l'orchestre classique durant tout le morceau. Mike Pinder, qui travaille chez *Streetly Electronics*²⁶, durant 18 mois, est le premier à remplacer les sons du clavier de gauche (destiné aux percussions) par des sons d'instruments comme pour le clavier de droite, ce qui lui permet de pouvoir jouer 36 instruments différents. *Les Moody Blues*²⁷, furent aussi l'un des premiers groupes à intégrer le mellotron dans leur formation. Ils enregistrèrent le tube *Love and Beauty* en 1967, ainsi le mellotron devint la marque du son des *Moody Blues*. C'est ce même Mike Pinder qui va présenter le mellotron aux Beatles. Peu de temps s'écoulera avant qu'ils ne l'utilisent. Ainsi un des morceaux les plus connus où l'on peut entendre du mellotron est sans doute *Strawberry Fields For Ever*, enregistré en

²⁵ Disque 45 tours enregistré chez Columbia.

²⁶ Nouvelle usine des frères Bradley se trouvant dans la banlieue de Birmingham

²⁷ Groupe que créa Mike Pinder quand il quitte *Streetly Electronics*.

1967, avec l'introduction à la flûte. Cette flûte, c'est en fait le mellotron. A l'époque, c'est le seul et premier instrument qui permet de reproduire assez fidèlement les cordes, les cuivres, les bois... Son grand avantage est surtout d'être polyphonique. Les autres claviers disponibles étaient les orgues Hammond ou Vox, ainsi que les tous premiers synthétiseurs monophoniques.

La BBC va s'intéresser au mellotron et c'est elle qui en 1965 est à l'origine du model *FX Console*. C'est un mark II dont les caractéristiques techniques ont été améliorées et modifiées pour satisfaire les exigences de la BBC. Il peut reproduire 1260 bruitages différents, afin de sonoriser diverses émissions de radio et de télévision. Chaque clavier était divisé en deux parties, chacune des parties se voyant assigner un bloc de têtes de lecture. Un sélecteur de piste a aussi été rajouté mais on ne peut mélanger deux pistes comme sur le mark II. L'amplification à lampes est remplacée par un ampli à circuits intégrés.

En 1968, un nouveau model apparaît. Le *M300* est constitué d'un unique clavier de 52 notes et bénéficie d'une banque de son enregistrée de bien meilleure qualité que la précédente. C'est le premier mellotron à ne plus posséder de haut-parleurs internes et le seul de tous fonctionnant avec des bandes magnétiques au format ¼. Il dispose d'un préampli et d'un ampli à transistors et d'une réverbération à ressorts Hammond applicable uniquement aux sons d'instruments solo ou bien à l'ensemble du clavier. Mais le *M300* même s'il est plus léger que le précédent mark II pèse encore près de 137 kg. Les efforts à venir vont donc se tourner vers la portabilité de l'instrument, qui commence à être utilisé par de plus en plus de groupes à travers le monde.

C'est donc en 1970 que sort le *M400*, sûrement le plus grand succès commercial de Streetly Electronics²⁸. C'est le premier mellotron qui peut être transporté relativement facilement. Il n'y a plus d'amplification interne, seulement un préampli à transistors. La grande nouveauté de ce modèle est sans doute l'apparition de racks interchangeables. Le système de banques de sons multiples présent sur le *Mark II* et le *M300* disparaît au profit d'un rack interchangeable de 35 bandes. Fini le rembobinage, toujours délicat pour les bandes magnétiques, entre chaque changement de banques. Un rack équivaut à une banque de 3 sons. Pour changer de banque, il suffit de remplacer le rack par un autre. C'est avec le système de rack que de nouvelles sonorités allaient être

²⁸ Sûrement le Mellotron le plus connu et le plus répandu à travers la planète.

disponibles. Notamment les sons de Chœurs devenus mythiques aujourd'hui pour tout amateur de rock progressif. C'est d'ailleurs dans ce mouvement musical que le mellotron va être très présent. Genesis, Yes et King Crimson pour ne citer qu'eux vont beaucoup l'utiliser. Par exemple, chez King Crimson, dans la chanson *Epitaph* de leur premier album *In the Court of the Crimson King*, le mellotron est utilisé pour reproduire les sons de violons et de cuivres. Citons aussi les chœurs entendus dans *Entangled* du Groupe Genesis, sur leur album *A Trick of the Tail*, paru en 1976. Ses possibilités polyphoniques et son timbre si particulier ainsi que ses sonorités pouvant devenir « dramatiques », se prêtent particulièrement bien à ce style musical. Le mellotron fort de son succès va être distribué aux Etats-Unis, pays de son invention (ne l'oublions pas), par la société Dallas Music Industries.

En 1975 c'est l'apparition du *Mark V*. c'est aussi l'un des plus rares aujourd'hui. Il équivaut à deux *M400* montés dans un même boîtier. Mais en 1977, Dallas Music Industries fait faillite et entraîne dans sa chute Mellotronics (à Londres) qui doit fermer. Streetly Electronics doit, à la suite de cette faillite, abandonner le nom de mellotron pour les produits qu'elle conçoit, suite à la faillite de Mellotronics. Elle continuera néanmoins de vendre les instruments mais sous un nom différent, les *Novatron*. Le patron de Dallas Music Industries recrée une nouvelle société portant le nom de Sound Sales, et poursuit la vente des mellotrons, mais aux Etats-Unis.

Ainsi, en 1981, le *4 Track*, premier Mellotron américain voit le jour. Il reprend le concept du *M400* mais la qualité d'enregistrement des banques de sons est lamentable. Mais dans le début des années 1980, de nouveaux instruments répondant au nom étrange de *sampler* vont faire leur apparition sur le marché et sceller le destin du mellotron. L'usine streetly Electronics cessa son activité en 1986.

En 1990 est fondé par un certain David Kean, la société²⁹ Mellotron archives, afin d'apporter un support aux passionnés de mellotron. En 1998, David Kean conçoit un nouveau mellotron, le *Mark VI*. Basé sur le concept du *M400*, ce nouvel instrument apporte de nombreuses améliorations comme par exemple un préampli à lampes, une cabine en bois plus légère et aussi deux réglages de vitesse du moteur. Un modèle *Mark VII* (double clavier) est aussi disponible. Vingt ans après l'arrêt de fabrication du mellotron, la nouvelle société Streetly Electronics (recrée par John Bradley, le fils de

²⁹ Société située aujourd'hui au Canada. Site web [<http://www.mellotron.com>]

leslie bradley) annonce en 2007 la création d'un nouveau model, le *M4000*. Une version avec un double clavier est aussi disponible sous le nom de *M5000*.

C'est donc, un instrument mécanique et analogique, qui fut le premier lecteur d'échantillons (utilisé en temps que tel) de l'histoire. En effet, le but du mellotron était de permettre d'intégrer dans de la musique amplifiée, les sons de la musique classique, sans avoir besoin de faire appelle à un quatuor à corde ou un joueur de flute traversière ou même encore à une chorale. Ces nouvelles possibilités musicales vont porter certains styles musicaux comme le rock progressif, et vont aussi permettre d'entrevoir une nouvelle conception de la musique, qui sera pleinement exprimée quelques années plus tard avec l'apparition des premiers samplers numériques, relayant pour beaucoup le mellotron au niveau des « Claviers Vintage » alors, qu'il est le père de toute la vague du *sampling*.

2) SECONDE PERIODE : L'ERE NUMERIQUE

a. Max Mathews

L'un des premiers noms que l'on peut croiser avec celui de Mathews quand on recherche les débuts de la musique informatique est Lejaren Hiller, mais je ne parlerai volontairement pas de lui ici. En effet, la démarche de Hiller était d'abord compositionnelle ce qui n'a pas lieu d'être traité dans ce travail de recherche (à cet endroit) alors que la visée première de Max Mathews était d'ordre technologique et c'est bien ici ce qui nous intéresse. C'est le père de la synthèse numérique du son. C'est à lui que nous devons les différentes versions du programme « Music » dont je parlerai un peu plus bas, et bien plus encore.

*Les premières expériences de synthèse du son grâce à un ordinateur ont commencé en 1957 avec des chercheurs des Bell Telephone Laboratories de Murray Hill dans le New Jersey (David, Mathews et McDnald, 1958 ; Roads, 1980 ; Wood, 1991). Dans ces premières expériences, Max V. Mathews et ses collègues prouvèrent qu'un ordinateur pouvait synthétiser des sons selon n'importe quelle échelle de hauteur ou n'importe quelle forme d'onde, y compris des fréquences et des enveloppes d'amplitudes variant dans le temps.*³⁰

La première étape pour entendre un son numérique fut celle de mettre au point un convertisseur numérique-analogique. C'est Bernard Gordon qui a conçu (à la fin des années cinquante) le premier convertisseur de ce nouveau genre. A cette époque, c'était le seul convertisseur au monde capable de produire du son.

Les deux premiers programmes de synthèses du son de Mathews, furent *music I* et *Music II*. Le premier était un programme ne pouvant générer qu'une seule forme d'onde (triangle) et on ne pouvait agir via ce programme que sur trois paramètres du son : hauteur, forme, et durée. Une pièce fut composée avec *Music I* par Newman Guttman (psychologue), appelée « *In a silver scale* », écrite le 17 mai 1957. *Music II* fut achevé en 1958. Il fonctionnait sur un ordinateur IBM 7094 à transistors, bien plus rapide que ses prédécesseurs à lampes. Les possibilités du programme en sont décuplées ainsi, seize formes d'ondes sont à présent disponibles, ainsi que quatre voix sonores indépendantes au lieu d'une seule dans la première version. En 1958 est organisé un

³⁰ ROADS CURTIS, *L'audionumérique Musique et informatique*, Seconde édition, Paris, Dunod, 2007 page 347.

concert de *musique informatique*, sans doute le premier du genre, suivi d'un débat présidé par Monsieur John Cage.

C'est avec le programme *Music III* qu'un nouveau concept va naître : les générateurs élémentaires (G.E). Ce sont des modules de traitement du signal ou de production de signal tel que les oscillateurs ou filtres, pouvant être reliés entre eux pour former des instruments de synthèse plus complexes. C'est en quelque sorte la naissance des *plugins* certes à une toute autre échelle et époque, mais l'idée vient sans doute de la et reste la même : Intégrer des sous programmes (G.E ou *plugins*) à l'intérieur d'un programme principal (*Music III, V* ou *Cubase, Nuendo...*) pour lui permettre de faire plus.

Mais, c'est en 1968 et avec le développement de *music V* que Max Mathews va connaître une certaine renommée. Toujours basé sur le fonctionnement avec des G.E, *music V* est codé en Fortran IV (langage informatique standard à l'époque). C'est un langage assez complexe, c'est pour cela que Mathews va créer une interface graphique pour son programme ce qui va simplifier les choses. *Music V* va ainsi être exporté dans le monde entier notamment à l'IRCAM, qui l'utilisera jusqu'au milieu des années 1980. Des dizaines de déclinaisons de *Music V* virent le jour (*Music 360, Music 11, Csound, Mus10...*), développés par d'autres personnes.

Un des derniers grands travaux de Mathews fut celui de s'attaquer au travail de synthèse en temps réel. En effet, jusqu'ici les programmes comme *music V*, produisaient des données, qui étaient stockées au fur et à mesure qu'elles étaient produites. Une fois le travail de synthèse terminé, on écoutait le résultat, mais il n'était pas possible de faire les deux en même temps. Avec le système *GROOVE* (1975-1976) de Mathews, ce fut désormais possible. Un ordinateur était relié à un synthétiseur analogique. L'ordinateur était capable d'entrer l'exécution de l'interprète et d'analyser les informations entrantes avant de les transmettre au synthétiseur et tout cela en temps réel, sans temps mort entre l'interprétation et la production des sons. C'était le début de toute l'histoire de la musique contrôlée par ordinateur, de la norme midi ainsi que de la micro-informatique. Je reviendrai sur ces sujets après avoir fait un point indispensable sur la synthèse numérique du son.

b. La synthèse sonore

i. Quelques méthodes de synthèse

Le but ici n'est pas d'apporter de nouvelles connaissances sur tel ou tel type de synthèse sonore, mais il est de comprendre la différence fondamentale entre le *sampling* (synthèse par échantillonnage) et les autres types de synthèses. Je vais donc parler des différents types de synthèses existants (brièvement) pour comprendre leurs principes de fonctionnement, puis je terminerai cette partie sur la synthèse en parlant plus précisément du *sampling* (synthèse par échantillonnage).

1. Les synthèses par modèles de signaux

Cette catégorie regroupe les synthèses basées sur la description des caractéristiques sonores perçues par l'auditeur. Elle présente l'inconvénient de générer un grand nombre de paramètres de synthèse. Toutefois les algorithmes du traitement du signal permettent d'obtenir automatiquement les paramètres de synthèse à partir de sons enregistrés, et ainsi obtenir des sons proches de la réalité.

Parlons dans un premier temps de la synthèse additive. Le concept de synthèse additive date de plusieurs siècles. En effet, c'est ce concept qui est appliqué dans les orgues d'églises avec leurs différents registres. En tirant différents registres, on peut mélanger le son de plusieurs tuyaux. Les formes d'ondes de chaque son s'additionnent et forment alors un nouveau son. Le principe de fonctionnement est là. Au début du vingtième siècle, le Telharmonium (décrit dans la partie précédente) utilise le principe de la synthèse additive et plus tard les orgues Hammond feront de même. C'est aussi cette synthèse qui est utilisée au commencement de la musique électronique (Stockhausen par exemple).

Le principe de fonctionnement de la synthèse additive est assez simple. A l'aide d'un système informatique, il est possible de générer une fréquence fondamentale. En lui additionnant d'autres fréquences, on va ainsi pouvoir créer un son complexe. Avec les techniques d'enregistrements numériques du son, on peut analyser un son de violon par exemple, noter ses caractéristiques (son enveloppe, son attaque, amplitude, phase ...) et ensuite réintégrer ces paramètres dans un son de synthèse additive (ou toutes les

fréquences son générées par des oscillateurs), pour s'approcher du son réel. C'est la technique dite « d'analyse/resynthèse ». La synthèse additive a donc l'avantage d'être peut gourmande en mémoire, en effet seul les paramètres du son doivent être stockés si l'on veut reproduire des timbres existants. De plus il est possible de créer de nouveaux timbres, en rentrant les paramètres au hasard. L'inconvénient est que le calcul en temps réel de ces signaux est assez lourd (argument fébrile aujourd'hui dû à la puissance des microprocesseurs), mais surtout que le son final obtenu, ne pourra jamais être la copie conforme du modèle réel car des pertes existent au niveau de l'analyse ainsi qu'au niveau de la resynthèse.

La synthèse soustractive quand à elle fonctionne à l'inverse. Le point de départ est un signal saturé en fréquence, afin qu'elles soient toutes disponibles. Différents filtrages (filtres passe bas, passe haut, passe bande...) sont apportés au signal afin de modéliser une forme d'onde bien précise et ne laisser ainsi dans le signal final que les fréquences voulues. La méthode d'analyse/resynthèse est aussi employée ici si l'on veut s'approcher de timbres existants. La qualité des sons obtenus ici dépend principalement de la qualité des filtres employés.

2. Les synthèses par algorithmes abstraits

Cette catégorie regroupe les synthèses basées sur l'utilisation d'algorithmes pour la génération des objets sonores (synthèse FM, par distorsion non linéaire, distorsion de phase, PWM...). L'avantage des synthèses par algorithmes abstraits réside dans les coûts de calculs faibles et dans le faible nombre de paramètres de synthèse. En changeant seulement quelques paramètres on peut obtenir des sonorités extrêmement différentes, ce qui n'est pas forcément le cas avec les autres types de synthèses. L'inconvénient majeur est l'aspect peu réaliste des sonorités générées, mais c'est aussi paradoxalement le point fort de ce type de synthèse.

Parlons de la synthèse par modulation de fréquence (FM), sans doute la plus connue et la plus répandue à travers le monde. C'est John Chowning qui fut le premier à explorer le potentiel musical de la synthèse FM. Il cherchait une alternative à la synthèse additive et soustractive car elles demandaient toutes deux, une grande puissance de calcul. Il découvrit qu'avec seulement 2 sinusoides, il pouvait générer un

grand nombre de sons complexes. En effet avec seulement 2 sinusoïdes (porteuse et modulante), il est possible de générer un spectre soit harmonique (multiples entiers des fréquences de la porteuse et de la modulante), ou un spectre inharmonique (multiples non entiers de la porteuse et de la modulante). Il est donc possible de créer avec cette méthode, différents timbres se rapprochant plus ou moins des sons réels. En 1975, la firme Yamaha va obtenir la licence pour appliquer le brevet sur ses synthétiseurs. Le GS-1 (1980) fut le premier synthétiseur utilisant la synthèse FM, mais c'est avec le DX7 en 1983, que Yamaha rendit la « FM » synonyme de synthèse numérique, pour des milliers de musiciens à travers le monde.

3. Les synthèses par modèles physiques

Cette catégorie comporte les synthèses basées sur la description du comportement physique des sources sonores. Elle comprend la synthèse par table d'onde, la synthèse modale, ou encore la synthèse par résolutions d'équations physiques. L'avantage de cette catégorie de synthèse réside dans le lien direct existant entre les paramètres de synthèse et la physique de la source sonore.

Les buts de la synthèse par modèles physiques sont de deux ordres : scientifique et artistique. L'ordre scientifique s'attache à la physique des ondes dans les systèmes mécaniques et acoustiques. L'ordre artistique est plus parlant. La synthèse par modèle physique permet de créer des sons d'instruments imaginaires qui seraient impossibles à construire autrement. Par exemple, un instrument dont la taille, la matière et la géométrie pourraient varier dans le temps. Un violon élastique, une flute en bois devenant en métal, des peaux de tambours indestructibles et frappée avec une force inimaginable... Le concept de cette synthèse remonte au XVIII^e siècle avec le traité « The Theory of Sound », de John William Strutt Rayleigh. Dans ce traité sont décrits les principes de fonctionnement des systèmes vibrants tels que les membranes, les barres, les caisses de tambours... Plus tard, Lejaren Hiller, James Beauchamp et Pierre Ruiz furent les premiers à adapter les modèles physiques à la synthèse des instruments (travail sur les cordes notamment). En 1993, Yamaha présente les synthétiseurs VL1 et VP1, basés sur ce type de synthèse.

ii. Synthèse sonore par échantillonnage ou Sampling

En premier lieu, il est important de mettre cette technique de synthèse à l'écart de toutes les autres. En effet, c'est la seule qui n'utilise aucune unité génératrice de sons, mais bel et bien une numérisation du « son réel ». J'entends par « son réel », un son se propageant dans l'air, et capturé par un système audio (microphone + numérisation). Ainsi, cette définition contient aussi le cas où on s'amuserait à sampler un synthétiseur...

1. l'Échantillonnage

Les premières descriptions théoriques de l'échantillonnage et de la modulation à impulsion codées (PCM), ont été faites voici bientôt plus de soixante ans. L'échantillonnage consiste à passer d'un signal à temps continu (un signal acoustique, analogique), en une suite discrète de valeurs représentant ce signal (valeurs mesurées à intervalles réguliers, numérique).

L'échantillonnage a pris naissance dans les laboratoires Bell. Max Mathews a activement collaboré aux applications de l'échantillonnage dans la musique. En 1969, on avait déjà défini que le nombre d'échantillons numériques nécessaires pour restituer convenablement une seconde de son, devait être de 30 000. À l'époque l'application de cette théorie était beaucoup trop onéreuse. Un des premiers mini ordinateurs utilisés pour l'échantillonnage fut le *POD* de *Truax* en 1973. Dès 1972, des systèmes numériques mixtes apparaissent, comme le *Vocom* de *Zinovieff*, travaillant à une fréquence d'échantillonnage de 50 000 Hz. Passons maintenant à un peu de théorie.

Prenons pour commencer un exemple assez simple. Un caméraman filme une scène. Admettons que la caméra enregistre la scène filmée à la fréquence de vingt-quatre images par secondes. Il y a donc sur la pellicule 24 échantillons de scène toutes les secondes. Lors de la projection du film, l'œil croit revoir la même scène alors qu'il ne voit en fait que des échantillons de cette scène. En fait cela ne le dérange pas car la persistance rétinienne³¹ de l'œil est environ de 16 Hz (16 échantillons de scènes par

³¹ Ce phénomène essentiel de l'organisme nous permet de faire d'une succession d'images une animation. Lorsque nous regardons un objet, l'image s'imprime sur la rétine, « écran » sensible à la lumière qui tapisse le fond de l'œil. Chaque image captée par la rétine met une fraction de seconde à disparaître.

secondes). Théoriquement, il faudrait visionner un film possédant moins de 16 images par secondes pour commencer d'apercevoir des saccades et des discontinuités sur les images perçues.

Ce principe est sensiblement le même pour l'oreille et le *sampling*. Pour le son, les termes changent naturellement. Ainsi la camera devient un convertisseur ADC (analog to digital converter ou « CAN » en français), le nombre d'images par secondes devient la vitesse d'échantillonnage et le projecteur de cinéma devient un convertisseur DAC (digital to analog converter ou « CNA » en français). Seule une nouvelle notion va apparaître : la résolution. En effet sur la pellicule de cinéma, c'est l'image capturée qui est enregistrée à l'identique sur la bande (analogique). Pour le *sampling*, c'est une représentation numérique du son qui est enregistrée (des nombres remplacent le son). Ainsi, plus il y a de valeurs numériques pour définir un son, plus il sera identique au son d'origine, c'est cela la résolution du son (exprimée en bits). C'est la qualité du son, son grain, sa sensibilité, ce qui permet d'avoir un son plus ou moins défini. De nombreux facteurs autres que la résolution interviennent aussi sur la qualité des sons échantillonnés. La fréquence d'échantillonnage est très importante, ainsi que la qualité des convertisseurs CAN et CNA. Pour bien comprendre le déroulement d'un échantillonnage ainsi que ses différentes étapes successives, prenons un exemple concret. Nous allons échantillonner une forme d'onde à une fréquence de 10 Hz (10 échantillons par secondes) et avec une résolution de 4 bits³². Bien sûr ces valeurs sont uniquement valables pour l'explication. Un échantillonnage correct aujourd'hui se fait à 44 100 Hz ou 48 000 Hz avec une résolution de 16, 24 ou 32 bits. Enfin pour connaître la taille mémoire que va occuper un échantillon (au format Wave PCM, c'est-à-dire sans aucune compression de données), le calcul est très simple. Il suffit d'une simple multiplication : **Taux d'échantillonnage x Nombre de bits x Nombre de secondes x Nombre de voies = espace occupé dans la mémoire**. Ainsi, une minute de son mono avec une résolution de 16 bits et échantillonnée à 44 100 Hz va occuper environ 5,1 Mo d'espace de stockage sur un disque dur HDD ou SSD.

C'est la persistance de la rétine.

³² Voir schéma + explications page 66 dans la partie annexe.

2. l'Aliasing ou repliement

Prenons ici encore l'exemple du cinéma pour imaginer ce qu'est le repliement (ou *aliasing*). Un phénomène extrêmement proche du repliement est l'effet stroboscopique que l'on peut remarquer au cinéma ou en boîte de nuit... Il n'est pas rare de remarquer dans les bons comme dans les mauvais films, que la roue d'une voiture filmée en gros plan, semble tourner à l'envers ou même rester immobile alors que la voiture se trouve dans une course poursuite endiablée... je rappelle que comme tout à l'heure, l'image est toujours enregistrée 24 fois par secondes (24 Hz) sur la pellicule du film. Si la roue filmée parcourt exactement 24 tours par secondes, elle paraît alors immobile car elle effectue un tour complet entre chaque image. Ce résultat est aussi valable pour les multiples de 24. Si la roue tourne moins vite que 24 tours par secondes, elle n'a pas le temps d'effectuer un tour complet entre chaque image, ce qui se traduit sur le film par l'impression que la roue tourne lentement à l'envers. Si la roue tourne en avançant à 23 tours par seconde (23 Hz), elle semble en fait reculer de 1 tour par seconde. Ce phénomène est le même pour les sons. Mais le problème qui n'en est pas un en soi au cinéma, va s'avérer de toute autre ampleur au niveau de la musique. En effet, il serait extrêmement désagréable qu'en échantillonnant un son à 24 KHz (24 000 Hz), on puisse entendre un harmonique de 23 KHz (inaudible à l'oreille car très aigu) comme un son de 1 KHz (son audible), faisant ainsi bourdonner les fréquences médiums du plus mauvais effet !

Les hautes fréquences peuvent donc après échantillonnage, se retrouver dans le bas du spectre fréquentiel. Elles sont repliées, c'est le phénomène de repliement ou *d'aliasing*. Ces fréquences repliées viennent alors recouvrir les véritables fréquences du signal et donnent lieu à une insupportable cacophonie.

Pour éviter le repliement, il y a heureusement des solutions. Reprenons l'exemple de la roue. Si la fréquence est toujours de 24 images par seconde (24 Hz), quand la roue tourne à 12 tours par seconde, elle n'est plus visible que dans deux positions différentes. À moins de 12 tours/s elle avance un peu, et à plus de 12 tours/s elle semble reculer. La fréquence de 12 Hz est donc la fréquence maximale correctement restituée par un échantillonnage à 24 Hz. Le théorème de Nyquist-Shannon, (élaboré par Harry Nyquist et Claude Shannon), énonce que la fréquence

d'échantillonnage d'un signal doit être égale ou supérieure au double de la fréquence maximale contenue dans ce signal, afin de convertir ce signal d'une forme analogique à une forme numérique. Ce n'est donc pas pour rien que ce théorème est à la base de la conversion numérique des signaux. L'oreille humaine entend les sons de 20 Hz à 20 000 Hz environ. Il suffirait donc d'échantillonner les sons à un minimum à 40 000 Hz pour éviter le repliement des fréquences inférieures à 20 000 Hz (la norme industrielle actuelle est de 44 100 Hz ou 48 000 Hz). Cependant les fréquences inaudibles situées entre 20 000 et 40 000 Hz ne s'entendent pas mais existent bel et bien et peuvent elles aussi créer de l'aliasing. Il faut donc trouver une solution supplémentaire supprimant les fréquences inaudibles. C'est là qu'intervient le filtre anti-repliement. Il est placé avant le CAN, pour être sûr que toutes les fréquences inaudibles (supérieures à 20 000 Hz) ne soient pas présentes dans l'enregistrement numérique. D'une manière générale, tous les signaux d'entrée ayant une fréquence supérieure à la moitié de la fréquence d'échantillonnage doivent être supprimés par le filtre anti repliement pour obtenir une numérisation correcte du son. Mais les filtres anti repliement posent problème. En effet, aucun filtre analogique ne peut être à la fois efficace (pente raide, supprimant toute les fréquences voulu) et linéaire du point de vue de la phase du signal (c'est-à-dire sans décalage temporel). Les seules filtres capables d'une tel performance sont numériques, d'où un certain problème. En effet le filtre ici ne peut être numérique car il doit être placé avant la conversion, c'est-à-dire avant le CAN. Il faut alors trouver un compromis. Un filtre a pente raid va supprimer le repliement mais va créer de la distorsion de phase qui va s'étendre en dessous des 10 000 Hz, ce qui donne aux hautes fréquences un son dur et peu naturel. À l'inverse, un filtre avec une pente moins raide ne créera pas de distorsion de phase, mais un léger repliement persistera... Aujourd'hui, la solution utilisée pour obtenir une conversion de la meilleure qualité possible est la technique du suréchantillonnage.

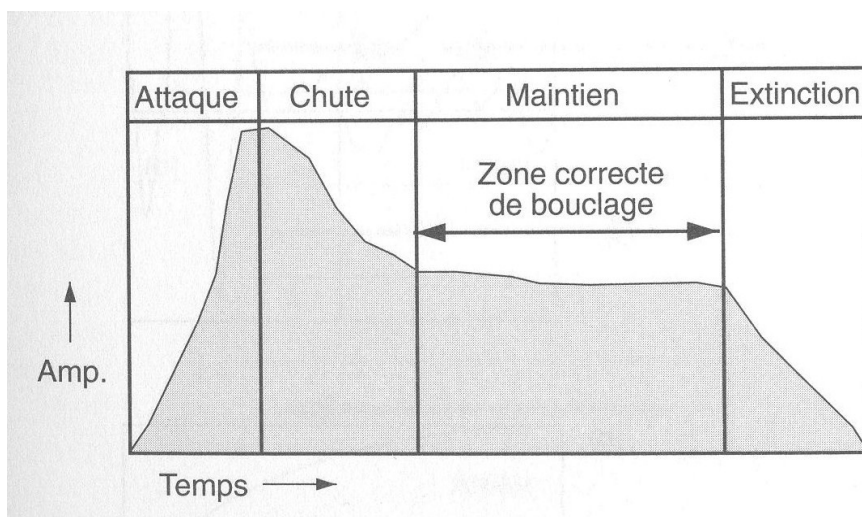
3. Le suréchantillonnage

Le suréchantillonnage est une technique particulière d'échantillonnage. Elle consiste à échantillonner le signal à une fréquence très élevée, beaucoup plus que ne l'exigerait le théorème de Nyquist. Cette technique permet de faciliter la conception du

filtre antirepliement et aussi de diminuer le bruit présent dans la bande utile de fréquences et d'augmenter le rapport signal sur bruit. Le suréchantillonnage permet de réduire au maximum les pertes de transitoires (notamment harmoniques) du signal audio analogique. Ces transitoires étant situés entre deux paliers numériques successifs (valeurs discrètes) créés par la fréquence d'échantillonnage du convertisseur A/N.

4. Le Bouclage

Nous le verrons notamment dans la partie suivante sur le *fairlight*, le temps que pouvait avoir un son échantillonné n'a pas toujours été aussi grand qu'actuellement. Aujourd'hui encore, mais pour des raisons plus financières que technologiques (moins de sons stockés, c'est moins de mémoire à acheter et donc un prix plus bas), ou simplement par besoin (contrôler la durée de la note), certains appareils recourent au bouclage. Le bouclage étend la durée des sons échantillonnés, en faisant une relecture systématique de ce son. Il faut alors spécifier des points de bouclage dans le son échantillonné pour obtenir un résultat correct. En effet, l'attaque du son ne doit pas être bouclée si l'effet voulu est de rallonger le son.



33

Les échantillons du commerce sont souvent prébouclés. L'utilisateur n'a rien à faire, mais pour des sons échantillonnés soi-même comme par exemple avec le *fairlight*,

³³ Représentation graphique d'une enveloppe sonore et de la zone correcte de bouclage du son.

il faut spécifier des points de bouclages qui doivent se trouver à des endroits précis du son, si l'on veut obtenir un résultat correcte à l'écoute. Pour un meilleur son, la technique du fondu enchainé entre les différentes boucles est utilisée. La partie finale de chaque boucle, s'efface au moment même ou la partie de départ arrive progressivement. Ceci réduit les risques de craquements sonores dus au bouclage.

c. Le fairlight

i. L'histoire

L'histoire du *fairlight* commence en 1975, par la création de l'entreprise *Fairlight Instruments Pty Ltd*. Frustrés par les limitations de la synthèse analogique, Kim Ryrie et Peter Vogel créent cette entreprise afin de développer dans un premier temps, une machine conçue autour d'un microprocesseur afin de contrôler numériquement des oscillateurs analogiques (technologie utilisée dans le *Prophet 5* en 1978). Tony Furse, alors ingénieur chez Motorola les rejoint. En 1975, Furse met au point son premier synthétiseur entièrement numérique, bi processeur, le Qasar M8. Vogel et Ryrie vont acquiescent la licence du M8.

En 1976, la société *Fairlight*, crée son premier prototype, le *Qasar*. C'est une machine complexe, volumineuse avec un son médiocre. Le but des deux hommes était de créer un synthétiseur numérique, capable de générer des sons très proches des instruments acoustiques, tout en disposant d'un contrôle total sur les différents paramètres du son. Mais ils sont vite déçus par l'instrument qui produit des sons d'une qualité médiocre et d'une pauvreté certaine. C'est alors qu'ils ont l'idée d'échantillonner des sons naturels afin d'avoir des sonorités plus riches et plus complexes. Mais pour Vogel et Ryrie cela ne devait être qu'une alternative temporaire et limité à leur concept d'origine. En effet les sons échantillonnés bien que beaucoup plus réalistes ne peuvent être contrôlés et modifier aussi aisément que des sons de synthèse. Mais c'est finalement dans cette direction qu'ils vont continuer le développement du *Qasar*.

En 1979, le résultat de leur travail aboutit au *fairlight* CMI I. CMI signifie *computer musical instrument*. Construit autour de l'architecture du *Qasar M8* (bi-processeur 8 bits 6800 Motorola), le CMI I est constitué d'un clavier de 73 touches,

d'une unité centrale équipée de deux lecteurs de disquettes 8 pouces, ainsi qu'un moniteur, un clavier et un stylo optique permettant de dessiner les formes d'ondes à l'écran. Le CMI I est le premier instrument proposant le *sampling*, ainsi que la représentation graphique des formes d'ondes, la synthèse additive et un séquenceur. C'est en quelque sorte la première *Workstation* musicale de l'histoire. L'échantillonnage a une résolution de 8 bits et une fréquence de 24 000 Hz (24 KHz). La qualité est minimale pour la restitution de sons réels. Il est livré avec une banque de sons sur disquette, proposant divers échantillons d'instruments acoustiques.

Peter Vogel parcourt alors le monde à la recherche de clients et de distributeurs. Durant l'été 1979, il rencontre Peter Gabriel, qui travaille sur son Troisième album *Melt*. Vogel fait une démonstration à Peter Gabriel qui est de suite convaincu par les capacités de l'instrument. Il va même devenir importateur de *fairlight* en Europe. C'est alors que le *fairlight* rencontre un énorme succès. Des centaines d'albums des années 1980 et 1990 contiennent du *fairlight* sans parfois même qu'on le sache. Parmi les plus célèbres utilisateurs de l'instrument citons Stevie Wonder, Herbie Hancock, ou bien encore les groupes Art of Noise, U2 et Queen. Parmi les titres où albums ou le *fairlight* chante, citons *Zoolookologie* de l'album *Zoolook* de Jean-Michel Jarre, *Running up that Hill* de Kate Bush, *the Reflex*, *Wild Boys*, *a View to a Kill* des Duran duran, *Tous les Cris les SOS* de Balavoine, ou encore *Sauver l'Amour*, *La Ballade de Jim* de Souchon, *Voleur de Feu* de Bernard Lavilliers, *Everybody wants to rule the World* de Tears For Fears, *Tutu* de Miles Davis et bien d'autres encore à découvrir...

Dans *Tutu* de Miles Davis, et je parle ici du titre se trouvant dans l'album du même nom, c'est le *fairlight* qui joue *l'orchestra Hit*, et qui double aussi parfois le thème avec un son de flûte très étrange mais tellement reconnaissable. Après le premier thème, on l'entend seul faire un petit motif. (*E F E D*). C'est aussi lui qui est responsable des différents bruitages que l'on entend dans la version studio de *Tutu*. Notons que pour la majorité des chansons citées ci-dessus, c'est le *fairlight* CMI Iix qui produit le son. Dans *Zoolookologie* le *fairlight* joue les notes du thème principale (*Eb F Db C Eb...*) Le son échantillonné à la base est un son de voix de femme. On est frappé par l'aspect peut réaliste de la voix, mais c'est ce qui était intéressant avec le *fairlight*. On pouvait échantillonner n'importe quel son, et par la suite, jouer avec les différents paramètres sonores pour modifier le son d'origine.

Le CMI II voit le jour en 1982. La fréquence d'échantillonnage passe de 24 à 32 KHz, mais toujours avec une résolution de 8 bits (soit 256 valeurs possibles). L'innovation de cette version est l'introduction de la *page R*, c'est-à-dire le premier séquenceur avec représentation graphique des 8 pistes et des notes. On peut déjà répéter, coller, couper et copier des notes et des rythmes. La quantification des notes est aussi possible. En 1983, sort le *fairlight* CMI Iix, dont les cartes internes ont été modifiées, les processeurs 6800 remplacés par des 6809 et sur lequel une interface MIDI (que je vais définir plus bas) a été rajoutée.

En 1985, une nouvelle étape est franchie avec le *fairlight* CMI III. Ce nouvel instrument est le premier sampler 16 bits (résolution) du marché avec une fréquence d'échantillonnage pouvant aller jusqu'à 50 KHz en stéréo et le double en mono. Un nouveau système d'exploitation est développé. Le stylo optique est remplacé par une tablette graphique, la *page R* par un nouveau séquenceur, le CAPS (Composer, Arrangeur, Performer, Sequencer). En 1987, la compagnie *Fairlight* se tourne vers le marché de la post production avec le MFX qui n'est autre qu'un CMI III avec un nouveau clavier de contrôle. C'est à cette époque et parallèlement au CMI III (qui coûtait à l'époque neuf, environ 40 000 €) que d'autres constructeurs commencent à proposer des *sampler* à bas prix comme Akai ou Ensoniq par exemple. Les séquenceurs vont aussi commencer à apparaître sur les micro-ordinateurs comme l'Atari ST ou le Macintosh 2. La suprématie de *Fairlight* dans le domaine du *sampling* et du séquenceur est contestée. La société fait faillite en 1988. Mais Vogel et Ryrie vont trouver de nouveaux financiers et créer une nouvelle entreprise, *Fairlight ESP* (1989). *Fairlight ESP* se consacre uniquement au marché de la post production avec des machines comme le MFX1 (1990), le MFX 2 (1992), le MFX3 (1994), le MFX3plus (1996), le MFX3.48 (2000) et la version Dream de 2003. Les MFX sont tous basés sur l'architecture du CMI III. Les Bandes Originales de *Braveheart*, *Le dernier des Mohicans*, *La forêt d'Emeraude* contiennent toutes les trois du *fairlight* (probablement MFX3) ainsi que la Bande Originale du film *Titanic* de James Cameron. Les chœurs que l'on peut entendre à certains moments du film sont en fait joués par le *fairlight*.

ii. Fonctionnement du fairlight CMI IIx (série IIx)

Pour une définition précise des caractéristiques du *fairlight* et de son fonctionnement, la documentation officielle est encore disponible³⁴. Je vais ici expliquer le fonctionnement de l'instrument d'une façon générale et concise. Plus qu'un simple échantillonneur, le *fairlight* est la première station de travail dédiée à la MAO (musique assistée par ordinateur).



35

Composé d'une unité centrale munie de deux lecteurs de disquettes, ainsi que d'un double clavier et d'un moniteur pourvu d'un stylo graphique, c'est à l'époque une prouesse technologique. Il est possible pour l'utilisateur, à l'aide du stylo graphique, de dessiner directement les formes d'ondes du son sur l'écran. D'une manière générale le principe de fonctionnement est simple. D'un côté, le double clavier de piano permet de jouer les sons échantillonnés (stockés sur des disquettes 8 pouces), de l'autre, l'écran, le clavier (pour écrire) ainsi que le stylo graphique permettent quand à eux de traiter les échantillons de différentes manières. Le programme du *fairlight* possède ainsi plusieurs pages qui ont chacune un rôle bien précis dans le traitement du son et des échantillons. On trouve des pages chiffrées (1 à 9) et des pages lettrées (A, C, D, F, I, L, R, S). Je vais m'attacher au fonctionnement de quelques pages qui me paraissent importantes. La page 1 est l'index. On y retrouve une liste des autres pages. La page 2 *Disk control*, est la page de vérification des échantillons pour ne pas qu'il y ait d'erreur lors du chargement. Les pages 4, 5 et 6 permettent quand à elles de se servir de la partie synthétiseur du

³⁴ Documentation officielle en anglais, disponible sur le site [<http://www.egrefin.free.fr>].

³⁵ Photographie du fairlight CMI IIx.

fairlight, en dessinant ses propres formes d'ondes par exemple. La page 8 est la page du programme dédié à l'échantillonnage. C'est sur cette page que l'on règle la fréquence et les autres paramètres relatifs à l'échantillonnage. La page D sert à visualiser la forme d'onde de l'échantillon en 3 dimensions. Enfin, la page sans doute la plus importante et la plus lourde de conséquence sur l'évolution de la MAO, la page R. La *page R* est tout simplement le premier séquenceur graphique de l'histoire. On programme le rythme et les notes et on affecte pour chaque voix, le son que l'on souhaite. Le séquenceur se charge ensuite de lire la musique. Il est limité à 8 voix de polyphonie. On pouvait donc créer des musiques utilisant 8 sons différents simultanément. Le principe est repris aujourd'hui dans les logiciels (séquenceurs) comme *cubase* ou *nuendo* par exemple.

d. La Standardisation des matériaux

L'évolution que connaît l'informatique musicale depuis une trentaine d'années est étroitement liée à des standardisations qui ont facilité le développement et le progrès des techniques de musique assistée par ordinateur (MAO). La norme MIDI en est le parfait exemple.

i. La norme midi

Le *protocole Musical Instrument Digital Interface* ou MIDI, est un langage universel permettant l'échange d'informations en temps réel entre des ordinateurs et des instruments, élaboré au début des années 1980, suite à des contacts entre différents fabricants de synthétiseurs américains et japonais (Sequential Circuits, Oberheim, Roland Corporation) qui souhaitaient rendre compatible leur différents systèmes. Une des toutes premières représentations publique de cette nouvelle norme eut lieu en Californie au salon NAMM en 1982. La démonstration faisait communiquer un Jupiter 6 de chez Roland et un Prophet-600 de chez sequential Circuits. Les premiers instruments midi furent lancés sur le marché au début de l'année 1983 la version 1.0 de la norme MIDI fut publié en Aout de cette même année. Ce langage spécifie une grammaire pour encoder l'information d'interprétation musicale. Un message peut

spécifier par exemple, le temps de départ et de fin d'une note, sa hauteur, sa vitesse... Chaque machine compatible MIDI contient un microprocesseur qui interprète et génère des données MIDI.

« Lorsque nous faisons un pas en arrière, nous réalisons qu'il n'y a rien de propre à la musique dans le MIDI. C'est-à-dire que ce n'est pas de la musique que communique le MIDI. En fait le MIDI est un moyen de transmettre de l'information sur des appuis de touches, des rotations de bouton et des manipulations de manettes de jeu. Ce que ces transducteurs contrôlent est presque secondaire. »³⁶

Le choix de la technique de synthèse, les effets de traitement du signal sont propres à la machine (ou l'instrument) réceptrice des signaux. Les mêmes signaux envoyés à deux synthétiseurs ou échantillonneurs différents, peuvent créer des sons totalement différents. Le Mode « General MIDI », ajouté à la spécification en 1990, fournit un ensemble de 128 (de 0 à 127) noms de timbres prédéfinis. Même dans ce cas, un nom de timbre donné n'aura pas exactement la même sonorité sur des machines de constructeurs différents. (L'architecture et les spécifications audio étant propres à chaque constructeur).

Les informations sont envoyées à une vitesse de 31 250 bauds, soit approximativement 3,8 Ko/s. Chaque connexion envoie des messages musicaux standard, comme note-on (début de note), note-off (fin de note), volume, pitch-bend (modulation de la hauteur de la note) et des signaux de modulation codés avec un identificateur de canal (il peut y en avoir jusqu'à 16). Les messages de note vont du C-1³⁷ (note 0, située 5 octaves en dessous du C4 situé sous la partition en clé de sol, soit 8,175 Hz) au G9³⁸ (note 127, soit 5 octaves au-dessus du sol moyen soit 12 557 Hz) avec une résolution d'un 1/2 ton. Le pitch peut être réglé de $\pm 1/2$ ton avec une précision d'1/4 de demi-ton au moyen du message pitch-bend. La vitesse s'étend elle aussi de 0 (pas de son) à 127 (quadruple Forté). Le MIDI peut être utilisé pour jouer des gammes non tempérées. Aucune standardisation n'existe pour l'instant, cependant certains constructeurs d'instruments MIDI proposent des fonctions microtonales plus ou moins développées. Issue de la notation MIDI des hauteurs musicales, l'unité dénommée

³⁶ William Buxton, 1986 dans, ROADS CURTIS, *L'audionumérique, Musique et informatique*, Seconde édition, Paris, Dunod, 2007, page 266.

³⁷ Notation américaine des notes de musiques. A=la, B=Si, et ainsi de suite.

³⁸ Deux cas de figure existent. De C0 à G10, ou de C-1 à G9, cela ne change en rien la fréquence des notes. C'est simplement une norme différente.

« midicent », non officielle mais très pratique, est souvent utilisée pour noter les accords non standards et les analyses acoustiques. Chaque midicent correspondant alors à un centième de demi-ton, les rangs des centaines et milliers de la valeur indiquant la hauteur MIDI standard : le do 3, noté 60 avec la norme MIDI, est noté : 6 000 en midicent, un do 3 augmenté d'un quart de ton : 6 050. Cette fonction est particulièrement intéressante avec l'apparition ces dernières années de banques de sons d'instruments orientaux ou même encore de voix orientales chantées. La possibilité de multiplexer 16 canaux sur un seul fil permet de contrôler plusieurs instruments.

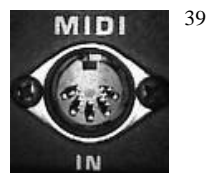
Le MIDI a aidé à démocratiser la MAO grâce à de nombreux atouts. Premièrement, il sépare la machine d'entrée de la machine qui génère les sons. Ainsi, un clavier peut contrôler n'importe quel synthétiseur compatible (diminution des coûts). Ensuite, n'importe quelle machine d'entrée peut contrôler un synthétiseur, que se soit un clavier, un contrôleur de souffle ou encore une guitare... On a alors la possibilité de jouer n'importe quel son avec la jouabilité de l'instrument que l'on souhaite ou que l'on maîtrise. Ceci améliore aussi le rendu final. Des samples de cuivres pilotés par un contrôleur à vent seront d'autant plus réalistes. Avec la micro-informatique, il est possible d'envoyer le contenu d'une partition à un synthétiseur pour qu'il l'interprète, facilitant ainsi le travail de composition. Le MIDI rend aussi le développement des différents logiciels du marché beaucoup plus simple. Une seule norme pour toutes les marques. Pour finir, le MIDI permet aussi de synchroniser des synthétiseurs ou lecteurs d'échantillons avec d'autres machines comme des processeurs d'effets, ou encore des systèmes d'éclairages, pour un contrôle plus simple du rendu final.

Il existe trois types de fichiers MIDI :

- Type 0 : Une seule piste d'information MIDI jouée.
- Type 1 : Plusieurs pistes MIDI jouées simultanément.
- Type 2 : Plusieurs pistes MIDI jouées séquentiellement.

Concrètement, le MIDI utilise une connectique propre pour la transmission de ses signaux. Une prise MIDI ou deux (MIDI IN et MIDI OUT) sont disponibles sur pratiquement tous les équipements de MAO du marché, ainsi que de série sur de nombreux ordinateurs d'aujourd'hui.

³⁹ Photographie d'une prise midi femelle.



ii. La micro – informatique

La micro informatique est au centre de la conception moderne de la musique. En effet, c'est depuis le développement des premiers micro-ordinateurs et la chute des prix de ceux-ci que la MAO s'est démocratisé. Ainsi, aujourd'hui, et pour un investissement mineur, presque n'importe qui peut s'improviser musicien ou compositeur. Bien sûr il n'est absolument pas question ici de maîtrise de l'écriture musicale ou encore de génie compositionnel, mais simplement de moyens techniques.

En effet, monter un micro ordinateur aujourd'hui tient plus du « jeu de lego » que d'un réel savoir faire, et cela grâce à la standardisation des différents composants informatiques (mémoires, processeurs, HDD, SSD, cartes mères, cartes sons...). Il est très facile aujourd'hui de commander son ordinateur en pièces détachées, et de le monter soi même. Via internet, on peut aujourd'hui commander tout ce dont un « home studio » a besoin. PC, clavier Controller MIDI, enceintes de monitoring etc. De plus, un microprocesseur (avec 3 à 4 cœurs), tournant à 3 GHz est aujourd'hui à la portée de toutes les bourses, et est capable associé à d'autres pièces adéquates de faire tourner les plus gourmands logiciels de synthèse sonore ou autres *sampler* et lecteurs d'échantillons. S'il reste aujourd'hui une barrière dans la conception musicale, elle est bien sur la connaissance même (solfège, écriture, théorie musicale), car à tous les autres niveaux, il est possible grâce à la standardisation de la micro-informatique et de certaines normes comme le MIDI, pour n'importe qui ou presque, de créer de la musique.

e. Les sampler

A la fin des années 1970, un seul *sampler* était disponible sur le marché : le *fairlight*. Puis dans les années 1980 à 1990, d'autres concurrents sont arrivés et ce sont installés. Le marché du *sampler* comprenait alors à cette époque environ une quarantaine de modèles différents tous *Hardware*, c'est-à-dire fait de circuits, et de microprocesseurs. Le but ici est donc de voir l'évolution des samplers depuis 1980, sans pour autant détailler précisément chaque modèle de chaque marque (ce qui serait

inutile) mais en montrant d'une manière générale l'évolution et le progrès techniques au travers de certains modèles des plus grandes marques, jusqu'à la fin des années 1990. En effet, au début des années 2000, les premiers *sampler* logiciels comme *Halion* ou *Kontakt* (précédés du légendaire *Gigasampler*, *Gigastudio*) sont apparus sur le marché. C'est depuis cette époque que la vente et la production de *sampler hardware* s'effondre petit à petit.

i. Hardware

La fin des années 1980 a été une période majeure dans l'innovation technologique. Modèle après modèle, les *sampler* étaient toujours capables de faire mieux que le précédent. Du point de vu musical, le *sampler* à envahi toutes les productions dans tous les genres, du New Age au Hip Pop en passant par la musique dite contemporaine. C'est à cette époque que la différence entre *sampler* et lecteur d'échantillons va véritablement prendre effet. Auparavant, le possesseur d'un *sampler*, construisait sa banque de sons personnels comme avec le fairlight par exemple, et l'utilisait dans ces compositions. Mais le succès du M1⁴⁰ a démontré, que musicien et « faiseur de sons » sont deux espèces très différents, et que le pouvoir d'achat (n'oublions pas que le premier but d'une entreprise avant l'innovation est de faire du chiffre d'affaire) de la première surpasse celui de la seconde. Finalement, tout ce que voulait et veut le musicien, ce n'est pas se « prendre la tête » sur le bouclage ou l'enregistrement de tel ou tel échantillon, mais c'est d'avoir un piano à queue ou un pupitre de violon pouvant tenir dans un sac de voyage... Quoi qu'il en soit, de nombreux *sampler* apparaissent dès le début des années 1980 pour concurrencer le fairlight. Je vais m'arrêter sur quelques modèles qui ont marqué leur temps de par leurs caractéristiques et leur popularité.

Le premier à venir s'attaquer au marcher des *sampler* est l'Emulator (de la marque E-mu). C'est le premier *sampler* abordable (75000 Fr tout de même) pour beaucoup de musiciens. L'Emulator sort en 1981, il échantillonne le son à 27 KHz en mono, avec une résolution de 8 bits et possède une polyphonie de 8 voix Maximum. Sa mémoire est de 128 Ko et son clavier possède 49 touches. Ces caractéristiques peuvent

⁴⁰ M1, synthétiseur (soustractive) et lecteur d'échantillons développé par Korg. Illustration page 54.

nous paraître ridicules, mais à l'époque et pour un prix moindre, il fait théoriquement aussi bien que le fairlight. Théoriquement seulement, car la qualité de certains composants de l'Emulator (comme les filtres par exemples) est bien en dessous de celle du fairlight. En 1983, c'est l'Emulator II qui arrive sur le marché. C'est tout simplement le *sampler* le plus vendu au monde. Il échantillonne toujours à 27 KHz avec une résolution de 8 bits et 8 voix de polyphonie, mais son clavier passe à 61 touches et sa mémoire interne grimpe à 1 MO. Il est également compatible avec la naissante norme MIDI. Vont suivre l'Emulator III (1987), puis IIIx (1992) et IV qui seront toutes les deux des versions en rack, dépourvues de claviers (mais disposant bien sur d'une interface MIDI).



La marque Roland va elle aussi se lancer sur le marché des samplers durant l'année 1986 avec le S10/MKS100. Échantillonnant en 12 bits à une fréquence de 15 à 30 KHz, il ne possédait que très peu de mémoire et a vite disparu du marché. Son grand frère le S50 sorti la même année apportait quand à lui des innovations intéressantes au concept de Sampling, comme des sorties polyphoniques, une polyphonie étendue (16 voix) et l'édition des sons sur un moniteur vidéo. Le S220, une version améliorée du MKS100 sort lui aussi en 1986 et connaît un succès mitigé. Il faut attendre la sortie du modèle S330 en 1987, pour voir la mémoire augmenter et passer de 196 Ko à 768 Ko. Le S550, sorti lui aussi cette année la embarque 1,5 MO de mémoire. C'est un des samplers les mieux conçus de l'époque. Puis vont venir les modèles S750 et S770 en 1990 et 1991 (suivis par le S950 quelque année plus tard), qui vont imposer de nouvelles normes techniques. Ces samplers échantillonnent en 16 bits (qualité actuelle des cd audio) et en stéréo jusqu'à 48 KHz. Leurs mémoire est extensible à 16 MO. Ils gèrent tous les deux 24 voix de polyphonie, c'est le nouveau standard des années 1990.

⁴¹ Photographie d'un Emulator III.



C'est en 1988, qu'un des tous premiers *sampler* destinés exclusivement aux percussions apparaît. C'est le fameux « Simmons SDX ». Ce *sampler* travail en mono, et échantillonne jusqu'à 44,1 KHz pour une résolution de 16 bits. Le module est accompagné de « pads », comme pour les batteries électroniques d'aujourd'hui mais en moins performants (les pads n'étaient pas ronds mais hexagonaux). Ce fut le haut de gamme de la batterie électronique durant plusieurs années. Encore aujourd'hui, le son qu'il produit reste très prisé par certains musiciens.

Enfin, Akai est sans doute la société qui a le plus influencé l'histoire du *sampling* grâce a ses différents modèles. L' Akai S612, fut à sa sortie en 1985, l'un des premiers sampler grand public performant. C'est le successeur direct des modèles *instant replay* et *super replay* d'Electro harmonix. Il échantillonnait jusqu'à 32 KHz, avec une résolution de 12 bits. Il possédait 6 voix de polyphonie. Son seul défaut était sa mémoire de seulement 64 Ko. Le model S900 de 1986 et ses 768 Ko de mémoire vinrent effacer ce petit défaut de jeunesse. Il pouvait échantillonner jusqu'à 40 KHz et possédait 8 voix de polyphonie. Le grand avantage de ce *sampler* sur ses concurrents était le fait qu'il possédait l'une des plus large banque de sons disponibles du marché. On l'utilisait souvent plus comme simple lecteur d'échantillons que comme sampler. Le S950 sortit en 1988 poussa la mémoire à 2,25 Mo ainsi que la fréquence d'échantillonnage à 48 KHz. Le S1000 proposa une résolution de 16 bits, ainsi qu'une polyphonie de 16 voix et une mémoire de 2 Mo extensible à 32. Ce sampler va être utilisé par François Bernard Mâche, dans son œuvre *Khnoum*. Cette pièce écrite pour 5 percussions et un échantillonneur Akai S1000 a été composée en 1990 et dure une quinzaine de minutes. C'est une commande de la caisse d'épargne d'Alsace. Il l'a dédié à sa fille Danaé. Voilà ce que François-Bernard Mâche dit de son œuvre :

⁴² Photographie d'un sampler Roland S750.

J'avais déjà composé deux œuvres pour les percussions de Strasbourg : Maraé en 1974 et Aera en 1978. Leur talent m'a donné envie de leur en confier une troisième, très différente des deux précédentes. Un échantillonneur solo s'y combine aux cinq autres percussions. La plupart des sons échantillonnés ont été empruntés à l'instrumentarium du groupe, et ainsi cette sorte de « concerto » pour clavier et percussion associée, bien plus qu'il n'oppose, l'instrument numérique et ses voisins acoustiques. Khnoum dont le nom sonne comme une percussion, est un dieu bélière égyptien qui a façonné l'humanité sur son tour de potier.⁴³

Cette pièce utilise donc le *sampler* Akai S1000 pour jouer essentiellement des sons de percussions échantillonnés. La fusion entre sons réels et sons échantillonnés est impressionnante, et il est difficile de déterminer avec précision si le son entendu vient du *sampler* ou d'un instrument. François-Bernard Mâche a également créé d'autres pièces faisant appel à des échantillonneurs, citons entre autre, *L'estuaire du temps*, triptyque symphonique pour orchestre et échantillonneur. Voilà ce que Mâche nous dit de sa création :

L'échantillonneur, même traité délibérément comme un instrument, a quelques particularités très peu traditionnelles. Il transmet tantôt la voix des éléments (ressac, vent) ou des langages humains (lituanien, russe, arménien ancien, batak, malais, javanais, xhosa, langues imaginaires), tantôt des sonorités instrumentales ou synthétiques. Il embrasse ainsi la presque totalité des sources sonores actuellement connues.

Mâche utilise donc ici l'échantillonneur d'une façon très polyvalente, contrairement à la pièce Khnoum où l'échantillonneur reproduit des sons d'instruments présents dans l'effectif musical. On pouvait aussi brancher en série les *sampler* Akai, pour augmenter les performances comme par exemple doubler la polyphonie en branchant deux *sampler* ou la tripler avec trois *sampler*... Ces appareils fonctionnaient entre autre avec la norme SCSI (Small computer system interface) qui autorisait la connexion maximum de 7 appareils entre eux. On pouvait ainsi créer une machine à base de S1000 pouvant gérer 112 voix de polyphonie avec 224 Mo de mémoire. Les séries S2000, 3000, 5000 et 6000 suivirent, avec toujours un intérêt majeur pour ces *sampler* : l'énorme banque de sons disponible.

⁴³ FRANCOIS BERNARD MACHE, *les percussions de Strasbourg*, Philips, 1993, page 6 du livret. (cd 442218-2)

N'oublions pas qu'Ensoniq, Korg, Sequential Circuits, Casio ou encore Yamaha ont eux aussi proposés des modèles durant ces vingt ans (de 1980 à 2000), dont je ne parlerai pas ici.

Plus on se rapproche des années 2000, plus on s'aperçoit que la production de sampler hardware est progressivement délaissée au profit des logiciels (versions logiciels). Les marques ont su voir que les micro-ordinateurs allaient devenir le support standard pour les outils de la production musicale (MAO), à tous les niveaux, aussi bien chez les professionnels que chez les amateurs. En effet les versions logicielles des samplers permettent une meilleure évolutivité grâce aux mises à jour disponibles directement sur DVD ou via internet, ainsi que de meilleures performances (même si cela dépend de la configuration des micro-ordinateurs). De plus, l'exigence d'une certaine qualité de son, augmentant au fur et à mesure des progrès technologiques, a conduit beaucoup de musiciens à abandonner le sampler au profit des lecteurs d'échantillons et autres *expander* ou *arrangeurs*, utilisant des banques de sons enregistrées très proprement par des professionnels. Le *sampler* c'est cependant imposé dans les musiques urbaines telles que le rap, le Hip Pop et la techno, où il est encore aujourd'hui massivement utilisé. D'ailleurs, les modèles de *sampler* hardware fabriqués aujourd'hui (comme le SP-404 ou SP-555 de chez Roland) sont essentiellement destinés à ce genre de production. Ce succès est dû premièrement, à la possibilité d'enregistrer des sons librement où et quand on le souhaite et deuxièmement, à sa simplicité d'utilisation et de transport.

ii. Software

L'histoire des samplers logiciels commence en 1996, à la sortie sur le marché professionnel de *gigasampler* (échantillonneur et lecteur d'échantillons virtuel). À partir de ces années, les *PC* commencent à pouvoir se permettre de faire tourner des logiciels comme *gigasampler*. Le principe de fonctionnement est simple. L'échantillonneur, maintenant sous forme de logiciel, fonctionne grâce au processeur⁴⁴ de l'ordinateur et va lire les sons stockés directement sur le disque dur de l'ordinateur (et non depuis la

⁴⁴ Plus le processeur est puissant, plus l'échantillonneur peut se permettre des fonctions différentes et performantes. L'évolution des sampler logiciel suit naturellement l'évolution des processeurs d'ordinateurs.

RAM qui à l'époque existait mais en trop petite quantité), ce qui va permettre d'augmenter considérablement la taille des banques de sons, ainsi que le nombre de voix de polyphonie des échantillonneurs. *Gigasampler* pouvait délivrer 64 voix de polyphonie sur 16 canaux midi. Les années suivantes, *gigastudio*, une évolution de *gigasampler*, va apporter à chaque version successive, de meilleures performances. Ainsi *gigastudio* 96 et 160 proposaient respectivement 64 canaux midi ainsi que 96 ou 160 voix de polyphonie. Les versions plus récentes comme *gigastudio* 3 ou 4 proposent une polyphonie illimitée (dépendant tout de même de la limite imposée par l'ordinateur) ainsi que 128 canaux midi. La mise en réseau de plusieurs ordinateurs devient possible et permet la création de musique utilisant un grand nombre d'instruments différents, comme la musique symphonique par exemple. Au début des années 2000, *Halion* de la marque Steinberg, est le premier échantillonneur virtuel grand public apparaissant sur le marché. Proposant 16 canaux midi et une polyphonie maximum de 256 voix, son atout majeur était de pouvoir importer différents types d'échantillons, en provenance notamment des très répandus échantillonneurs Akai (S1000 et 3000, .akai), ce qui lui valu un certains succès. Il ne pouvait cependant pas lire les échantillons destinés à *gigastudio* (.gig). Dans sa dernière version, il peut lire les échantillons provenant de presque toutes les banques de sons existant actuellement et plus particulièrement les échantillons .gig, sans doute les plus répandus, dû au succès de *gigastudio* dans le monde professionnel. Il peut également lire les fichiers de son concurrent direct, *Kontakt* de chez Native Instrument. Ce dernier est aussi un autre échantillonneur virtuel du marché comme le *Machfive* de chez Motu et bien d'autres encore. Tous ces logiciels possèdent des performances plus ou moins bonnes selon les différentes marques. Le but ici n'étant pas d'établir un test précis de chaque échantillonneur virtuel, il faut néanmoins retenir une chose. Ces logiciels se sont développés grâce à la formidable avancé de la technologie des micro-ordinateurs, ainsi qu'à la disponibilité de plus en plus importante, de banques de sons sur DVD. Ces échantillonneurs sont capables de faire ce que n'osaient même pas imaginer les concepteurs des échantillonneurs *hardware* comme les Akai S1000 ou Roland S750. Les *sampler* d'aujourd'hui proposent beaucoup de fonctions diverses et sont en effet capables de beaucoup de choses. Parmi ces fonctions, en voici quelques unes :

- le *time-stretching* en temps réel, c'est-à-dire le fait de modifier la vitesse d'un échantillon sans pour autant changer sa hauteur.
- L'enveloppe graphique à points d'inflexion, sert à modifier l'enveloppe sonore à l'endroit ou on le désire pour modéliser le son que l'on souhaite.
- Le filtrage analogique modélisé (imitation numérique des filtres analogiques comme les filtres de fréquences par exemple).
- L'éditeur de boucle intégré, permet un bouclage intuitif et simplifié, loin des méthodes empiriques dont il fallait user avec le *fairlight*.
- Et bien d'autres spécifications, que l'on peut retrouver dans la documentation officielle de tous ces *sampler*...

De plus, les échantillonneurs virtuels disposent pour les plus performants, d'une section dédiée à la synthèse souvent très puissante, leur permettant d'être efficaces dans tous les domaines de la création musicale. Ce faisant, ces logiciels sont devenus aujourd'hui de vrai « *Chœur de création* », indispensable dans n'importe quel studio d'enregistrement qui travaille en numérique. Avec les versions logicielles des échantillonneurs, c'est la partie lecteur d'échantillons qui va être mise en avant. En effet, il est toujours possible d'échantillonner ses propres sons, mais l'apparition de nombreuses banques de sons enregistrées par des professionnels comme par exemple la banque *Vienna Symphonique Library* ne va pas inciter les musiciens à créer leurs propres banques de sons. Le musicien et le faiseur de sons, sont deux espèces bien différentes. Ainsi, aujourd'hui, quand une banque de sons apparaît sur le marché, elle est souvent accompagnée de son lecteur d'échantillons prioritaire. Ceci permet entre autre une meilleure exploitation des échantillons, ainsi qu'une certaine sécurité face au piratage informatique dont souffrent tous les échantillonneurs virtuels d'aujourd'hui.

f. Les banques de sons

La notion de « Banque de sons » est née avec l'apparition de la musique concrète. En effet, les enregistrements des différentes sources sonores (utilisés par les

compositeurs de musique concrète) pouvaient rester sur des bandes durant un certain temps avant d'être mis à profit dans une création. Mais c'est à l'apparition des premiers *sampler* comme l' Akai S900 que le terme prend un sens pour bon nombre de musiciens. Au départ, les premières banques de sons étaient vendues directement dans la mémoire du *sampler*, ou bien sur des disquettes au format du *sampler* en question. Puis avec l'avènement de la micro-informatique et de la MAO, les banques de sons ont migré vers les supports CD, puis DVD pour pouvoir les installer sur un micro-ordinateur. Il n'y a pas aujourd'hui, à ma connaissance, de banque de sons stockée sur BDR (Blue Ray Disc), ce qui arrivera probablement un jour (si le support réussi à s'imposer), les banques de sons étant de plus en plus vastes et de ce fait, demandeuses de plus d'espace. Les premières banques de sons grands publics furent les banques de sons au format Akai (fichiers .akai), suivi par les banques de sons destinées aux « gigasampler » et « gigastudio » (fichiers .gig). Les banques de sons étaient donc destinées à tel ou tel *sampler*. Mais, à mesure des nouvelles versions, les banques de sons se sont dotées de leur propre lecteur d'échantillons. En effet, le musicien qui achète une banque de sons n'a besoin que d'une partie de son *sampler* d'où le développement progressif des lecteurs d'échantillons prioritaire. Ainsi aujourd'hui, même si de nombreuses banques sont encore compatibles avec certains *samplers* logiciels (*Kontakt*, *Halion...*), la majorité des nouveaux produits sortent avec un lecteur d'échantillons prioritaire et bien souvent compatible uniquement avec celui-ci. Plusieurs causes viennent expliquer cette nouvelle méthode. Premièrement, l'entreprise qui développe sa banque de son à tout intérêt à développer elle-même un lecteur d'échantillons pour que la qualité du produit final soit optimum. Les bugs et incompatibilités sont ainsi évités, et les sonorités des échantillons beaucoup mieux exploitées. Deuxièmement, c'est le piratage informatique qui a fait se développer les lecteurs prioritaires. Si votre banque de sons est compatible avec tous les *sampler* du marché, le pourcentage de chance qu'elle a d'être piratée est immense car les *sampler* virtuels sont eux-mêmes extrêmement piratés. C'est donc dans un souci de sécurité, de rentabilité et de qualité, que les entreprises créatrices de banques de sons ont commencés à développer leurs propres lecteurs d'échantillons.

Les banques de sons d'aujourd'hui proposent une multitude d'échantillons de toutes sortes. Ainsi on trouve des banques de sons d'orchestres, des pianos, mais aussi des chœurs, des voix solistes, des guitares, des basses, des sections de cuivres etc.

Aujourd'hui le *sampling* est présent dans tous les genres musicaux. On peut aujourd'hui jouer virtuellement d'un instrument sans le posséder physiquement. Je vais maintenant passer en revue quelques banques de sons (les plus répandues) que les compositeurs d'aujourd'hui utilisent.

i. East West

East West est une des deux entreprises leader sur le marché des banques de sons échantillonnés. Fondée en 1988 par le producteur Doug Rogers, la société *East West* s'est spécialisée dans la conception de banques de sons en tous genres. A la fin des années 1980, c'est une des toutes premières sociétés à proposer un CD d'échantillons de batterie, *Bob Clearmountain Drums*. Ce CD propose environ 475 échantillons de batterie et de percussions au format AIFF. Ce fut aussi la première société à proposer une banque d'échantillons avec plusieurs dynamiques, c'est-à-dire un échantillon différents par dynamique et non pas le même échantillon que le *sampler* traite pour en modifier cette dernière, ainsi qu'une des toutes premières à proposer des banques de sons destinées à gigastudio (échantillons lus directement depuis le disque dur). Plus récemment, la firme s'est distinguée par la création d'une banque de sons d'orchestre qui est une des premières à atteindre un tel réalisme. La société a racheté en 2006 le studio *Western Studio* (fondé entre autre par un certain Frank Sinatra) situé à Hollywood sur le *Sunset Boulevard* et l'a renommé en *East West Studio*. Saluée par les critiques du monde entier, de nombreux compositeurs d'aujourd'hui à l'image d'Harry Gregson Williams (Bande originale de Narnia⁴⁵) et James Newton Howard (Bande Originale de King Kong⁴⁶), ne cachent pas qu'ils utilisent *East West Symphonic Orchestra* dans leurs nombreuses compositions de musique de film ou de jeux vidéo, que ce soit pour des maquettes, mais aussi pour des œuvres finales. Parmi les banques de sons créées par *East West* ces dernières années, citons entre autre *East West Quantum Leap Pianos*, banque d'échantillons proposant les plus grands pianos de concert échantillonnés comme les *Bosendorfer 290*, *Steinway D* ou encore le *Yamaha C7*, *East West Quantum Leap Silk*, proposant quant à elle plus de 25 Go d'échantillons d'instruments à cordes et à vent provenant de chine et d'autres pays d'orient et *East*

⁴⁵ Film d'Andrew Adamson d'après l'œuvre en sept tomes de Clive Staples Lewis (sorti en 2005).

⁴⁶ Film de Peter Jackson (sorti en 2005).

West Symphonic Choirs, une gigantesque banque de sons de Chœurs avec des voix d'hommes, de femmes et d'enfants, mais aussi avec un éditeur de paroles intégré. En effet, de nombreuses syllabes ont été échantillonnées permettant à l'utilisateur de la banque de sons de créer ses propres phrases. C'est une petite révolution dans le monde de l'échantillonnage de la voix chantée. Toutes ces banques de sons (ainsi que les autres nouvelles banques *East West* non citées ici) fonctionnent au travers d'un lecteur d'échantillons prioritaire nommé *PLAY*. Intéressons nous en détail au fonctionnement de ce lecteur d'échantillons avec la banque de son *East West Symphonic Orchestra*.

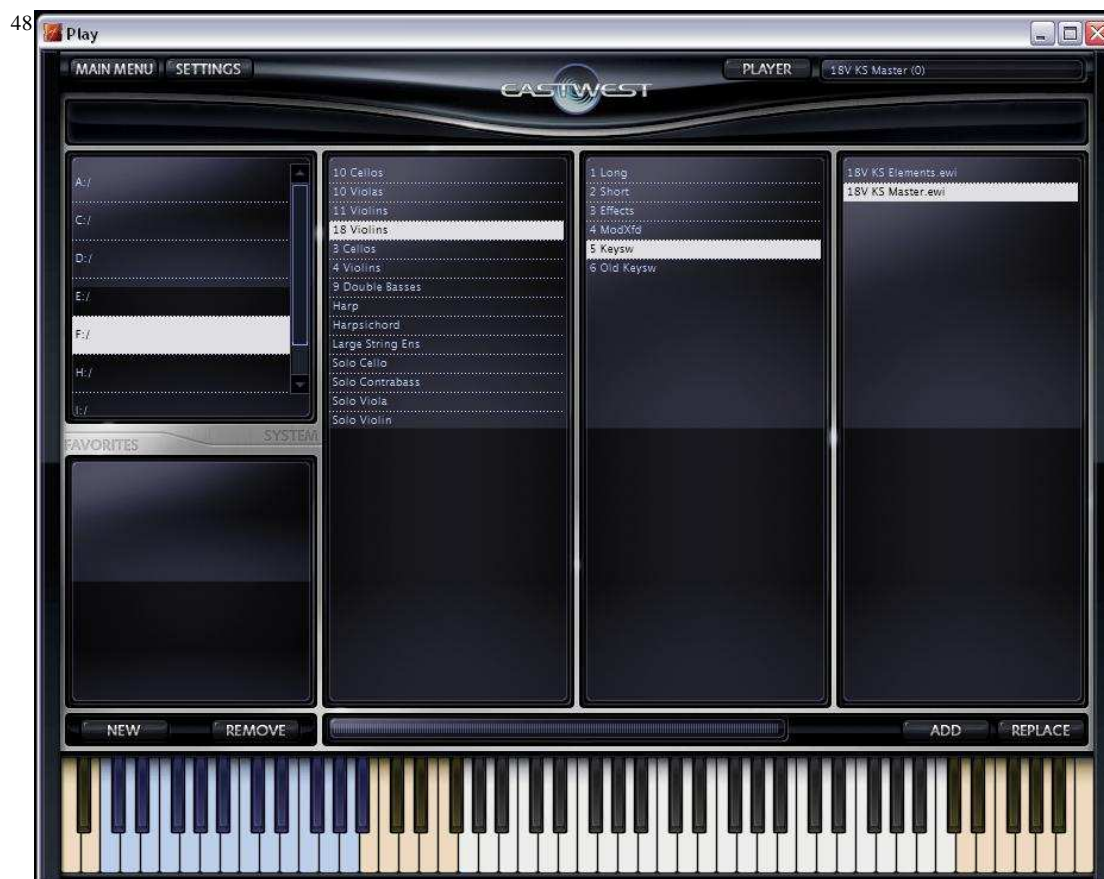
Le programme se présente sous deux formes différentes. La première dite *Standalone* n'est en fait rien d'autre que le lecteur d'échantillons lui-même. Si on branche un clavier MIDI à son ordinateur, il est alors possible de jouer tous les instruments disponibles dans cette banque. La seconde est dite *plugin*, c'est à dire que le logiciel va être lancé à l'intérieur d'un logiciel hôte comme cubase par exemple. L'avantage de la version *plugin* est le fait que l'on va pouvoir intégrer notre lecteur d'échantillon à notre séquenceur, et ainsi pouvoir programmer une partition entière, qui sera par la suite interprétée par notre lecteur d'échantillons. Le lecteur d'échantillons se présente sous cette forme :

47



⁴⁷ Capture d'écran du logiciel East West Symphonic Orchestra, page du *Player*.

On observe tout d'abord, le clavier virtuel. Les touches blanchies sont les touches ou un échantillon est chargé. Sur la gauche, on peut voir l'enveloppe des échantillons. Il est possible de la modifier suivant 5 phases : *Attack*, *Hold*, *Decay*, *Sustain* et *Release*. Au centre, on retrouve la liste de toutes les articulations possibles pour l'instrument que l'on a sélectionné. Ici, c'est un son de flute. Sur la droite, on observe une section microphones. Cette banque de son a été enregistrée à trois distances différentes. Un microphone proche de l'instrument, un autre un peu plus éloigné, et un troisième d'ambiance afin de pouvoir proposer aux utilisateurs, la profondeur et la force qu'ils recherchent suivant leur différentes créations. On note une partie dédiée à la réverbération. Plusieurs types de réverbérations numériques sont proposés ici. Enfin, en haut à droite, le bouton *browser* nous amène sur une autre page, la page de sélection des instruments et des échantillons.



⁴⁸ Capture d'écran du logiciel East West Symphonic Orchestra, page du *Browser*.

Ici, j'ai changé le son de flûte, pour charger des sons de violons. Cette page est en fait un explorateur, qui me montre tous les sons et instruments qui sont à ma disposition. Des touches d'une nouvelle couleur (sur la gauche du clavier) on fait leurs apparitions. Ce sont en fait des touches qui ne correspondent à aucun échantillon. Elles servent à changer l'articulation de l'instrument. Par exemple, le son de violon actuelle est *legato*, et une pression sur le *CI* va me donner un son *marcato*⁴⁹. Cette fonction est très pratique quand on utilise ce lecteur d'échantillons dans un séquenceur, car on peut d'un simple clic de souris, changer l'articulation d'un son sur une même piste, et non plus ouvrir une piste par articulation existante, ce qui permet de pouvoir charger plus de sons différents en même temps. Les échantillons sont stockés sur le disque dur de l'ordinateur. Ils ont été échantillonnés à 48 KHz avec une résolution de 16 ou 24 bits, suivant les versions. La différence majeure avec les anciennes banques de sons, c'est l'apparition du multi échantillonnage. En effet, le problème de la taille n'en est aujourd'hui plus un. Chaque instrument de la banque a donc été numérisé note par note. Plus de *time-stretching*, chaque note provient d'un échantillon réel. Pour certains instruments, il y a même plusieurs échantillons pour une même note. En effet, si on sélectionne une articulation courte comme les *pizz* par exemple, et que l'on écrit une partition où la même note se répète, le lecteur, au lieu de lire à chaque fois le même échantillon, va lire aléatoirement les différents échantillons correspondant à la même note, accentuant de ce fait, le réalisme du jeu. La qualité de l'enregistrement des échantillons ainsi que le nombre d'instruments et d'articulations disponibles, font de cette banque de sons, une des plus réaliste et complète après la banque *Vienna Symphonic Library (VSL)*.

ii. VSL

Que ce soit à l'époque de Mozart ou encore celle de la seconde école de Vienne (Schoenberg, Berg pour ne citer qu'eux), cette ville a toujours été un centre névralgique de la musique instrumentale savante. Le XXI^e siècle et le *sampling* confirme une fois de plus la place prédominante de cette ville dans la musique instrumentale. Cette banque de

⁴⁹ Liste complète des instruments (et articulations) disponibles dans cette banque de sons d'orchestre à l'adresse suivante, <http://www.soundsonline.com>.

sons est tout simplement la plus grosse banque d'orchestre jamais réalisée⁵⁰. Combinant la recherche sur les nouvelles technologies et la connaissance des instruments de l'orchestre, cette banque possède aujourd'hui elle aussi un lecteur d'échantillon prioritaire, même si des versions pour gigastudio et kontakt on existé dans le passé. Le nombre d'articulations et d'instruments est encore plus important que pour la banque de chez *East West*. Paul Haslinger compositeur de la musique du film *Underworld* réalisé par Len Wiseman, a utilisé pour ce film la banque VSL, couplée à de vrais instruments ainsi qu'à des sons électroniques, pour un rendu final plus homogène. Fabrice Chapelle, compositeur de musique à l'image, utilise uniquement VSL pour réaliser les bandes originales des films et séries sur lesquelles il travaille. Ainsi, dans la série *Paradisique*, réalisée par Alexandre Alfonsi et Igor Pejic⁵¹, Fabrice Chapelle n'a utilisé que des échantillons de sons d'orchestres.

iii. Project Sam

La société fondée entre autre par Maarten Spruijt⁵², c'est spécialisée dans la création de banques de sons exclusivement destinées au cinéma et aux jeux vidéo. Cette banque à la particularité de proposer des échantillons de masse orchestrale. A l'instar des deux premières banques qui proposent les pupitres séparés (violons 1, 2, altos et violoncelles) cette banque propose des sons d'ensemble ce qui à pour conséquence de faire gagner du temps à l'édition, mais perdre le réalisme des autres banques, tout en gardant un niveau de qualité largement suffisant pour de la musique à l'image.

iv. Synthogy

Cette marque est la spécialiste de l'échantillonnage des pianos. Elle propose notamment la banque de sons *Ivory Grand Pianos* qui est sans doute la meilleure banque d'échantillons de piano à l'heure actuelle. On y retrouve le *Steinway D Concert Grand*, le *Yamaha C7 Grand* et le *Bösendorfer Imperial 290*. La différence majeure avec les autres banques d'échantillons de pianos est que les concepteurs de cette banque

⁵⁰ Extraits sonores et détaille de la banque sur <http://www.vsl.co.at>.

⁵¹ Extrait disponible à cette adresse : <http://www.paradisique-serie.com>

⁵² Compositeur de musiques de film et jeux vidéo.

de sons s'attachent à tous les détails même infimes. Ainsi, cette banque de sons reproduit même la résonance par sympathie des notes du piano, ce qui rajoute de la chaleur et du réalisme au son. De nombreuses pièces de musique classique enregistrées avec cette banque d'échantillons sont écoutables sur le site internet de la marque⁵³. Jordan Rudess, pianiste du groupe de rock progressif *Liquid tension experiment*, puis par la suite *Dream Theater*, a enregistré son dernier album solo *Notes on a Dream* (2008) avec cette banque de sons.

v. Garritan

Cette société produit des banques d'échantillons en tous genres. Une banque d'échantillons d'orchestre d'harmonie, une banque d'échantillons de *Big Band*, très pratique car dans ce cas, tous les effets disponibles sur les cuivres et les bois sont échantillonnés, augmentant encore et toujours le réalisme des maquettes sonores ou même d'une œuvre finale. Garritan produit aussi une banque d'échantillons d'orchestre symphonique et une banque d'échantillons de piano Steinway...

vi. Edition Beurnmann

Les éditions Beurnmann sont spécialisées dans l'échantillonnage d'instruments anciens à claviers comme le *Bernt Pianoforte* (1848), ou encore le clavecin de Pierluigi Cembalo (1579). Plus qu'une simple soif de technologie, on s'aperçoit ici que le *sampling* peut servir à sauver ou préserver des instruments en voie de disparitions.

vii. Liquid Instrument

Liquid Instrument regroupe les banques de sons de la compagnie Ueberschall, société allemande créée en 1987. Cette société conçoit un certain nombre de banques diverses et variées. Du saxophone à la guitare électrique en passant par les percussions, tout y passe. Ces banques de sons possèdent un lecteur d'échantillons prioritaire, très puissant, permettant entre autre un grand réalisme lors des passages de solo d'un

⁵³ Extraits sonores disponibles à <http://www.synthogy.com>.

instrument. Pour les échantillons de guitare par exemple, chaque note ainsi que le mode de jeu est modifiable en temps réel, pour un réalisme final impressionnant.

3) APPLICATIONS

a. Pourquoi le *sampling* ?

Cette question soulève plusieurs angles de réflexions. En premier lieu parlons de l'aspect technologique. On utilise le *sampling* quand on s'intéresse aux nouvelles technologies musicales. Le fait de pouvoir contrôler soi-même un orchestre symphonique, ou encore une immense chorale simplement en restant devant son ordinateur et son clavier MIDI est, pour un compositeur, un moment assez jouissif. Mais, même sans être un aficionado des nouvelles technologies, le compositeur d'aujourd'hui est quasiment obligé de maîtriser tel ou tel banque de sons. En effet, les délais toujours plus courts de l'industrie du cinéma par exemple, amènent les banques de sons d'orchestres à être de plus en plus utilisées. Un compositeur peut avoir à réaliser une maquette sonore en un très court laps de temps. Avec le *sampling* et les banques de sons, il peut rendre au réalisateur ou producteur, une maquette d'une qualité extrêmement proche de ce que sera la réalité. L'aspect technologique nous conduit donc à l'aspect pratique. En effet, grâce au *sampling*, il est maintenant possible pour des petites productions que ce soit des courts métrages, des jeux vidéo ou encore des pièces de théâtres, d'avoir accès à une certaine qualité et palette sonore. Sans le *sampling*, il est inenvisageable de faire jouer un Orchestre symphonique ou une chorale professionnelle pour un film dont le budget est quasiment inexistant. Avec lui, cela devient possible. Le *sampling* tend donc à représenter un idéal pour le compositeur : Instrumentistes toujours disponibles, toujours justes, toujours en place etc. Cependant voir le *sampling* uniquement sous cet angle, serait omettre d'autres paramètres de cette technologie. Limitation des articulations et des modes de jeu, son similaire pour les différents utilisateurs d'une même banque, manque de réalisme (dans certains cas), sont aussi à prendre en compte lorsque l'on veut parler de cette technologie. Le meilleur moyen de savoir pourquoi on l'utilise, est je pense, de le demander aux personnes concernées. C'est pourquoi, dans la partie qui suit, je vais m'attarder sur les travaux et méthodes d'Olivier Calmel, compositeur Parisien de musique à l'image et de musique de concert.

b. Olivier Calmel, compositeur

i. Entretien

Olivier Calmel est le parfait exemple du compositeur d'aujourd'hui. Se servant avec intelligence des nouvelles technologies disponibles pour la composition musicale, il n'en n'oublie pas néanmoins l'essentiel, l'écriture savante, l'orchestration et la réflexion intellectuelle. En effet, si beaucoup de personnes aujourd'hui peuvent s'autoproclamer (à juste titre ou non) compositeur grâce à l'aide des nouvelles technologies, Olivier Calmel n'est absolument pas de ceux là. Titulaire d'un prix d'écriture et d'un prix d'orchestration, il maîtrise parfaitement son sujet. Mais c'est avant tout le profil de ce compositeur qui est intéressant car il compose de la musique pour l'image (cinéma, reportages...) mais aussi de la musique de concert. Son point de vu sur le *sampling* n'en est que des plus intéressants.

Quand il parle de la musique de film, il est très clair. Il utilise la plupart du temps (après avoir composé sa musique sur partitions...), les banques de sons pour monter une maquette réaliste et ainsi pouvoir présenter au réalisateur une *démo* de bonne qualité. Il utilise les banques de sons *East West Symphonic Orchestra* ainsi que la librairie *VSL* pour les sons d'orchestres, et quelques autres banques pour les sons ethniques. Pour les pianos, c'est la Banque *Ivory* de chez *Synthogy*. « *J'utilise principalement les Cuivres de Chez East West car très réalistes ainsi que les cordes de la VSL, bien supérieures à celles de chez East West* »⁵⁴. Il affirme que 70 % des ses œuvres finales destinées au cinéma ou à la musique pour l'image sont enregistrées par de vrais instrumentistes, alors que seulement 30 % vont être des œuvres à base d'échantillons (Quelques fois, le réalisateur va préférer la maquette au rendu final). Pour lui, les banques d'échantillons sont essentiellement destinées à la création de maquettes. En effet, c'est plus rapide moins coûteux qu'un enregistrement et acoustiquement beaucoup plus réaliste que des sons de synthétiseurs. En effet il n'oublie pas de me rappeler qu'en moyenne, dans une composition musicale se destinant au cinéma, 60 % de la musique à un intérêt musicale certain alors que les 40 % restant ne sont que répétitions et couleurs aux services de l'image, ce qui permet aux banques de sons d'être à la hauteur des attentes de cette musique. Il pointe aussi du doigt les effets créés

⁵⁴Citation d'Olivier Calmel, entretien datant du jeudi 12 Mars 2009.

par les banques de sons d'orchestres. En effet, de plus en plus d'orchestres enregistrant de la musique de film, se retrouvent avec moins de demande. Les musiciens de ces orchestres commencent d'être en danger, et leurs situations ne risquent pas d'aller en s'arrangeant.

A l'inverse, quand il me parle de la musique de concert, il a aussi le mérite d'être très clair. Pour lui, utiliser des banques de sons d'orchestres pour de la musique de concert serait un non sens. Serait, car je ne pense pas qu'il ait été donnée jusqu'à aujourd'hui, une seule représentation de musique de concert, réalisée uniquement à l'aide d'échantillons et de banques de sons d'orchestres. Un genre de concert virtualo-réel, ou l'on est en droit d'imaginer que les pupitres seraient remplacés par des enceintes, et où le chef d'orchestre dirigerait le lecteur d'échantillons, par une gestuelle spécifique que pourrait interpréter ce même lecteur, afin de contrôler en temps réel les nuances, la pulsation ainsi que toutes les données nécessaires à la représentation correcte et vivante, d'une pièce de musique de concert. Mais aujourd'hui il est vrai qu'il est difficile d'imaginer un concert sans instrumentiste. De plus, Olivier Calmel n'oublie pas de préciser une réalité frappante. Les banques de sons d'aujourd'hui sont, bien que d'une qualité exceptionnelles, encore trop limitées. En effet, impossible aujourd'hui avec les banques de sons d'avoir accès au multiphoniques des bois par exemple, ainsi qu'à certains modes de jeu ou articulations bien spécifiques. L'expressivité de la musique de concert d'aujourd'hui ne peut être contenue dans aucune banque de sons.

Pour Olivier Calmel, les banques de sons d'aujourd'hui permettent d'écrire de la musique de cinéma, de jeux vidéo, d'un support où la musique joue le second rôle, mais pas de la musique de concert moderne, qui demande trop de techniques de jeu et savoir faire différents pour être échantillonnée. La taille de la plus grande banque de sons d'aujourd'hui ne représenterait que 10% de la banque de son ultime, disposant de toutes les possibilités musicales imaginables, en considérant que tous les modes de jeux existent, ce qui n'est pas le cas, car l'homme trouvera toujours des façons inédites de jouer de tel ou tel instrument.

ii. Œuvres

Je vais m'appuyer sur deux créations d'Olivier Calmel, pour confirmer et prouver l'exactitude de ce que j'avance dans la partie précédente. *Mon incroyable mort* (coup de poignard) est une pièce de musique symphonique⁵⁵ destinée au court métrage du même nom, réalisé par Quentin Montant. Cette pièce est jouée uniquement par des échantillons et ce n'est pas une maquette, mais bien une version finale. L'utilisation des échantillons peut se justifier de plusieurs manières. Premièrement, le film en question est un court métrage, et vu le nombre d'instruments de la partition, il n'y avait sans doute pas le budget pour enregistrer cette pièce avec un vrai orchestre. Deuxièmement, si on regarde la partition, on observe d'une part que la pièce est fondée sur une pédale de Fa# et d'autre part, que les articulations employées dans celle-ci sont plutôt courante. De plus, très peu d'indication d'expressivité. Toutes ces conditions ont dû amener Olivier Calmel ainsi que le réalisateur à préférer les échantillons au son réel. L'interprétation de cette pièce reste assez simple, et c'est pourquoi l'utilisation du *sampling* est la technique idéale dans ce genre de situation. Il en va tout autrement pour l'œuvre suivante.

Le Thème du *Flashback*⁵⁶ est tiré du film *Le Drôle*, réalisé par Pierre Schoeller. Nous sommes en présence ici d'une musique pour quatuor à cordes avec une écriture très sophistiquée. Les indications de nuances, de modes de jeux, de liaisons et de phrasé son en très grand nombre. De plus certains sons demandés comme l'harmonique en *sotto voce* de la dernière mesure ne peuvent être restitués convenablement par une banque de son. Cette musique est trop expressive, c'est pourquoi Olivier Calmel a fait appel à un vrai quatuor à corde pour enregistrer cette pièce. Avec une banque de son, le résultat aurait été bien différent et beaucoup moins expressif. Dans ce cas précis, l'utilisation du *sampling* ne se justifie absolument pas.

⁵⁵ Voir l'orchestration sur la partition dans la partie annexe page 71.

⁵⁶ Voir la partition dans la partie annexe, page 68.

c. Essais personnels

Etant moi-même un utilisateur de banque de sons d'orchestre, et ayant suivi une formation de musicologie ces quatre dernières années ainsi qu'une formation de musicien et de compositeur (qui se poursuit toujours...) au conservatoire de Dijon, il me semble naturel de proposer ma vision personnelle sur ce sujet.

J'ai créé la pièce *Into The West*, en référence à la banque de son East West que j'ai utilisée pour programmer cette pièce. Ce n'est pas une œuvre à proprement parler, mais plutôt un essai, pour maîtriser ce logiciel. C'est la première pièce que je crée avec une banque de sons. Effectivement, les sons ont une belle définition, et la qualité de l'échantillonnage est plus que satisfaisante. Le son est très typé musique de film (Hollywood) mais c'est fait pour ça, c'est même écrit dessus. Pourtant, en jouant sur l'enveloppe, la réverbération et l'égalisation des échantillons grâce au lecteur d'échantillons *Play*, il est possible de donner une couleur plus personnelle aux sons présents dans cette banque. J'ai programmé en grande partie cette pièce. Seuls les thèmes aux cors et aux violons ont été interprétés (par moi-même) à l'aide d'un clavier MIDI. Le reste de la partition a été programmée via un séquenceur en l'occurrence *cubase*. Les échantillons utilisés pour cette pièce sont les échantillons 16 bits, avec la position micro « Stage ».

Cette pièce commence sur un ostinato (cordes + caisse claire) sur pédale de Ré.⁵⁷ Dans ce cas, la fonction de lecture aléatoire d'échantillons de la banque de sons remplit correctement son rôle. Ainsi pour rappel, cette fonction permet pour une même articulation (ici pizzicato) de ne pas lire le même échantillon consécutivement, ce qui augmente le réalisme du jeu. Un premier thème au cor vient se superposer à l'ostinato après quelques secondes, puis les violons enchainent avec un second thème (mutation du premier). Les trombones rentrent et doublent le thème. Les timbales arrivent pour donner de la lourdeur et de la profondeur à la musique. On commence ensuite une seconde partie et un second thème aux violons, avant d'arriver au centre de la pièce, caractérisé par l'ajout d'une boîte à rythme et de voix chantées. Pour la fin, le thème du début est repris avec quelques variations, mais toujours avec l'ostinato de départ.

⁵⁷ Partition d'*Into the West* dans le fichier PDF annexe portant le même nom.

Même si les sons sonnent encore trop souvent d'une manière non naturelle, ce n'est pas forcément frappant. Une oreille experte reconnaîtra sans trop de problème les échantillons, mais pour des oreilles non entraînées, la question ne se posera même pas, c'est de la musique symphonique jouée par un orchestre. C'est un point très intéressant pour les banques de sons d'orchestres. Cela prouve bien qu'elles sont dans un premier temps destinées à réaliser des maquettes sonores, et dans un second, elles peuvent aussi assurer le rendu final d'une œuvre, comme une musique de film ou de jeux vidéo par exemple.

CONCLUSION

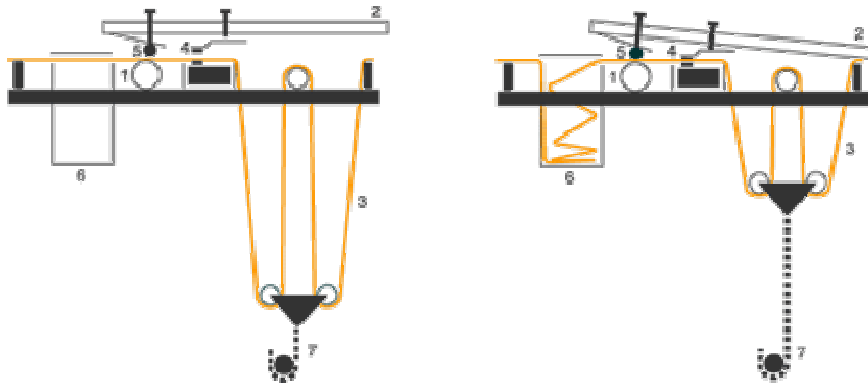
Il est impressionnant de voir à quel point l'homme depuis 1878 avec le phonographe d'Edison a su faire évoluer sa compréhension du son. En un tout petit peu plus d'un siècle, l'homme est passé de « l'âge de pierre », au « Nano Age » Sonore. Sa maîtrise et sa compréhension du son et de ses microstructures, sans être totale, est aujourd'hui assez grande pour permettre la création de banque de sons monumentale et d'une qualité exceptionnelle comme la « VSL » ou encore la « Symphonic Choirs Orchestra » de Chez East West. Certes, les oreilles expertes d'aujourd'hui ne se font pas toujours avoir, ce qui prouve que des améliorations doivent et peuvent être apportées à ces produits pour les rendre encore plus réalistes. Il est sûr que certains instruments s'échantillonnent plus facilement que d'autres et que tel ou tel timbre va sembler impossible à reproduire, mais n'oublions pas que Jean-Claude Risset expliquait il n'y a pas si longtemps, la difficulté de synthétiser les sons de trompettes à cause de leur timbre évoluant suivant l'intensité du son. Et pourtant, via le *sampling*, l'homme a trouvé un moyen de contourner ce problème qui aujourd'hui n'en est plus un. Il suffit d'écouter la qualité des cuivres de certaines banques de sons pour s'en convaincre. Même si le *sampling* peut paraître une manière biaisée pour recréer des timbres existants, c'est en tous les cas la seule technique efficace existante aujourd'hui, proposant de plus, une bien meilleure qualité que toutes les autres méthodes de synthèse du son. Mais cette technologie a ses limites. En effet, il n'est pas imaginable aujourd'hui d'utiliser le *sampling* pour de la musique de concert, se suffisant à elle-même. Il est possible de faire jouer Beethoven à une banque de sons, mais imaginer un concert sans instrumentistes nous paraît improbable et en dessous de ce que proposerait un symphonique et son chef d'orchestre. De plus, les banques de sons actuelles bien que proposant un grand nombre de modes de jeux ne pourront jamais proposer la totalité des modes existants. Ainsi, il est déjà plus difficile, et même impossible (en l'état actuel des choses) de faire jouer correctement du Schoenberg, du Bériot ou même encore du Ligeti à une banque de sons d'orchestres. Ces banques semblent donc être destinées principalement à la « Musique à l'Image », ou la musique occupe le second rôle. Même si les banques d'échantillons sont encore utilisées principalement aujourd'hui pour la création de maquette, il ne serait pas impossible que dans très peu d'années, la majorité

des bandes sons (B.O) de musique à l'image (film, jeux vidéo, théâtre, etc.) soient exclusivement réalisées avec des banques de sons. En effet, déjà beaucoup de compositeur d'Hollywood, à l'image de Hans Zimmer (Un des premiers compositeurs d'Hollywood, utilisateur de banques de sons d'orchestres), ainsi que James newton Howard ou encore Harry Gregson Williams, travaillent la plupart du temps avec ces banques, pour des raisons de temps mais aussi d'intégration. En effet, un compositeur comme Harry Gregson Williams qui fait l'usage dans ses compositions symphoniques de nombreuses boites à rythmes et autres sons de synthèse, a tout intérêt à travailler avec une banque de sons d'orchestre, s'il veut obtenir un son cohérent au lieu de passer des jours et des jours sur le mixage d'un enregistrement symphonique avant de pouvoir intégrer les autres éléments sonores (boites à rythmes, sons ethniques etc.). La difficulté aujourd'hui, pour recréer une ambiance sonore réaliste ne vient plus à proprement parler de la qualité des échantillons (même si des progrès sont encore possibles), mais de la façon dont ces échantillons sont mis bout à bout dans une composition. La difficulté est de produire un jeu réaliste pour chaque instrument. Même si les appareils MIDI (clavier, contrôleur de souffle, adaptateurs pour guitares) sont disponibles aujourd'hui pour faciliter l'interprétation, une connaissance profonde des différentes lutheries et de leurs sons respectifs est indispensable si l'on veut arriver à un résultat satisfaisant et professionnel, au même titre que la maîtrise de l'orchestration et de l'écriture. Le *sampling* est donc incontestablement une évolution positive de la musique, même si l'on est en droit de se demander ce que vont devenir la plupart (car il en faudra toujours un certains nombres) des musiciens d'orchestres, si l'usage des banques de sons vient un jour à s'orienter vers la musique de concert et à surpasser l'utilisation des orchestres humains. Ce jour n'est pas encore arrivé, et les progrès à réaliser sont monumentaux voir impossibles. Si l'on veut substituer l'orchestre à une banque de sons, au-delà de l'aspect technique et technologique, l'humanisme de la musique et de ce qu'elle transporte au plus profond d'elle-même en serait bafoué, et c'est pour cela que ce jour n'arrivera sans doute jamais.

ANNEXE

LE MELLOTRON

Schéma, principe de fonctionnement :

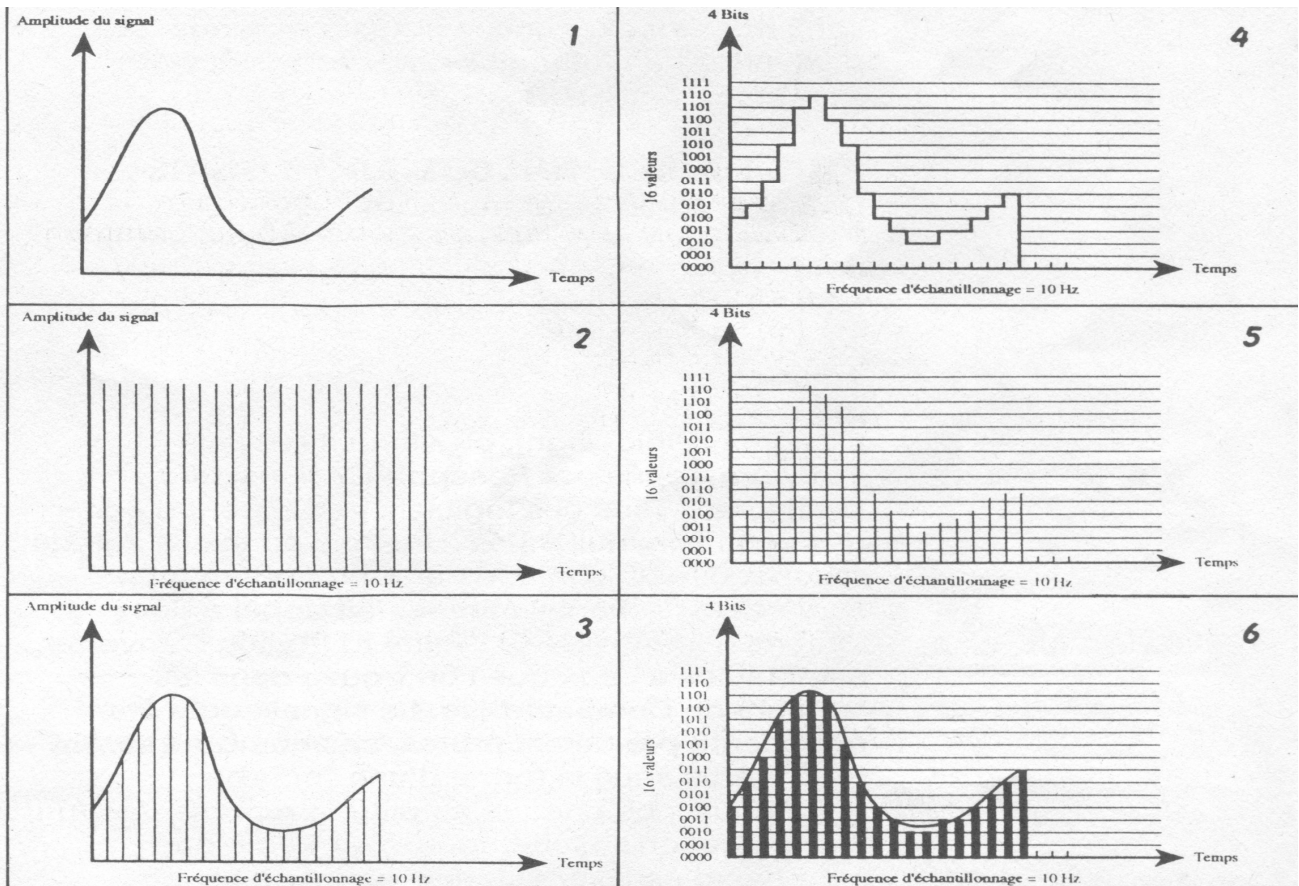


- 1 : cabestan
- 2 : touche
- 3 : bande magnétique
- 4 : patin de feutre
- 5 : galet en caoutchouc
- 6 : compartiment en bois (ou se loge la bande)
- 7 : ressort (pour remettre la bande en position initiale)

Deux Mellotrons *M400* côte à côte.



Numérisation et restauration d'un signal analogique en 6 étapes (Échantillonnage)



1 : signal analogique avant numérisation.

2 : Etablissement de la fréquence d'échantillonnage à 10 Hz, C'est-à-dire que l'on génère un train d'impulsions constantes, tous les 10 Hz.

3 : On module le train d'impulsion par le signal audio analogique.

4 : Le signal est quantifié. Une valeur binaire est attribuée au signal à chaque impulsion d'horloge. Ces valeurs sont ensuite stockées dans la mémoire (non volatile, HDD, ROM, SSD...)

5 : Le signal à reconstruire doit passé par tous les sommets de ces segments.

6 : Afin que le signal de sortie ressemble le plus possible à celui d'origine, on utilise des filtres pour lisser sa forme, sinon on obtiendrait un signal comme à la figure 4, ce qui dénaturerai le son

BIOGRAPHIE, OLIVIER CALMEL

D'une famille de musicien, Olivier Calmel débute le piano très jeune et se consacre dès lors à la composition. Après des études classiques à Paris, il débute son parcours jazz en atelier d'orchestre au Conservatoire du Centre de Paris ainsi qu'à l'IACP en atelier d'orchestre et d'improvisation. Il obtient son prix d'écriture dans la classe de Dominique Rossi, et son prix d'orchestration mention TB dans la classe de Guillaume Connesson. Il étudie l'improvisation avec Bojan Zulfikarpasic, Nico Morelli et Katty Roberts. Les œuvres de Johann Sebastian Bach, Maurice Ravel, Claude Debussy, Camille Saint-Saens, Olivier Messiaen, Bela Bartok, Igor Stravinsky, son père Roger Calmel, Krzysztof Penderecki, Steve Reich, John Adams ou encore Bernard Herrmann et John Williams, parmi d'autres, le marquent profondément.

Pianiste de jazz, il se produit en clubs, festivals et présente ses différents projets : « *Seth* », septet de compositions originales et énergiques qui associe aussi bien du funk à tendance psychédélique que de la musique romantique, et dont le disque éponyme est produit par le label No Chaser Records. Il présente également le « *OC Quartet* » qui joue l'originalité avec un répertoire de compositions et l'utilisation primordiale de l'alto (violon), et avec lequel il remporte un prix de composition au Concours National de Jazz de la Défense, le premier prix du tremplin professionnel du Festival Jazz à Vannes, le premier prix du Festival d'Avon, et enregistre les disques 'Mafate' et 'Empreintes' pour le label Musicaguild / Abeille salués par la critique.

Olivier Calmel se produit notamment dans les lieux suivants : Enghien Jazz Festival, Festival Nuits et jours de Querbes, Festival d'Avon, Festival Jazz à Montmartre, Festival MusicaJazz, Festival Jovivio, Festival des Soirs d'été (Paris), Festival Jazz à Chamblon, Duc des Lombards, Sunside, Studio de l'Ermitage, L'Entrepôt, Cithéa, Triton, Théâtre de la Ville (Montmartre/Abesses), Petit Journal Montparnasse, Musicora, Sentier des Halles, China Club, Canal Opus, Flèche d'or, Baisé salé, Ecoutille, etc.

Depuis quelques années maintenant il compose de la musique pour courts et moyens métrages ainsi que pour certains documentaires. Il travaille, à l'heure ou j'écris ces lignes, sur la musique d'un long métrage.

Interlude pour cordes

Thème du flashback du film 'le drôle'

Olivier Calmel

The musical score is for a string interlude in 3/4 time, marked *Moderato*. It consists of two systems of staves. The first system includes Violin 1 and 2, Viola, and Cello. The second system includes Violin I and II, Viola, and Violoncello. The key signature has one sharp (F#) and the time signature is 3/4. Dynamics range from *p* (piano) to *ppp* (pianissimo) and *mp* (mezzo-piano). Performance instructions include *sul tasto* and accents. The score concludes with a fermata and a double bar line.

System 1:

- Violin 1:** *Moderato*, *p*. *sul tasto* instruction above the staff. Dynamics: *p*, *ppp*.
- Violin 2:** *Moderato*, *p*. Dynamics: *p*, *ppp*.
- Viola:** *Moderato*, *p*. Dynamics: *p*, *ppp*.
- Cello:** *Moderato*, *p*. Dynamics: *p*, *ppp*.

System 2:

- Vln. I:** *mp*, *nat.* (natural). Dynamics: *mp*.
- Vln. II:** *mp*, *nat.* Dynamics: *mp*.
- Vla.:** *mp*, *nat.* Dynamics: *mp*.
- Vc.:** *mp*, *nat.* Dynamics: *mp*.

Interlude pour cordes

17

Vln. I *ff* *div. a2* *subito p* *plus animé*

Vln. II *ff* *div. a2* *subito p* *plus animé*

Vla. *ff* *div. a2* *subito p* *plus animé*

Vc. *ff* *subito p* *plus animé non div. pizz.*

22

Vln. I

Vln. II

Vla. *non div.*

Vc. *arco*

24

Vln. I *f* *ritenuto*

Vln. II *f* *non div.* *ritenuto*

Vla. *f* *ritenuto*

Vc. *f* *divisi a2* *non div. ritenuto*

Interlude pour cordes

3

27 *a tempo*
Vln. I *p*
Vln. II *a tempo* *p*
Vla. *a tempo* *p*
Vc. *a tempo* *p*

32 *rit.* *sul tasto* *diminuendo* *sotto voce*
Vln. I *pp* *non div.*
Vln. II *pp* *diminuendo* *non div.* *sotto voce*
Vla. *pp* *diminuendo* *non div.* *sotto voce*
Vc. *pp* *diminuendo* *sotto voce*

Detailed description: This is a musical score for a string quartet. The first system (measures 27-32) features four staves: Violin I, Violin II, Viola, and Violoncello. The key signature has one flat (B-flat), and the time signature is 3/4. The tempo is marked 'a tempo' and the dynamics are 'p' (piano). The second system (measures 32-36) begins with a 'rit.' (ritardando) and 'sul tasto' instruction. The dynamics change to 'pp' (pianissimo). The first three measures of this system include 'diminuendo' (diminishing) and 'non div.' (non-diviso) markings. The final measure of the system is marked 'sotto voce' (softly). The score uses various musical notations including slurs, ties, and dynamic markings.

Mon incroyable mort

Coup de poignard

Olivier Carmel

Score

The musical score is arranged in a standard orchestral format. The instruments and their parts are as follows:

- Piccolo:** One part, starting with a trill.
- Flute:** Two parts (1 and 2), both playing a melodic line with dynamics *ff* and *mf*.
- Oboe:** Two parts (1 and 2), playing a melodic line with dynamics *f* and *ff*.
- Clarinet in Bb:** Two parts (1 and 2), playing a melodic line with dynamics *f* and *ff*.
- Bass Clarinet:** One part, playing a melodic line with dynamics *f* and *ff*.
- Bassoon:** Two parts (1 and 2), playing a melodic line with dynamics *ff* and *stacc.*
- Contrabassoon:** One part, playing a melodic line with dynamics *ff* and *stacc.*
- Horn in F:** Four parts (1, 2, 3, 4), playing a melodic line with dynamics *ff* and *mf*.
- Trumpet in C:** Three parts (1, 2, 3), playing a melodic line with dynamics *ff* and *mf*.
- Gong:** One part, playing a melodic line with dynamics *f* and *mf*.
- Violin I and II:** Two parts (I and II), playing a melodic line with dynamics *ff* and *stacc.*
- Viola:** One part, playing a melodic line with dynamics *ff* and *stacc.*
- Cello:** One part, playing a melodic line with dynamics *ff* and *mf*.
- Contrabass:** One part, playing a melodic line with dynamics *ff* and *mf*.

The score includes various performance instructions such as *stacc.*, *mf*, *ff*, and *mf*. The tempo is marked *And.* and the time signature is 4/4.

This musical score page, titled "Mon incroyable mort", is the second page of a score. It features a variety of instruments including Piccolo, Flutes (1 and 2), Oboes (1 and 2), Clarinets in B-flat (1 and 2), Bassoons (1 and 2), Contrabassoon, Horns (1-4), Trumpets in C (1-3), Trombones (1-3), Tubas, Gong, Violins (I and II), Viola, Violoncello, and Contrabass. The score is written in 4/4 time with a key signature of one flat. The woodwinds and strings are heavily marked with slurs and accents, indicating a complex, rhythmic texture. The brass section provides a steady accompaniment with various articulations. The strings play a rhythmic pattern, with the cellos and double basses marked *stacc.* and *ff*. The woodwinds, particularly the flutes and oboes, play rapid sixteenth-note passages, often with slurs. The overall style is characteristic of late 19th or early 20th-century orchestral music.

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES:

AWDE NICK, *Mellotron: The Machine and the Musicians that Revolutionised Rock*, sl, Desert Hearts, 2007.

CELESTIN, DELIEGE, *Cinquante ans de modernité Musicale : De Darmstadt à L'Ircam*, Sprimont (Belgique), Mardaga, 2003.

CHION MICHEL, *La Musique Electroacoustique*, Paris, Presse Universitaires de France, 1982.

CHION MICHEL, REIBEL GUY, *les musiques électroacoustiques*, Aix-en-Provence, Edisud, 1976.

FATUS CLAUDE, *Composition musicale et informatique*, Montrouge, Minerve, 1989.

FATUS CLAUDE, *Vocabulaire des nouvelles technologies musicales*, Saint-Julien-du-Sault, Minerve, 1994.

MUSSAT MARIE-CLAIRE, *Trajectoires de la musique au XX siècle*, slnd.

PERRIAULT JACQUES, *Mémoires de l'ombre et du son*, s.l, Flammarion, 1981.

ROADS CURTIS, *L'audionumérique Musique et informatique*, Seconde édition, Paris, Dunod, 2007.

SAMAGATO FRANK, *The Mellotron Book*, s.l, Music Sales Ltd, 2002.

TOURNES LUDOVIC, *Du phonographe au MP3, Une histoire de la musique enregistrée*, Paris, Autrement, 2008.

VAIL MARK, *Vintage Synthesizers*, United States, Miller Freeman Books, 2000.

W.CLARK RONALD, « Edison, l'artisan de l'avenir », sl, Belin, 1986.

PERIODIQUES :

Keyboards Magazine, *Spécial Sampling, Hors série n°5*, Nanterre, Master Press International, 1992

Keyboards Magazine, *Synthé Story (partie1), Hors série n°12*, Nanterre, Master Press International, 1995

Keyboards Magazine, *Synthé Story (partie2), Hors série n°14*, Nanterre, Master Press International, 1996

Keyboards Magazine, *Spéciale Synthèse, Hors série n°16*, Nanterre, Master Press International, 1997

ARTICLES :

RISSET JEAN-CLAUDE, « Timbre et synthèse des sons », *Revue d'analyse musicale*, Paris, 1986.

RISSET JEAN-CLAUDE, « Timbre », *Encyclopédie pour le XX siècle*, Paris, Actes Sud, 2004.

SITES INTERNET :

<http://egrefin.free.fr>, site visité le 5 mars 2009.

<http://oliviercalmel.com>, site visité le 7 Mars 2009.

<http://www.audiofanzine.fr>, site visité les 26, 28, 29 Mars 2009.

<http://www.120years.net>, site visité le 29 Mars 2009.

<http://www.uaudio.com>, visité le 12 Avril 2009.

<http://www.emu.com>, site visité le 17 Avril 2009.

<http://www.steinberg.fr>, site visité le 20 Avril 2009.

<http://www.soudsonline.com>, site visité le 24 Avril 2009.

<http://www.vsl.co.at>, site visité le 24 Avril 2009.

<http://www.soudonsoud.com>, visité les 7, 9 et 24 Avril 2009.

<http://www.syntogy.com>, visité le 26 Avril 2009.

<http://www.projectsam.com>, visité le 27 Avril 2009.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	5
1) PREMIERE PERIODE : L'AVANT GARDE	7
A. LA GENESE	7
I. <i>Le Phonographe</i>	7
1. Edison, le personnage	7
2. Edison et le Phonographe	7
3. Les conséquences de cette invention	9
B. LA REVOLUTION ELECTRIQUE	10
I. <i>Une nouvelle facture d'instruments</i>	11
1. L'oscillateur électrique	11
2. Le Telharmonium	11
3. Le Theremin	12
4. Le Singing Keyboard	13
II. <i>La musique à support</i>	14
1. Musique concrète	14
2. Musique électronique	15
3. Music for tape	16
C. LE MELLOTRON	17
I. <i>Fonctionnement</i>	17
II. <i>L'histoire du mellotron</i>	18
2) SECONDE PERIODE : L'ERE NUMERIQUE	23
A. MAX MATHEWS	23
B. LA SYNTHESE SONORE	25
I. <i>Quelque méthode de synthèse</i>	25
1. Les synthèses par modèles de signaux	25
2. Les synthèses par algorithmes abstraits	26
3. Les synthèses par modèles physiques	27
II. <i>Synthèse sonore par échantillonnage ou Sampling</i>	28
1. l'Echantillonnage	28
2. l'Aliasing ou repliement	30
3. Le suréchantillonnage	31
4. Le Bouclage	32
C. LE FAIRLIGHT	33
I. <i>L'histoire</i>	33
II. <i>Fonctionnement du fairlight CMI IIx (série IIx)</i>	36
D. LA STANDARDISATION DES MATERIAUX	37
I. <i>La norme midi</i>	37
II. <i>La micro – informatique</i>	40
E. LES SAMPLER	40
I. <i>Hardware</i>	41
II. <i>Software</i>	45
F. LES BANQUES DE SONS	47
I. <i>East West</i>	49
II. <i>VSL</i>	52
III. <i>Project Sam</i>	53
IV. <i>Synthogy</i>	53
V. <i>Garritan</i>	54
VI. <i>Edition Beurmann</i>	54
VII. <i>Liquid Instrument</i>	54
3) APPLICATIONS	56
A. POURQUOI LE SAMPLING ?	56
B. OLIVIER CALMEL, COMPOSITEUR	57

<i>I. Entretien</i>	57
<i>II. Œuvres</i>	59
C. ESSAIS PERSONNELS	60
CONCLUSION	62
ANNEXE	64
BIBLIOGRAPHIE	73
TABLE DES MATIERES	77