

LE LOGICIEL MUSIC V, TECHNOLOGIE D'ECRITURE MUSICALE : RAPPELS HISTORIQUES ET ELEMENTS D'ANALYSE

Anne Veitl

Observatoire Tscimuse-Grenoble

anne.veitl@wanadoo.fr

RESUME

Cet article porte sur le logiciel Music V, disponible à partir de 1967. Il analyse dans quelle mesure il ne s'agit pas seulement d'un logiciel de synthèse des sons, mais plus globalement d'une technologie de composition musicale. Plus précisément, tel qu'il a été conçu par Max V. Mathews et utilisé par le pionnier Jean-Claude Risset, ce logiciel peut être considéré comme un système d'écriture. Il réunit en effet les grandes caractéristiques d'un système de notation écrite. A la fin des années 1960, il a permis d'opérer un net élargissement des dimensions sonores et musicales pouvant relever d'une écriture, principalement grâce aux travaux scientifiques et aux compositions de Jean-Claude Risset.

1. INTRODUCTION : LE LOGICIEL MUSIC V DANS L'HISTOIRE DES OUTILS INFORMATIQUES DE COMPOSITION MUSICALE

Music V est la cinquième version, disponible à partir de 1967, d'un langage informatique dont l'élaboration a commencé en 1956, en vue de générer et d'entendre des sons et de la musique avec le seul recours à un ordinateur et des technologies électro-acoustiques, sans interprétation par des instrumentistes humains. Il a été conçu aux USA, sous la responsabilité de Max V. Mathews, dans le site de Murray Hill (Etat du New Jersey) des Bell Telephone Laboratories (dénommés lapidairement Bell Labs), un ensemble de laboratoires de recherche industriels fondé en 1925 dans le secteur des télécommunications alors en formation.

La toute première version de Music permet de produire en mai 1957 une courte mélodie de notes de musique dont il ne fut possible de contrôler que la hauteur et la durée. Mais l'objectif de Max V. Mathews fut très vite de disposer d'un outil technologique permettant d'avoir aussi une maîtrise du timbre des notes. Dès 1959, avec la troisième version de Music, qui marqua un net changement dans la conception du logiciel, un nombre beaucoup plus élevé de variables

devinrent maîtrisables ; l'ordinateur était désormais utilisable comme un moyen pour générer non seulement une grande variété de notes de musique, mais plus généralement de sons. Conçue selon les mêmes grands principes que Music III, la cinquième version du logiciel, langage informatique dit de haut niveau, constitua un aboutissement dans les recherches technologiques commencées une dizaine d'années plus tôt [5].

Parmi les différents types d'outils informatiques élaborés à partir des années 1950 dans le but de composer de la musique, la suite Music est généralement considérée comme représentative des technologies de production de sons, de « synthèse numérique des sons », selon l'expression alors apparue¹. Elle est opposée à l'ensemble des outils d'aide à l'écriture de partitions de notes de musique. Le souci de Max V. Mathews fut effectivement de tenter de transformer l'ordinateur en un instrument de musique [4]. Pour autant, de par sa conception et par les usages que des compositeurs en ont fait, les logiciels de la famille Music, et notamment Music V, constituent des outils qui ne peuvent être réduits à de nouvelles lutheries musicales ou, à tout le moins, à des technologies de synthèse sonore.

La vision dualiste des grands types d'outils d'aide à la composition a été importante et motrice pour les acteurs historiques de ces nouveaux domaines d'activité [14, 17] ; mais, plus de cinquante ans après, il s'agit désormais d'étudier et de comprendre dans quelle mesure un logiciel comme Music V constitue plus globalement une technologie de composition musicale et, plus précisément, une technologie d'écriture musicale.

Les dispositifs technologiques qui permettent d'écrire, au sens fort et strict², de la musique, ceci dans une perspective créative, doivent réunir et combiner plusieurs critères. Le rappel de ces conditions nécessaires est une première étape pour prendre la mesure des changements apportés par le logiciel Music V à la fin des années 1960, notamment tel que l'a utilisé le pionnier Jean-Claude Risset (point 2). Dans un second temps, il s'agira de présenter les nouvelles

¹ Traduction de la formule *digital sound synthesis*.

² C'est-à-dire de noter avec un « système de signes à caractère duratif ayant un support visuel et spatial » [3, p. 301].

possibilités ouvertes par ce logiciel, avec un net élargissement des dimensions pouvant relever d'une écriture musicale (point 3).

2. MUSIC V, UN SYSTEME D'ECRITURE A PART ENTIERE

2.1. Le rôle historique de Jean-Claude Risset

Chercheur scientifique français en mission et compositeur en résidence aux Bell Labs en 1964-1965, puis de 1967 à 1969, Jean-Claude Risset a contribué à la mise au point de la cinquième version du logiciel Music. Son rôle dépassa la simple collaboration avec l'équipe de Max V. Mathews. Par ses travaux scientifiques et par ses compositions musicales, il a été le premier à explorer et à utiliser les potentialités du logiciel Music V [18].

A la suite de son étude, menée en 1964-1965, sur l'analyse et la synthèse numériques de sons de trompette [6, 7, 8, 9], Jean-Claude Risset a réalisé deux œuvres, puis un document. Il a synthétisé l'ensemble des sons utilisés dans *Computer Suite from Little Boy* (1968) et dans *Mutations* (1969), pièces entièrement numériques. Il a ensuite rassemblé la documentation nécessaire à la (re)production de ces principaux sons dans un « catalogue », ainsi que leur enregistrement [10]. Par là, Jean-Claude Risset n'a pas simplement réussi à imiter des sons instrumentaux et à générer des sons inouïs, puis à communiquer les connaissances indispensables à la production de quelques secondes de ces sons ; il a aussi utilisé le logiciel Music V comme un moyen d'écriture tant de mélodies que de développements sonores et musicaux au cours desquels se produisent plusieurs transformations successives.

Autrement dit, Jean-Claude Risset a utilisé Music V pour effectuer par des notations écrites ce qui caractérise l'activité de composition musicale : structurer des événements sonores qui adviennent, durent et cessent, et plus généralement composer des transformations temporelles incessantes. Il n'a pas synthétisé, enregistré, puis assemblé, par un montage, de courts sons ; il a écrit et structuré des passages sonores et musicaux. A la fin des années 1960, la mémoire limitée des ordinateurs ne permettait cependant pas de composer l'ensemble d'une pièce de plusieurs minutes, quand bien même le logiciel Music V, de par sa conception, rendait cela aussi possible. Jean-Claude Risset a dû in fine monter et mixer, manuellement, sur une bande magnétique, les différents développements sonores et musicaux réalisés pour les pièces *Computer Suite* et *Mutations*.

Issues du travail de composition de ces deux pièces, les données rassemblées dans le « catalogue de sons numériques » confectionné en 1969 par Jean-Claude Risset sont de deux sortes. Outre un texte introductif, il s'agit d'un court programme informatique, sous forme de lignes alphanumériques, et d'un diagramme. Comme le montre l'exemple extrait du catalogue (figures 1 et 2, ci-contre), le numéro 550, sont ainsi visibles et lisibles les principales connaissances nécessaires à la production

numérique de ce passage qui consiste en la production de plusieurs notes, de leur transformation en un accord, puis de leur fusion en un timbre. Cette *visibilité* et cette *lisibilité* sont des aspects importants du logiciel Music V en tant que technologie d'écriture, mais ce sont pas les seuls.

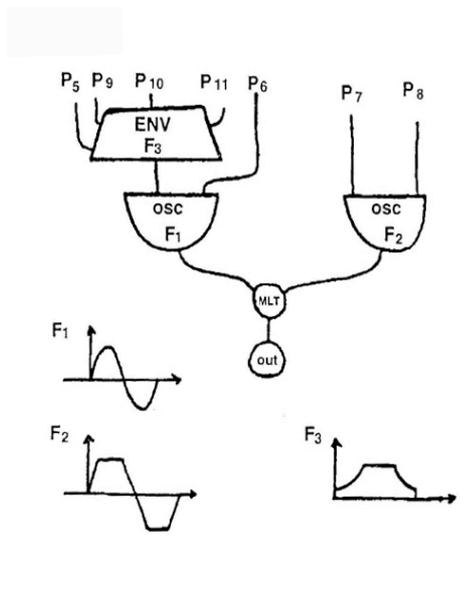


Figure 1
Exemple n° 550 : le diagramme représentant l'assemblage des modules simulés

```
COMMENT:-----JCR550-----;
COMMENT : PROLONGATION OF HARMONY INTO TIMBRE;
INS 0 1; ENV P5 F3 B3 P9 P10 P11 P30;OSC B3 P6 B3 F1 P29;
OSC P7 P8 B4 P28;MLT B3 B4 B3;OUT B3 B1;END;
INS 0 2;OSC P5 P7 B3 F4 P30;OSC B3 P6 B3 F1 P29;OUT B3
B1;END;
COMMENT:TO SET GENERAL CONV;
SV2 0 10 3 6 8 109;
SV2 0 20 2 6 -7;
GEN 0 2 1 1 1;
GEN 0 3 2 0 10 10 10 10 0 -10 -10 -10 -10 -10 0;
GEN 0 6 3 10 .99 .99 10;
GEN 0 7 4 -9;
NOT .5 1 .6 18 424 18 1000 0.1 0 .6;
NOT .6 1 .6 18 727 18 1000 .01 0 .6;
NOT .9 1 3.6 18 424 18 1000 .01 0 .6;
NOT .9 1 .6 18 1542 18 2000 .01 0 .6;
NOT 1 1 3.5 18 727 1000 3.2 0 1 .2;
NOT 1.1 1 .6 18 1136 18 2000 .01 0 .6;
NOT 1.3 1 3.2 18 1542 18 2000 1.9 0 1.2;
NOT 1.4 1 .6 18 1342 18 2000 .01 0 .6;
NOT 1.5 1 3 18 1136 18 2000 1.9 0 1.2;
NOT 1.8 1 2.7 18 1342 18 2000 1.4 0 1.2;
COMMENT:TIMBRE ECHO TO PREVIOUS HARMONY;
NOT 4 2 10 400 273 10; NOT 4 2 7.5 200 455 7.5;
NOT 4 2 4.5 200 576 4.5;NOT 4 2 6.5 150 648 6.5;
NOT 4 2 4 150 864 4;
TER 15;
```

Figure 2
Exemple n° 550 : les données informatiques

2.2. Les cinq grandes spécificités d'un système d'écriture

A partir de la troisième version du logiciel Music, Max V. Mathews a proposé de dénommer « partition » les données informatiques sous forme de lignes de texte alphanumérique, et « instrument de musique » la représentation visuelle qui l'accompagne. A sa suite, Jean-Claude Risset a repris le terme de partition pour parler de « partitions de sons », soulignant ainsi sa manière d'utiliser ce logiciel. Plus généralement, le logiciel Music V peut être considéré et analysé comme un système de notation écrite³, selon cinq grands critères⁴.

La *matérialité* est le premier critère à rappeler. Elle caractérise depuis leurs débuts les différents systèmes d'écriture et conditionne la durabilité des moyens de notation et de ce qui est écrit. Si cette caractéristique est déjà bien connue, il faut relever comment elle reste fondamentale, même avec les technologies numériques à propos desquelles il est trop souvent — et trop vite — question « d'immatérialité ». Les logiciels ne se dissocient pas de dispositifs informatiques qui sont, plus que jamais, matériels, en tant que supports d'inscriptions. Cela constitue une condition nécessaire à leur utilisation potentielle comme technologie d'écriture. Les ordinateurs et les périphériques utilisés par Max V. Mathews et Jean-Claude Risset dans les années 1960 constituent des machines bien matérielles, encore massives et non individuelles⁵. Si ces machines permettent de générer et d'enregistrer sous de nouvelles formes symboliques les sons et la musique, la conservation et l'utilisation des données désormais numériques nécessitent l'existence de dispositifs qui seront toujours nécessairement matériels, aussi miniaturisés soient-ils.

La *visibilité* et la *lisibilité* ont déjà été évoquées. Ces critères concernent la nécessité de pouvoir voir autant que lire une partie des données en jeu, grâce à des signes graphiques, sur un support matériel spatial. Ces signes doivent se référer à des unités élémentaires univoques, ils doivent pouvoir dénoter des unités⁶.

Dans le cas du logiciel Music V, cette visibilité et lisibilité sont particulièrement en jeu dans le diagramme joint aux données informatiques qui nécessitent elles une connaissance du langage informatique. Il permet de représenter schématiquement la manière propre à ce logiciel de générer numériquement des sons. La particularité des logiciels Music, à partir de la troisième version, est de permettre une utilisation des ordinateurs

pour simuler des interconnexions d'oscillateurs virtuels. Le diagramme permet de représenter ces oscillateurs et leurs agencements et, plus généralement, les autres modules utilisés.

La grande originalité de Music V est en effet sa modularité. Les principaux modules disponibles, qui sont autant de petits programmes déjà prêts, sont donc des oscillateurs permettant de générer différents types d'ondes, ainsi que des modules pour multiplier, pour additionner et pour stocker les données obtenues. A chaque type de module correspond une représentation graphique. Chaque module-signe est bien différenciable et articulable aux autres selon des modalités en nombre fini. En connectant de telle ou telle manière ces modules, et en précisant dans le programme informatique les différents paramètres d'entrée et leurs évolutions dans le temps, il est possible de produire a priori tous les sons existants et imaginables.

Dans l'exemple numéro 550 déjà mentionné, une onde de type sinusoïdale (F1), dont l'intensité (ENV) varie crescendo puis decrescendo (F3) est multipliée (MLT) avec une onde de type carré (F2). Le résultat (out) évolue selon les paramètres d'entrées (P6, P7, P8, etc.) qui précisent d'autres caractéristiques des ondes virtuellement produites par la connexion de deux oscillateurs.

La puissance de génération d'ondes sonores les plus variées, grâce à l'agencement et l'activation d'oscillateurs simulés, relève d'une quatrième grande caractéristique d'un système d'écriture : sa *performativité*. Le caractère performatif concerne, d'une manière générale, le potentiel d'action et de création des langages. Il s'agit d'un terme franglais proposé au départ par des linguistes américains pour souligner et étudier combien certaines paroles sont parfois aussi des actes, du seul fait d'avoir été énoncées [1].

Dans le cas des technologies musicales, l'aspect performatif est fondamental, car il détermine leur dimension créative. Alors que de nombreux modes de représentation visuelle des sons et de la musique permettent seulement de noter ce qui est entendu, l'enjeu est ici de pouvoir générer des événements sonores et musicaux à partir de signes écrits. Parmi les logiciels de synthèse sonore mis au point à partir des années 1960, Music V se singularise par la maîtrise précise qu'il donne des processus de production de sons évolutifs et de développements musicaux. Jean-Claude Risset, dans ses compositions autant que dans ses travaux scientifiques, a particulièrement exploré la performativité de ce logiciel.

Le *caractère systématique* a déjà été partiellement abordé à propos de la lisibilité. Il concerne les types de signes graphiques utilisés. L'enjeu est de pouvoir disposer d'un ensemble de signes qui fassent système. Pour cela, il faut à tout le moins qu'ils soient à la fois articulables et différenciables. Les modalités de relation entre les signes, plus que leurs singularités propres, sont ici déterminantes. L'aspect relationnel et différentiel conditionne tout à la fois l'identité de chaque signe utilisé et, surtout, du tout singulier que les différents signes disponibles doivent pouvoir former.

³ Pour précision, sont utilisées dans cet article comme formulations plus ou moins équivalentes : système d'écriture, système de notation écrite, technologie d'écriture.

⁴ Plusieurs définitions de ces critères sont possibles. Celle qui est proposée ici se fonde sur des études de terrain et un travail théorique [16].

⁵ Le premier ordinateur dit dédié a été utilisé, dans le domaine de la musique, par Max V. Mathews et Richard Moore pour GROOVE, dispositif de synthèse hybride (numérique et analogique), en 1968.

⁶ Cela constitue la différence par rapport aux autres systèmes de notation graphique qui ne sont pas des systèmes d'écriture, à strictement parler [3].

Le logiciel Music V, considéré sous l'angle des diagrammes qui représentent les interconnexions d'oscillateurs simulés, a bien un caractère systémique. Il permet de mettre en relation un petit nombre de signes-modules sous la forme d'organisations originales où le tout va déterminer le résultat, en l'occurrence le développement sonore et musical souhaité.

D'une manière générale, le caractère systémique propre à une technologie d'écriture a un lien fort avec la théorisation des pratiques en jeu. Dans le domaine musical, ce fut le cas avec l'écriture conventionnelle sur des portées de notes. Son élaboration, à partir du XI^{ème} siècle, est indissociable de l'évolution de l'état des connaissances théoriques [2]. Dans le cas de Music V, l'exploration de ses potentialités comme système d'écriture est fortement liée aux travaux scientifiques menés notamment par Jean-Claude Risset. Ils ont permis de mieux connaître ce qui détermine l'identité toujours changeante d'un son et, à partir de là, de maîtriser cela par un système d'écriture.

3. UN NET ELARGISSEMENT DES POSSIBILITES D'ECRITURE MUSICALE

La recherche sur les sons cuivrés de la trompette, menée en 1964-1965 par Jean-Claude Risset aux Bell Labs, a marqué le franchissement d'un seuil important dans la science acoustique. Ces travaux ont permis de répondre à une question encore sans réponse scientifique au début des années 1960 : qu'est-ce qui fonde l'identité singulière d'un son ?

Jean-Claude Risset a mis en évidence l'importance, tout à la fois, des évolutions dans le temps des composants internes des sons — les partiels — et de leur perception subjective qui sélectionne une partie seulement de ces composants. En prenant en compte cette double identité objective et subjective d'un son, ainsi que les transformations temporelles en jeu à la micro-échelle des partiels, il disposait désormais des connaissances théoriques pour générer tout type de son grâce à un logiciel, Music V, qui permettait justement d'agir au niveau des composants d'un son et de leurs évolutions. Ondes élémentaires d'un son obtenues analytiquement, les partiels constituent en effet des dimensions sonores que Music V, technologie de simulation d'oscillateurs, permet de produire avec précision, et donc aussi d'écrire, élargissant les possibilités et les modalités de notation écrite de la musique.

3.1. Des partiels du son à la structuration globale d'une pièce

Les nouvelles connaissances théoriques sur les sons apportées par Jean-Claude Risset et les spécificités du logiciel Music V lui ont permis d'intervenir désormais à la micro-échelle des sons et d'avoir ainsi la maîtrise de dimensions supplémentaires, tout en conservant la possibilité de produire des notes de musique

conventionnelles et de procéder à un travail de structuration globale de la pièce musicale composée. Si le logiciel Music V apporte en effet de nouvelles possibilités de notation écrite, il englobe celles qui existaient déjà avec le système d'écriture sur portées.

La composition musicale à l'échelle des composants internes d'un son constitue la transformation la plus importante et conséquente. En produisant par l'écriture, grâce à Music V, ces petites ondes que sont les partiels d'un son, et leurs évolutions temporelles, Jean-Claude Risset a ouvert et commencé à explorer le domaine a priori sans limites du sonore, de ses singularités autant que de ses changements dans le temps. Il a dans un premier temps cherché à imiter et reproduire des sons d'instruments, comme ceux de la trompette, de la flûte traversière ou de percussions. Puis il a réalisé des sons jamais entendus et impossible à générer avec des instruments de musique ou tout autre dispositif de production sonore.

Par exemple, dans la *Computer Suite from Little Boy*, il a pour la première fois synthétisé un long et a priori infini processus sonore qu'il utilisera par la suite dans plusieurs de ses compositions musicales : une « chute », une descente sans fin dans le grave. Pour cela, il a écrit une partition Music V qui lui a permis de maîtriser ce qui rendait possible ce type de séquence sonore : une pondération très précise de l'évolution de l'intensité des quelques partiels à intervalle d'octave des sons qui s'enchaînent sans discontinuité.

D'une manière plus générale, Jean-Claude Risset a trouvé dans Music V le moyen d'écrire trois grands types de phénomènes sonores audibles : la diffraction (une sorte d'arc en ciel sonore), la fission (pour faire entendre des accords) et la fusion des différents partiels d'un son (pour composer des timbres et des textures). Ces trois modes de transformation sont devenus caractéristiques de son style musical, de sa manière de composer des sons en continuel devenir, en jouant à la fois sur leur identité objective et sur les seuils de perception humains.

Une partie de la musique de Jean-Claude Risset, dès ses deux premières pièces entièrement produites par ordinateur, relève aussi d'une écriture plus conventionnelle, sous la forme non plus de processus sonores, mais de notes de musique. C'est le cas, par exemple, de la première moitié de *Mutations*. Cette pièce comporte notamment des passages de musique sérielle qui eux-aussi ont été réalisés avec Music V.

Ce logiciel permet ainsi d'opérer divers types de structuration de la musique, selon le projet du compositeur ; il rend possible une maîtrise précise des différentes échelles de composition des sons et de la musique. En élargissant de la sorte les possibilités d'écriture musicale, il a contribué à un changement majeur dans le domaine de la musique contemporaine : une partie des musiques électroacoustiques jusqu'ici composées seulement de manière aurale, par le faire et l'entendre (selon l'expression de Pierre Schaeffer) [13,12] pouvaient désormais être créées grâce à un système d'écriture. Comme Jean-Claude Risset le rendait audible dans ses deux premières œuvres entièrement

numériques, Music V se révélait être un outil adéquat pour réaliser les architectures de sons en mutation et en mouvement caractéristiques de certains des courants des musiques électroacoustiques.

3.2. Le décadage vers une écriture des causes

L'élargissement des domaines sonores et musicaux relevant d'une écriture, grâce à un logiciel comme Music V, amène à s'intéresser aux grandes singularités de ce système de notation écrite, notamment par comparaison avec d'autres modes d'écriture. Dans le domaine de la composition musicale contemporaine, le choix du type d'écriture est devenu depuis 1945 un problème et un enjeu.

Centré sur les *moyens et manières* de produire et de composer les sons et la musique, un système comme Music V relève de la notation de type tablature qui, historiquement, constitua un des grands modes de notation de la musique [11]. Il se différencie en cela principalement de la notation conventionnelle sur portée, fondée sur une représentation des sons et de la musique elle-même ou, plus exactement, sur une notation de certains des *aspects théoriques des phénomènes perçus*, en l'occurrence la hauteur et la durée.

Le décadage vers une écriture des causes des sons et de la musique [15] constitue une transformation importante. L'élaboration de tablatures numériques grâce à un logiciel comme Music V se fonde sur de nouvelles formes de connaissance et de théorisation des sons et de la musique. Grâce à Jean-Claude Risset, les savoirs en science acoustique et en psycho-acoustique ont apporté une partie de ces nouvelles connaissances théoriques, mais il reste à mieux comprendre celles qui relèvent des sciences du langage.

4. REFERENCES

[1] Austin J. L., *Quand dire, c'est faire*, Paris : Seuil, Collection Points Essais, 1991.

[2] Duchez Marie-Elisabeth, « Des neumes à la portée. Elaboration et organisation rationnelles de la discontinuité musicale et de sa représentation graphique, de la formule mélodique à l'échelle monocordale », *Revue de musique des universités canadiennes*, n° 4, 1983, p. 22-65.

[3] Ducrot Oswald et Schaeffer Jean-Marie, *Nouveau dictionnaire encyclopédique des sciences du langage*, Paris, Seuil, 1995.

[4] Mathews Max V., « The digital computer as a musical instrument », *Science*, Vol. 142, n° 3591, novembre 1, 1963, p. 553-557.

[5] Mathews Max V., avec la collaboration de J.E. Miller, F.R. Moore, J.R. Pierce et J.C. Risset, *The Technology of Computer Music*, MIT Press, 1969.

[6] Risset Jean-Claude, « Spectre des sons de trompette », *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, note présentée par M. Louis de Broglie (séance du 18 avril 1966), Paris, t. 262, série B, 1966, p. 1245-1248.

[7] Risset Jean-Claude, « Analyse des sons de trompette à l'aide d'un calculateur électronique », *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, note présentée par M. Louis de Broglie (séance du 13 juin 1966), Paris, t. 262, série B, 1966, p. 1650-1653.

[8] Risset Jean-Claude, « Synthèse des sons à l'aide de calculateurs électroniques appliquée à l'étude des sons de trompette », *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, note présentée par M. Louis de Broglie (séance du 13 juin 1966), Paris, t. 263, série B, 1966, p. 111-114.

[9] Risset Jean-Claude, *Sur l'analyse, la synthèse et la perception des sons, étudiées à l'aide de calculateurs électroniques*, thèse de doctorat ès-sciences physiques, faculté des sciences d'Orsay, soutenue le 29 mai 1967.

[10] Risset Jean-Claude, *An introductory catalogue of computer synthesized sounds*, Bell Telephone Laboratories, Murray Hill, New Jersey, 1969. (texte et exemples sonores édités en 1995 dans *The Historical CD of digital sound synthesis*, WERGO 2033-2 : p. 109-254 du livret du disque pour le texte, pages 18-45 du disque pour les sons)

[11] Sadie Stanley (Ed.), *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*, second edition, Londres, Mac Millan, 2001 (article « Notation », volume 18, p. 73-189, et article « Tablature », volume 24, p. 905-914).

[12] Schaeffer Pierre, *Traité des Objets Musicaux. Essai Interdisciplines*, Paris : Seuil, 1966.

[13] Veitl Anne, « De nouvelles formes de musiques orales ? Les technologies de la création musicale et le problème de l'écriture », texte pour une communication au colloque *Ecrire, décrire le son*, organisé les 23-24 mai 2003 au Domaine de Kerguéhennec. (en ligne : <http://www.tscimuse.org/biblios/veitl/ecritureoralite.pdf>)

[14] Veitl Anne, « Le compositeur à l'ordinateur (1955-1985). Des moyens de rationalisation aux outils de réécriture », Barbanti, Lynch, Pardo et Solomos (Ed.), *Musiques, arts et technologies : pour une approche critique*, Paris, L'Harmattan, Collection Musique / Philosophie, 2004, p. 185-201. (<http://www.tscimuse.org/biblios/veitl/compositeurordinateur.pdf>)

[15] Veitl Anne, « Musique, causalité et écriture : Mathews, Risset, Cadoz et les recherches en synthèse numérique des sons », dans Bruno Bossis, Anne Veitl et Marc Battier (Ed.), *Musique, Instruments, Machine*, Paris, OMF-Paris IV Sorbonne, 2006, p. 235-251. (<http://www.tscimuse.org/biblios/veitl/ecriturecausalite.pdf>)

[16] Veitl Anne, « Notation écrite et musique contemporaine : quelles grandes caractéristiques des technologies numériques d'écriture musicale ? », dans actes des JIM07 (Journées d'Informatique Musicale), 12-14 avril 2007, organisées à Lyon par l'AFIM, l'Université Lyon 2, le CNSMD et GRAME.
(www.grame.fr/jim07/download/17-Veitl.pdf)

[17] Veitl Anne, « Musique "sérieuse" et informatique : la formation du domaine de "l'informatique musicale" en France. Repères chronologiques : XIX^e siècle -> 1983 », Grenoble, Observatoire Tscimuse, 2008, 24 pages.
(<http://www.tscimuse.org/biblios/veitl/chronologie19siec1983.pdf>)

[18] Veitl Anne, *La chute des notes. Quand Jean-Claude Risset métamorphosait l'acoustique et la musique (1961-1971)*, livre électronique, Internet, www.tscimuse.org, 2008.
(<http://www.tscimuse.org/biblios/veitl/ebookjeanclauderisset.pdf>)