

« Chréode I'': chemin vers une nouvelle musique avec l'ordinateur »

Jean-Baptiste Barrière

"Les recherches qui doivent être la base de cette nouvelle science - la science de l'art - ont deux buts et découlent de deux impératifs:

- 1. du simple désir de savoir, spontanément issu d'un besoin de connaître, sans aucun but pratique, la science "pure" et*
- 2. de la nécessité d'un équilibre des forces créatrices, classées schématiquement en deux composantes - intuition et calcul: la science "appliquée".*

Wassily Kandinsky, "Point - ligne - plan".

Je discuterai dans cet article la problématique de la composition avec l'ordinateur à partir d'un travail réalisé en référence à la voix humaine.

Deux questions préalables méritent d'être adressées: d'abord pourquoi composer avec et pour ordinateur, ensuite pourquoi le faire en référence à la voix.

Ces deux questions sont justifiables de réponses étroitement liées: il me semble en effet que ce qui est nouveau avec l'ordinateur du point de vue musical, grâce à la synthèse des sons en général et à la méthodologie de la synthèse par règles en particulier, c'est la possibilité pour la première fois de manière réellement complète et radicale d'étendre l'activité compositionnelle au matériau sonore. Et par conséquent de penser - en continuité - le matériau et l'organisation.

Ce qui par rapport à ce point de départ justifie le recours au matériau vocal est dès lors la nécessité, afin de rendre une telle démarche constructive, de récréer un processus mimétique. Cette mimésis nous est offerte par la méthodologie scientifique de la simulation. La simulation n'est pas l'imitation simple d'un modèle, elle est bien plutôt la formalisation d'un savoir, implicite ou explicite, sur ce modèle. Cette formalisation n'est pas vide de sens: le savoir en même temps qu'il est "réalisé" devient disponible aux manipulations et aux traitements du compositeur. Le savoir musical, à travers ce processus de modélisation qui force à rendre explicite tout ce qui demeurerait implicite ou partiellement formalisé, bascule dans l'univers du "contrôle explicite des processus", entre dans l'espace du calcul (cf: J.C. Risset). La musique, grâce à l'ordinateur, gagne un niveau supplémentaire d'abstraction, en étendant l'"artifice d'écriture" (cf: H. Dufourt) à des secteurs de l'activité musicale qui jusqu'ici lui étaient inaccessibles. En effet le contrôle explicite des processus musicaux et leur restitution dans l'ordinateur réalise une abstraction et une formalisation similaires à celle produite dans le passage à l'écriture par la notation. Nous savons que cette abstraction donne naissance à des idées et à des concepts nouveaux et par là même à des pratiques inimaginables sans le passage par cette autre dimension qu'est l'écriture. Il est tout à fait certain aujourd'hui que l'ordinateur réalise une étape importante dans ce processus en nous permettant de circonscrire et de contrôler des phénomènes musicaux inaccessibles autrement, qu'ils soient purement physiques comme dans la synthèse, ou qu'ils soient organisationnels et structurels comme dans la composition. Dans le même temps, il est indiscutable que la musique représente pour l'informatique et plus particulièrement pour l'Intelligence

Artificielle (cf: C. Roads), un objet d'étude extrêmement riche et complexe, ne serait-ce que comme prototype d'une science de l'organisation, et plus particulièrement des processus d'organisations artificielles. D'où aussi peut naître un intérêt spéculatif et métaphorique pour la confrontation des processus d'organisations musicales et des processus d'organisations biologiques et génétiques.

Le choix du matériau vocal, dès lors s'impose par une volonté parallèle d'aller vers encore plus d'abstraction en jouant sur une perception paradoxale, qui hésite entre un son de synthèse "décorporéifié", et une présence abstraite, insaisissable, toujours supposée, sans cesse recherchée, mais à jamais inexistante. Il y a "de la voix", mais il n'y pas de chanteur. Il n'y a qu'un matériau, terriblement abstrait, mais qui préserve un lien charnel inévitable avec chaque auditeur.

La référence au matériau vocal a donc bien valeur mimétique: à la fois, elle fournit des schèmes d'organisation du matériau qu'on pourra dériver, transformer, anamorphoser, en d'autres termes elle nous offre la possibilité d'une grammaire; et elle est porteuse de sens, elle nous parle, plus intimement que quelque autre référence, et nous permet un véritable apprentissage de l'imagination et de la perception.

A partir de ce point de départ extrêmement riche, on peut distinguer schématiquement trois types possibles de discours musicaux:

- la complémentarité d'avec l'univers instrumental et vocal: c'est à dire le jeu sur tous les paramètres musicaux au-delà des limites de l'univers traditionnel,
- l'hybridation des modèles: c'est à dire tout un espace musical entièrement neuf que constitue le mélange de plusieurs références instrumentales, et/ou leur interpolation et transformations progressives,
- et l'investigation de la spécificité du matériau: c'est à dire une approche peut-être plus radicale qui assume la spécificité du matériau et ses modes de description/représentations, et produit des schémas d'organisations qui leur sont propres.

Ces trois démarches ne sont pas exclusives entre elles, mais posent des problèmes techniques et compositionnels assez différents.

Dans mon travail je me suis essentiellement attaché au troisième aspect, en esquissant une investigation systématique du matériau et de l'organisation. "Chréode" part de ce point de départ, peut être excessivement constructiviste ou programmatique.

Ce travail a été stimulé et rendu possible par ces outils exceptionnels que sont les programmes CHANT et FORMES réalisés à l'IRCAM. Pour clarifier ma démarche je rappellerai certaines notions indispensables autour de ces programmes puis je décrirai leur utilisation dans "Chréode I".

CHANT est un programme de synthèse élaboré et réalisé à l'IRCAM par X. Rodet, Y. Potard et G. Bennett. Deux caractéristiques fondamentales de CHANT méritent d'être mises en valeur: c'est un programme de synthèse par règles, et il part du modèle de production de la voix.

Il y a eu dès le début de l'élaboration de CHANT, une volonté d'une part de permettre une accumulation de complexité, et d'autre part de fournir au compositeur des contrôles simples sur cette complexité.

Le modèle de la synthèse par règles favorise et procède par une accumulation de connaissances, les modèles physiques de production sonore donnent une orientation réaliste à la formalisation de ces connaissances, enfin la voix fournit généralité et diversité de par la fantastique variété de ses productions, de la parole au chant, en passant par l'étendue quasi infinie des intonations et des expressions.

Ceci est en parfaite harmonie avec une idée de la simulation comme processus cognitif dont la fonction peut-être de fournir des modèles et des paradigmes pour la musique.

Ces caractéristiques ont contribué à faire de CHANT un outil musical extrêmement puissant. Depuis sa réalisation à la fin de 1979, CHANT a été utilisé de manière intensive dans une grande variété de

situations musicales. Nous avons développés une importante bibliothèque d'"instruments" c'est à dire de matériaux, autour de la voix, mais aussi s'en départant: percussions, vents, cordes, toutes les familles instrumentales, puis enfin des instruments s'éloignant de références instrumentales, notamment pour la synthèse additive et les sons inharmoniques.

Le succès de la méthodologie de la synthèse par règles nous a poussés à généraliser cette idée d'accumulation de descriptions en termes de règles, i.e. d'algorithmes qui sont de véritables modèles des productions sonores, et à développer de nouveaux moyens dédiés au contrôle des structures, sans la considération particulière d'un synthétiseur particulier, ou même sans la considération de la synthèse en général.

La sortie du programme pouvant être aussi bien toute forme de partitions symbolique par exemple. Cette démarche a conduit au programme FORMES réalisé par X. Rodet, Y. Potard, et P. Cointe, qui est essentiellement consacré à l'élaboration et à la manipulation de structures dans le temps. Les règles de CHANT, qui sont en fait des algorithmes plus ou moins complexes suivant les cas, peuvent devenir dans FORMES des objets/processus avec de grandes qualités de modularité, de généralité, et d'adaptation au contexte dans lesquels on les place.

"Chréode I" a été réalisée uniquement à l'aide de ces deux programmes: CHANT pour tout ce qui est la synthèse, et FORMES pour la composition et pour la génération des partitions pour CHANT.

Le terme chréode est emprunté à la génétique et à la morphogénèse (cf: C.H. Waddington et R. Thom). Ce néologisme vient du grec "cré" - il faut -, et "odos" - un chemin -, et évoque pour toute morphologie, à fortiori nouvelle, la nécessité d'un chemin, un parcours obligé.

"Une autre manière de décrire les systèmes (en développement), est de dire que le chemin du changement est canalisé: pour le parcours en soi on peut utiliser le terme de chréode (...) En outre, dans les systèmes biologiques progressifs, comme les embryons en cours de développement ou les plantes, normalement, on a à faire à des systèmes non descriptibles en termes d'un seul chréode, ou d'un ensemble de chréodes parallèles "grosso modo"... Au cours du développement d'un œuf, ses deux parties suivront des voies différentes et à la fin elles formeront des parties différentes de l'animal accompli; certaines deviendront des nerfs, d'autres des muscles, et ainsi de suite. On peut en donner une image intuitive en termes de "paysage épigénétique" dans lequel au moment où commence le processus, il n'existe qu'une seule vallée, mais ensuite elle se sépare en deux ou plusieurs vallées; à leur tour, ces bifurcations se divisent en continu jusqu'à former un nombre de vallées séparées correspondantes aux parties séparées de l'animal adulte (C.H. Waddington)".

Le terme chréode sert de manière générale pour moi de métaphore à cette situation à laquelle nous sommes aujourd'hui confrontés devant les nouvelles morphologies musicales que rend possible l'ordinateur, au croisement de l'organisation et du matériau. Il nous faut développer de nouvelles stratégies, de nouveaux outils conceptuels et matériels, théoriques et pratiques, mieux adaptés et pensés en rapport avec cette nouvelle situation. Au niveau plus restreint de la pièce, la métaphore fonctionne comme principe compositionnel pour décrire les différentes instanciations d'un même matériau de base, d'une même cellule de base qui va connaître différents devenir, différentes réalisations.

"Chréode I" est pour moi une "fenêtre" ou une série de "fenêtres", sur une œuvre de plus grande échelle. Son état actuel est par conséquent un puzzle incomplet dont la forme est plus un résultat qu'un point de départ, bien qu'elle ait été ensuite retravaillée pour offrir un tout, un point de vue

cohérent. La raison de cet état de chose tient autant à la difficulté de l'avancement de nos recherches, à la lenteur de la mise en œuvre, qu'à une question de temps et de disponibilité qui lui est corolaire.

Au départ je m'étais donné une liste très stricte de "tâches" définissants de manière primitive un réseau de contraintes.

Au niveau le plus général, ma préoccupation était de commencer à traiter à l'aide des ressources informatiques la problématique d'une grammaire de processus et de formes, en tentant de répondre aux questions élémentaires:

- qu'est-ce qu'un processus?
- quand/comment peut-on reconnaître qu'un processus commence et finit d'être perçu comme tel?

Mon objectif était d'élaborer un système de composition, un modèle génératif unique définissant plusieurs niveaux hiérarchiques de contraintes. En utilisant ce système je pouvais interagir de manière intuitive avec les structures que je définissais, et produire ainsi des énoncés complexes qui sont reliés entre eux à travers une grammaire commune. Je pouvais ainsi explorer de manière systématique les ramifications de différentes structures syntactiques et ainsi expérimenter avec des hypothèses compositionnelles que je pouvais rendre explicite, puis tester, valider pas à pas, à travers une famille de "propositions"/réalisations.

Bien que j'ai utilisé certaines procédures combinatoires ou même des variations aléatoires contrôlées, celles-ci n'ont servies qu'à élaborer les plans secondaires, le fond; la forme quand à elle est toujours étroitement déterminée et déterministe.

Dans cette version de la pièce, le type de processus que j'ai étudié concerne des phénomènes d'échanges, de passages, ou encore de trajectoires définissants des lignes entre des points. Les points représentent des valeurs pour des paramètres musicaux, par exemple des échelles discrètes. Les lignes représentent les modes de transitions entre ces valeurs, par exemple des directions ou des courbes continues. Les points et les lignes créent des plans, des morphologies ou des structures, c'est à dire des systèmes de transformations.

Dans la première partie de la pièce les points sont définis, et les lignes sont variables. Dans la seconde partie ces termes sont inversés. Ces trajectoires sont pour moi des stratégies d'exploration du territoire, destinées littéralement à envahir l'espace sonore dans toutes les dimensions. Les schèmes organisationnels de la pièce ont à voir avec des antagonismes tels que continuité/discontinuité, parallélisme/concurrence, compression/expansion, fusion/fission.

Mais le tout premier schème concerne l'invasion de l'espace des hauteurs, à travers un pattern, une forme qui est répétée inlassablement tout au long de la pièce à travers de nombreuses figurations et métamorphoses.

Cette forme renferme une série d'accords à partir desquels tout le matériel harmonique et mélodique de la pièce est dérivé.

Afin d'éviter certaines tendances constatées empiriquement à l'écoute de la musique informatique en général certains principes pratiques avaient été définis:

- provoquer une accumulation de complexité: chaque répétition correspond à un enrichissement,
- garder toujours d'importantes variations dynamiques, excepté pour donner un effet particulier
- ne jamais négliger une dimension: toujours lui trouver une loi/règle de variation.

J'ai choisi de me concentrer essentiellement sur un seul type donné de matériau sonore sur lequel j'allais opérer certaines transformations, "de l'intérieur", non pas en interpolant d'un "instrument" à l'autre mais en variant la structure interne du matériau en contrôlant des règles spécifiques sur un petit nombre de paramètres spécialement choisis. Ces paramètres sont pour la plupart des contrôles décrivant l'évolution temporelle de l'enveloppe spectrale, i.e. la répartition de l'énergie dans le spectre des fréquences. L'enveloppe spectrale est décrite par ses formants, i.e. par les sommets de résonance dans le spectre. Tout le travail sur le timbre dans cette pièce est réalisé par le contrôle et les modifications de cette entité structurelle qui est perceptuellement fondamentale, dans la mesure où l'oreille sait détecter ses moindres variations/transmutations.

Les paramètres de contrôles déterminent:

- la compression et l'expansion des formants: un coefficient multiplicateur des fréquences centrales des formants, qui fournit un contrôle très puissant sur l'enveloppe spectrale, autorisant une grande variété de timbres avec un seul contrôle, et notamment un travail sur la fusion et la fission,
- l'"octavation": la différenciation des harmoniques pairs et impairs par atténuation une période sur deux de l'amplitude des formants, qui permet un jeu sur la rugosité,
- les variations aléatoires des fréquences centrales et des largeurs de bande des formants, qui permettent un jeu sur l'éclatement et la focalisation de l'enveloppe spectrale,
- le bruit à l'intérieur de chaque région formantique, qui permet un travail sur le souffle ainsi que sur les modes d'attaques,
- des corrélations entre les variations d'amplitude, la richesse spectrale, et les diverses variations aléatoires des formants,
- des enveloppes temporelles différentes mais aussi souvent corrélées, sur la plupart des paramètres précédents,
- des modulation de basse fréquence sur tous ces paramètres, i.e. des variations périodiques très lentes (environ toutes les 5 secondes).

En dehors de ce matériau centré sur la voix, j'ai utilisé pour des effets particuliers de rupture au milieu et à la fin de la pièce une série de nouveaux "instruments" que j'ai spécialement élaboré à cet effet. Leur fonction est de briser très temporairement l'extrême homogénéité de l'ensemble du matériau.

J'ai utilisé de manière intensive des bibliothèques de valeurs pour les paramètres tels que fréquence, amplitude, durée, phonèmes (qui sont utilisés essentiellement pour décrire des enveloppes spectrales), et compression/expansion des enveloppes spectrales.

Ces bibliothèques de valeurs sont en fait de simples listes de valeurs pour ces paramètres. Ces listes sont "orientées", c'est à dire qu'elles contiennent des valeurs spécialement choisies pour chaque paramètre et pour chaque situation. A ces premières listes de références (listes "passives"), correspondent des listes d'actions (listes "actives") qui contiennent des indices qui serviront à "lire" les valeurs.

Les valeurs des listes de références sont accédées de manière dynamique par les indices ou "pointeurs" des listes d'actions, ou encore sont définis dans un objet (algorithme) FORMES alors chargé de la "lecture" de ces listes.

Les "pointeurs" lisent, parcourent la liste, et les valeurs qui en sont ainsi extraites sont appliquées directement ou encore modifient d'autres valeurs, avant d'être envoyées au synthétiseur CHANT (Figure 1a).

liste de reference (liste passive)	liste de reference (liste passive)	liste d'actions (liste active)						
< frequences >	< frequences >	< nombre d'elements >	< durees >	< frequences >				
51	659	4	1 2	1 1	4	1	2	58 60
48	698	4	1 2	1 2	4	1	2	59 61
55	623	4	1 2	1 3	4	1	2	60 62
36	1661	4	1 2	2 4	4	1	2	61 63
34	1368	4	1 2	3 5	4	1	2	62 64
46	1760	4	1 2	4 6	4	1	2	63 65
38	1174	4	1 2	5 7	4	1	2	64 66
58	1108	4	1 2	6 8	4	1	2	65 67
61	1480	4	1 2	7 9	4	1	2	66 68
41	1244	4	1 2	8 10	4	1	2	67 69
43	1864	4	1 2	9 11	4	1	2	68 70
32	1975	4	1 2	10 12	4	1	2	69 71
103	1318	4	1 2	11 13	4	1	2	70 72
97	1396	4	1 2	12 14	200	1	2	71 72
110	1046	4	1 2	13 15				72 72
73	1046	4	1 2	14 16				
69	3322	4	1 2	15 17				
92	3136	4	1 2	16 18				
77	2349	4	1 2	17 19				
116	2217	4	1 2	18 20				
123	2960	4	1 2	19 21				
82	2489	4	1 2	20 22				
87	3729	4	1 2	21 23				
65	3951	4	1 2	22 24				
207	2637	4	1 2	23 25				
196	2793	4	1 2	24 26				
220	2093	4	1 2	25 27				
146		4	1 2	26 28				
138		4	1 2	27 29				
185		4	1 2	28 30				
155		4	1 2	29 31				
233		4	1 2	30 32				
246		4	1 2	31 33				
184		4	1 2	32 34				
174		4	1 2	33 35				
130		4	1 2	34 36				
415		4	1 2	35 37				
362		4	1 2	36 38				
440		4	1 2	37 39				
293		4	1 2	38 40				
277		4	1 2	39 41				
369		4	1 2	40 42				
311		4	1 2	41 43				
466		4	1 2	42 44				
493		4	1 2	43 45				
329		4	1 2	44 46				
349		4	1 2	45 47				
261		4	1 2	46 48				
830		4	1 2	47 49				
763		4	1 2	48 50				
880		4	1 2	49 51				
587		4	1 2	50 52				
554		4	1 2	51 53				
739		4	1 2	52 54				
622		4	1 2	53 55				
932		4	1 2	54 56				
987		4	1 2	55 57				
		4	1 2	56 58				
		4	1 2	57 59				

FIGURE 1A Illustration of the first process: in the active list a certain number of elements are specified as well as the upper and lower limits within which the probabilistic values in the reference list should be effected.

L'ouverture de la pièce, utilise un tel processus (Figure 1b). L'idée est celle d'une trajectoire, définie par un objet FORMES, qui sur un tempo très rapide part d'un accord simple répétée dont l'ambitus s'ouvre peu à peu, avant finalement de rejoindre et de se fixer sur un autre accord.

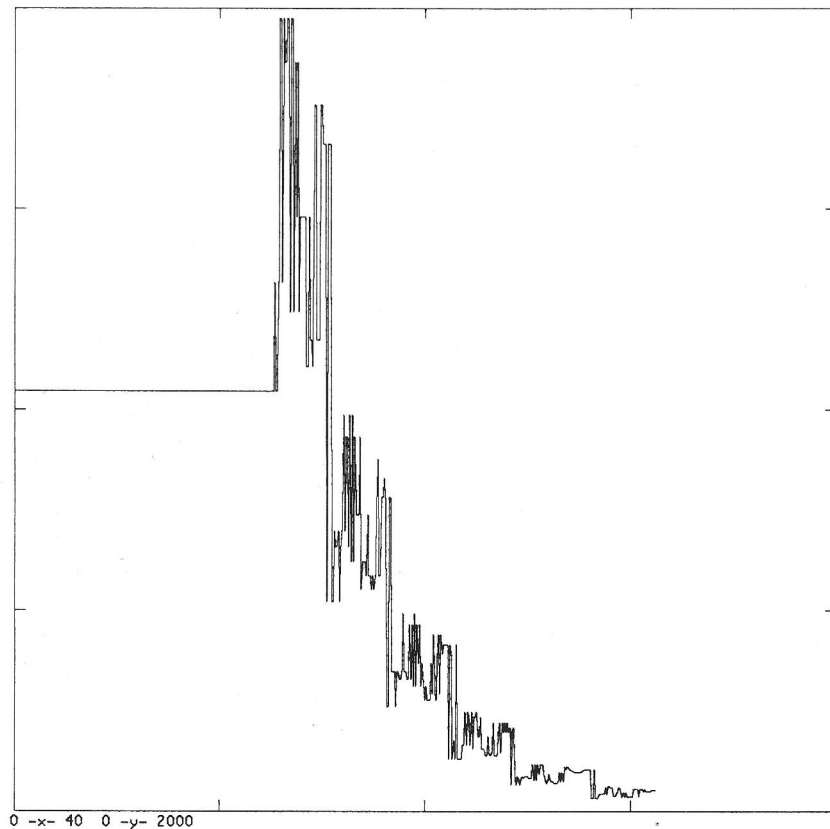


FIGURE 1B Frequency curve resulting from the first process for a voice.
Exploration of the whole range.

Cette trajectoire est répétée simultanément sur plusieurs lignes avec des listes ou ensembles différents de valeurs, ceci autorisant à la fois un contrôle mélodique et harmonique. La forme de cette trajectoire, comme presque tout le temps dans la suite de la pièce, suit une sinusoïde multipliée par une exponentielle décroissante.

La raison du choix de cette forme tient à son universalité dans le même temps qu'à sa simplicité. Elle me sert à rendre perceptible, à "porter" des évolutions plus complexes à d'autres niveaux hiérarchiques.

D'une manière générale, j'ai essayé de faire alterner complexité et simplicité à des niveaux hiérarchiques différenciés afin de toujours rendre compréhensibles et perceptibles les processus importants que je voulais mettre en avant et rendre sujets de la composition.

Durant ce processus la compression/expansion des fréquences des formants est définie par une simple fonction du temps, évoluant d'une valeur très faible, aux alentours de .1 de la valeur normale, jusqu'à une valeur de 1., qui correspond aux valeurs nominales données par l'enveloppe spectrale des phonèmes. Les phonèmes eux-mêmes reviennent de manière récurrente, dans une séquence bouclée sur elle-même. Le résultat est un processus de développement de la structure qui extrêmement compressée dans le grave au départ se déploie peu à peu pour se révéler et puis s'affirmer à la fin. Ce même processus est répété plusieurs fois avec des cibles, des focalisations différentes aussi bien au niveaux harmoniques et mélodiques, qu'au niveau de la compression/expansion de l'enveloppe spectrale.

Un second processus est utilisé pour réaliser un ostinato accelerando.

Un objet FORMES est défini pour réaliser une figure, une forme, qui va contrôler la plupart des paramètres importants.

Cette figure est encore une sinusoïde amortie inversée. Cette sinusoïde varie autour d'un axe qui représente un offset (une valeur moyenne) pour un paramètre donné.

Les variations autour de cet axe définissent les variations du paramètre.

La phase de la courbe et sa période sont aussi spécifiées.

La courbe résultante est alors échantillonnée: à des intervalles de temps précis la courbe est lue pour fournir une valeur pour un paramètre.

La vitesse de lecture de la courbe, i.e. finalement le quantum ou encore les intervalles auxquels les valeurs sont extraites, est déterminée récursivement par la même courbe, qui se "lit" donc elle-même.

A un niveau hiérarchique supérieur un autre objet FORMES est chargé de basculer d'une courbe à une autre à chaque quantum de temps.

Chaque courbe différente à une phase et un nombre de périodes légèrement différent ou bien radicalement opposée. Ceci permet d'obtenir un jeu très subtil et complexe de déphasage et de délais, successivement pour une même voie, et simultanément entre toutes les voies.

L'objet/algorithmme produit une séquence alternée d'échantillons de valeurs, qui peuvent être utilisés pour construire des structures métriques en perpétuelle évolution, ou bien des variations très subtiles de fréquence, d'intonation et d'amplitude (Figures 2a, 2b, 2c).

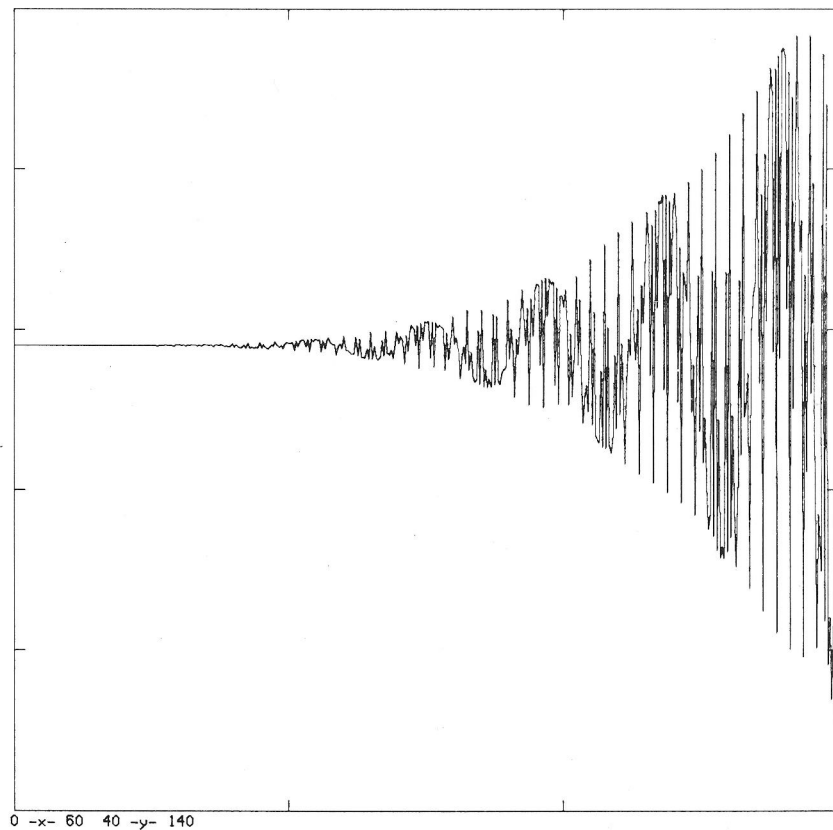


FIGURE 2A Frequency curve resulting from the second process. A jump backwards and forwards between damped and inverted sine waves with different phases produces an interplay of phase displacements and complex variations of pitch and intonation which leads to an enlargement of the ambitus.

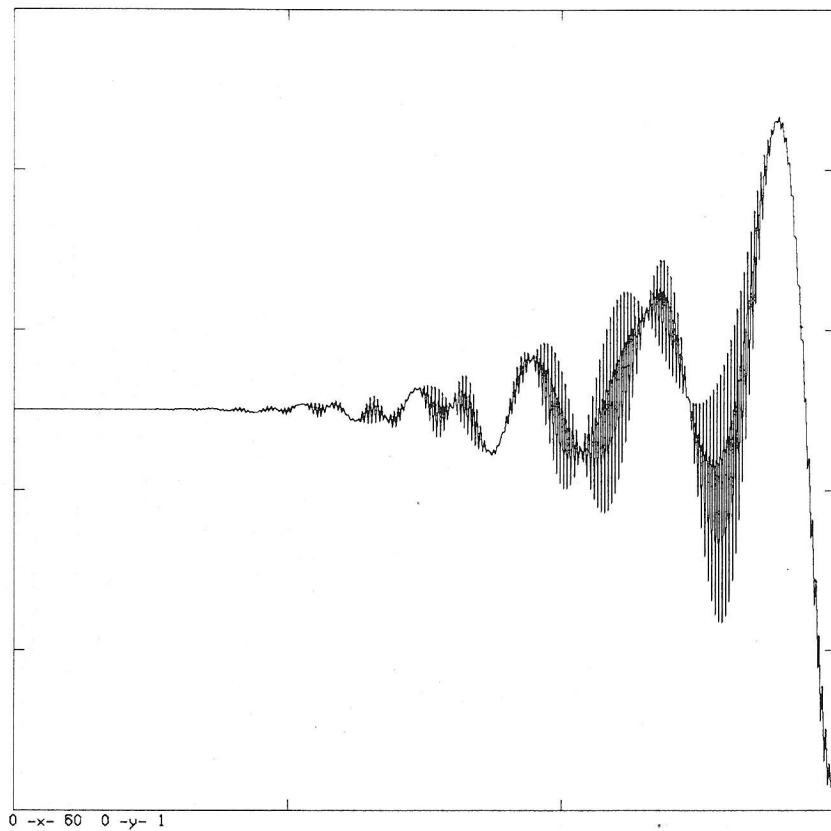


FIGURE 2B Amplitude curve resulting from the second process. The same jump backwards and forwards produces an ostinato accelerando as well as complex variations of rhythm and nuance.

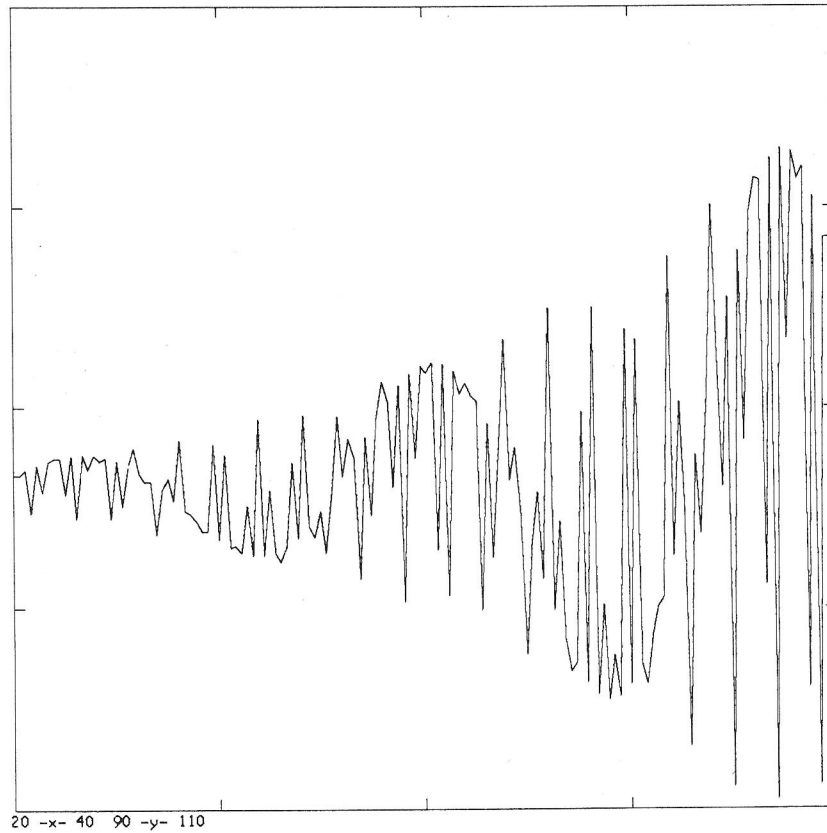


FIGURE 2C Detail of the frequency curve from the second process. We can see different alternating pitch hierarchies produced by the process of jumping from one curve to the next with different values of periodicity and phase.

La loi de variation donnant toujours des résultats perceptuellement significatifs et intéressants.

La forme initiale une fois parcourue et parvenue à son aboutissement est inversée et se voit adressée de nouvelles valeurs pour produire un decellerando brutal dans lequel les différentes voies se séparent et "descendent" vers le seul moment de repos de la pièce (Figures 3a, 3b). Dans le même temps le matériau vocal est remplacé par un matériau de type instrumental avec des timbres de percussions, et de vents.

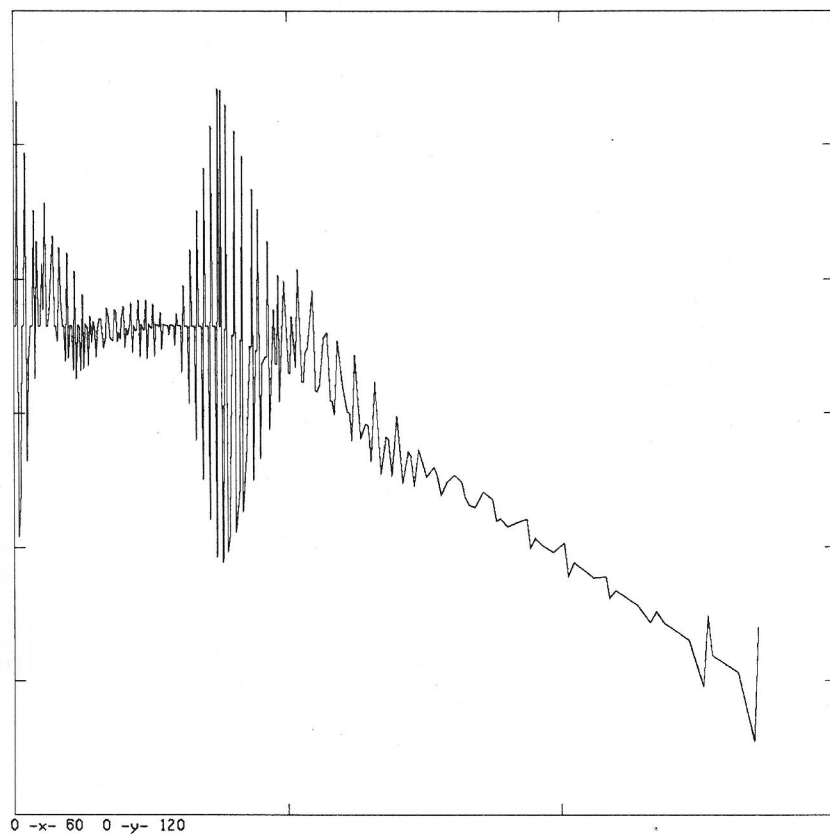


FIGURE 3A Frequency curve. The ostinato leads towards a decelerando realised by the same process as before, but this time inverted and descending to the bottom of the register.

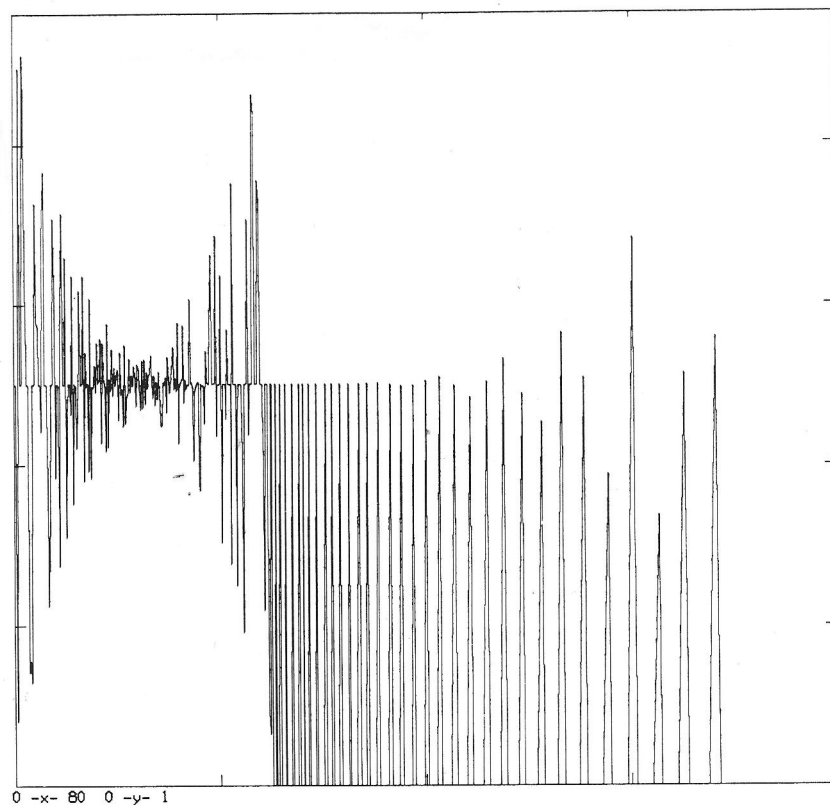


FIGURE 3B Amplitude curve from the same process as 3A.

Un troisième processus est construit à partir du matériau de base d'un chœur à quatre voix dont les paramètres sont entièrement sérialisés, et où chaque voix "porte" les 12 transpositions de chaque forme de la série. Chacune des formes est construite automatiquement par un processus FORMES puis anamorphosée, transformée par un coefficient de déviation, une fonction du temps qui décrit trois segments de courbe évoluant de manière sinusoïdale progressivement du grave à l'aigu (Figure 4).

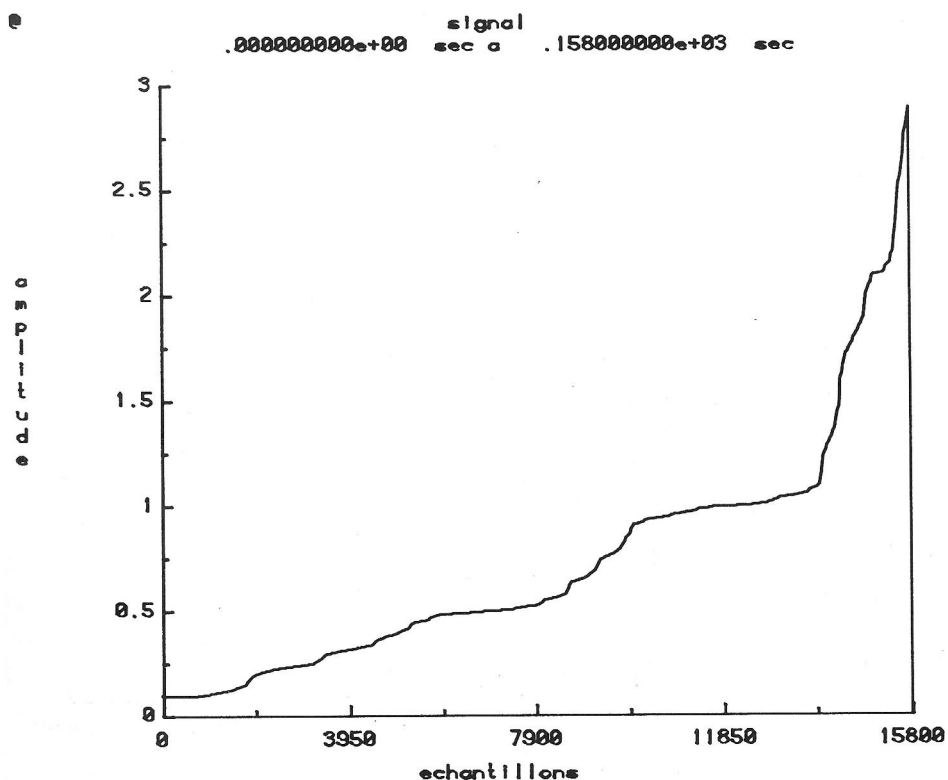


FIGURE 4 Curve of multiplying coefficient applied to amplitude, frequency, duration and the compression/expansion of the spectral envelope. This curve, which describes three sinusoidal segments between 0.1 and 0.9, 0.9 and 1.1, 1.1 and 1.3 gives a deviation based on reference values produced by the evolution of a serial process on each of the parameters.

Ce processus est appliqué ici encore à l'amplitude, à la fréquence, à la durée et à la compression/expansion de l'enveloppe spectrale (Figure 5a, 5b, 5c).

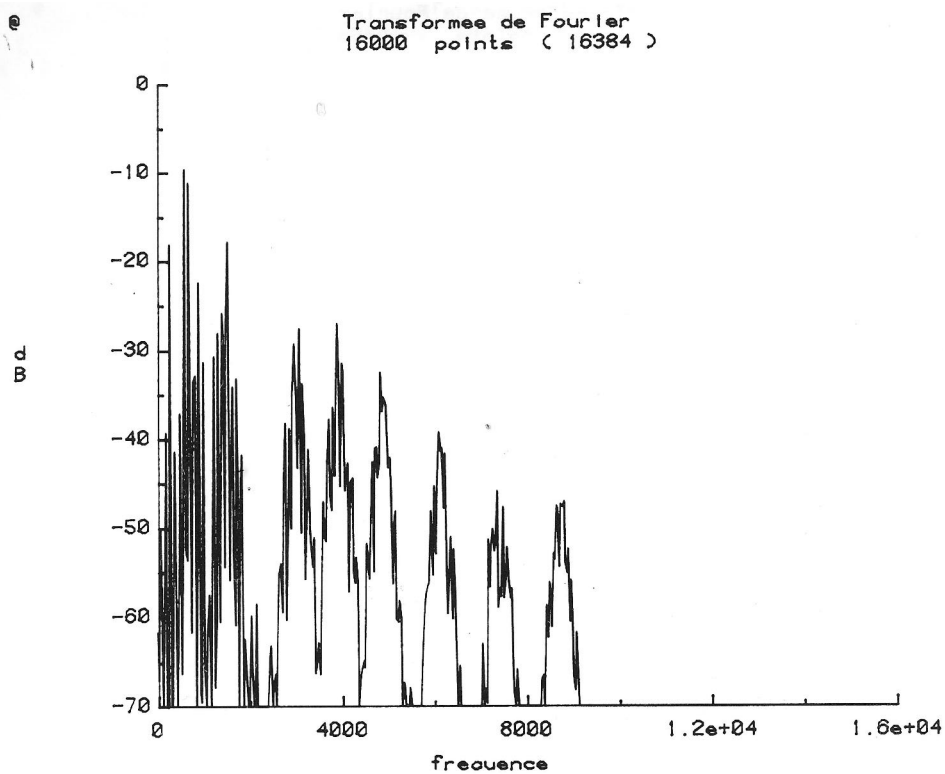


FIGURE 5A Spectrum of a phoneme with a multiplying coefficient of compression/expansion of 1: the values do not change.

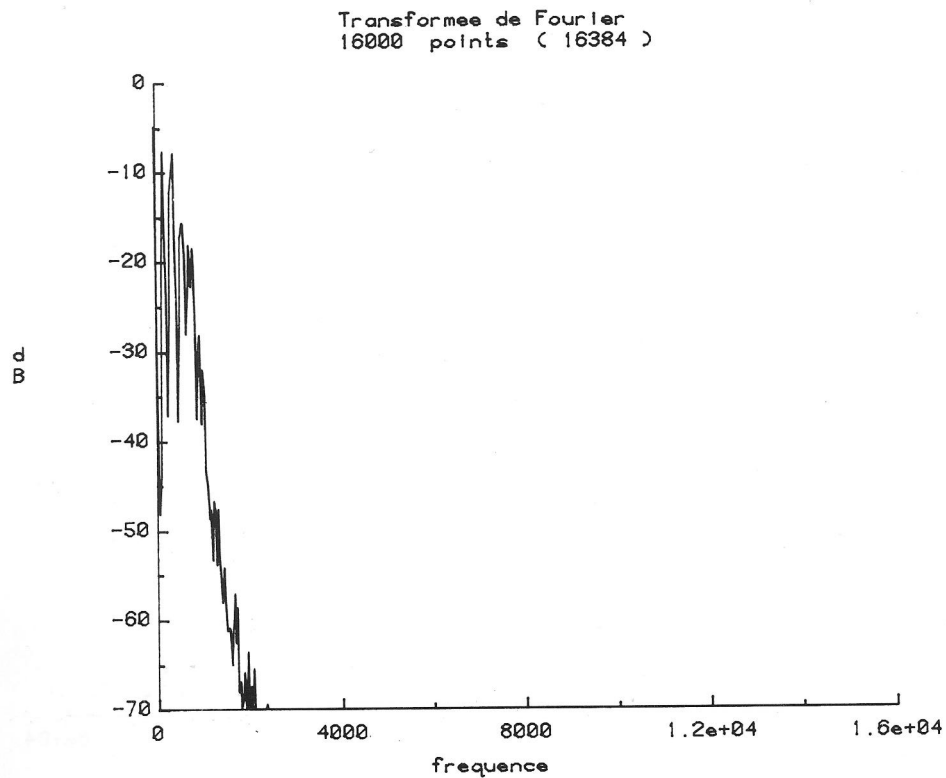


Figure 5B Spectrum of the same reference phoneme as before, at the beginning of the process, with a multiplying coefficient of compression/expansion and of frequency of 0.1. The frequency is 30 hz and the very muffled timbre approaches that of a cello or double bass.

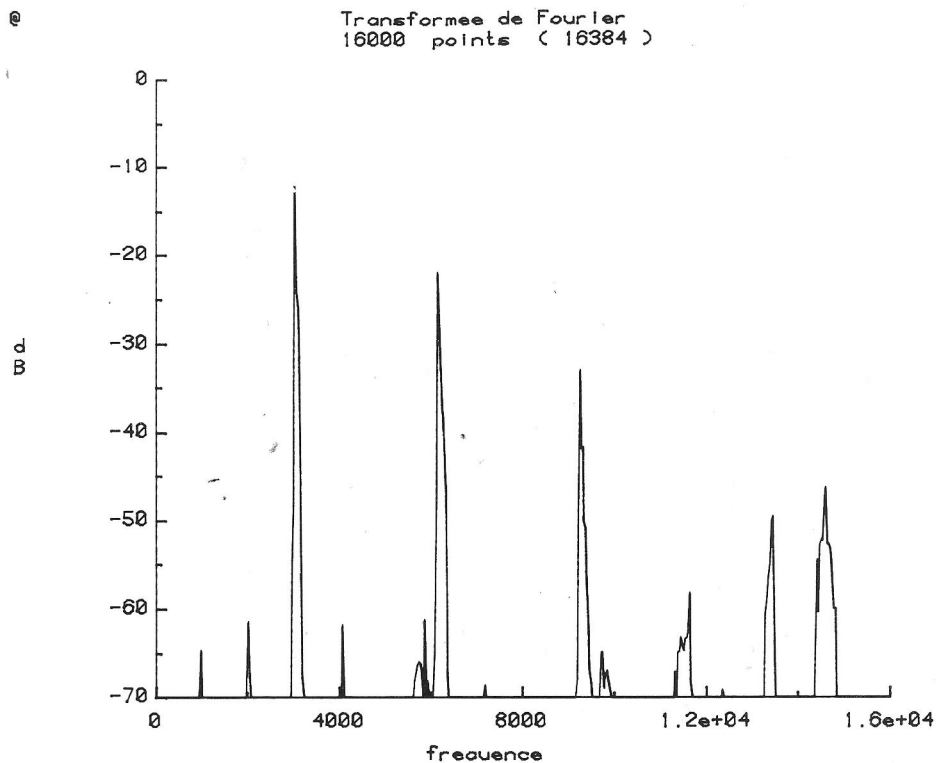


FIGURE 5C The same reference phoneme once again, this time at the end of the process, with a multiplying coefficient of 3. The frequency is 1000 hz and the extremely rich timbre is between that of a violin and a voice.

Chacun des trois segments est appliqué à 4 transpositions de la série.

Le premier segment varie entre .1 et .9, le second entre .9 et 1.1 (avec la variation sinusoïdale), et le troisième entre 1.1 et 3. La durée étant en proportion inverse des autres paramètres, et l'amplitude suivant une même évolution mais légèrement compensée.

Ce processus produit une montée d'abord lente et grave, puis de plus en plus rapide et aigue, qui aboutit enfin dans un déchirement suraigu et très riche dans le domaine spectral. Dans le domaine des hauteurs le résultat est une structure d'intonation et d'intervalles en perpétuelle changement qui donne une intense émotion expressive. Dans le domaine du timbre, du fait de la compression/expansion de l'enveloppe spectrale, les valeurs extrêmes des fréquence des formants provoquent un éclatement total du spectre, qui parallèlement aux nombreuses règles de corrélations, contribuent à produire à la fin du processus un son extraordinairement riche et tendu qui évoque l'image d'une série de coup d'archets sur des cordes vocales à vif!

Cette montée est parachevée par un matériau qui part d'un coup de gong dans l'extrême aigu se dissolvant très vite en un chœur lointain qui préserve du point de vue du timbre une partie de la qualité sonore du gong.

Ce matériau est obtenu avec un algorithme spécial de variation aléatoire des fréquences des formants, de l'amplitude générale, et de la hauteur.

Un rappel de l'ostinato réapparaît finalement dans le lointain avant de disparaître en emmenant définitivement avec lui le chœur.

"Chréode I" est un premier pas, une esquisse dans le vaste programme que j'ai décrit. Jamais les moyens théoriques et pratiques de la musique n'ont été aussi étendus, aussi riches qu'aujourd'hui. Les horizons qui s'ouvrent pour la composition sont enthousiasmants. Le mouvement qui s'est amorcé de manière globale dans l'utilisation pour la musique de l'ordinateur, n'en est qu'à son commencement. Notre seule limite, plus que jamais, est notre imagination.

Pour nous guider dans cet univers il y a peu de temps encore insoupçonné, il nous faut un chemin. La découverte et le tracé de ce chemin nécessitent une persévérance et une obstination exceptionnelle, comme à chaque découverte d'un nouveau territoire.

Mais je crois ce chemin, pour le devenir de la musique, incontournable...

"De nombreux changements qui ont lieu dans la société ont un caractère chréodique plus ou moins bien développé; une fois prise une certaine direction, il est très difficile de les en faire diverger (C.H. Waddington)."

Bibliographie:

- Bennett, G., "Singing Synthesis in Electronic Music", in Research Aspects of Singing, Royal Swedish Academy of Music, Publication no 33, Stockholm, 1981.
- Dufourt H., "L'artifice d'écriture", in Critique no 359, 1981.
- Risset J.C., "Musique, calcul secret", in Critique no 259, 1977.
- Roads C., "Artificial Intelligence and Music", in Computer Music Journal, MIT Press, Vol 4 no 2, 1980.
- Rodet X., Potard Y., Barrière J.B., "The CHANT project: from Voice Synthesis to Synthesis in Feneral", in Computer Music Journal, MIT Press, Vol 6 no 3, 1984.
- Rodet X., Cointe P., "FORMES: Composition and Scheduling of Processes", in Computer Music Journal, MIT Press, Vol 6 no 3, 1984.
- .LI
- Thom R., "Modèles mathématiques de la morphogénèse", U.G.E. 10/18, 1976.
- Thom R. "Paraboles et catastrophes", Flammarion, 1983.
- Waddington C.H., "Tools for Thought", Paladin, 1977.