

La Musique "Télématique"

Claude Fatus

ABSTRACT

Computer synthesis of sound offers varied and precise controls and is therefore more versatile than synthesis with ordinary electronic equipment. To use it efficiently, one needs a convenient program to describe the physical structure of a wide variety of sounds and a user who provides such a description. New "musical" possibilities are opened in regard to the frequency, amplitude, harmonic spectrum and phase of waveform. The computer storage and editing facilities permit us to drive multiple sound sources (speakers), to change the physical capacity of our hearing, and give us new ideas to represent a "musical" universe. In this paper, the author presents the continuum of sound from the past, the computer sound synthesis system MIDIM, and different aspects of the use of a flexible electroacoustic system (storage/transfer/diffusion).

*"L'oreille ne rencontrera ni lignes de force,
ni points de convergence ou d'équilibre. Elle
hésitera entre la position et le déplacement,
entre un espace fictif (fiction mélodique) et
l'espace réel (réalité sonore)".*

Cruz-Diaz 1969

LA MUSIQUE "TELEMATIQUE"

Les nouveaux moyens d'expression électroniques, en l'occurrence le traitement numérique par ordinateur de la formation d'un signal audible et inter-

* télématique: union des télécommunications et de l'informatique.

Received in revised version June 1983.

prétable au travers de la membrane d'une enceinte acoustique, obligent à revoir les relations entre les éléments musicaux élémentaires ou structures atomiques des sons et les conséquences de leur transposition dans un espace de représentation¹.

En même temps que le musicien est en position d'imaginer et concevoir des dispositifs répondant à son sentiment, il se trouve en face d'instruments de manipulation de l'image sonore, dont il doit apprendre par expérimentation les propriétés.

Sa liberté de décision sans exemple sur les niveaux microscopiques, intermédiaires et macroscopiques doit s'allier avec une extrême rigueur de conception, de formulation et de réalisation: on pourra fixer l'échelle des valeurs des incertitudes séparant les limites du déterminisme correspondant à la périodicité au sens strict et de l'indéterminisme correspondant au renouvellement ou périodicité au sens large.

Les perspectives artistiques sont nouvelles et peuvent s'appuyer sur certaines connaissances scientifiques de base tels que la continuité et la discontinuité des mathématiques ainsi que l'espace-temps² de la physique quantique si celles-ci sont introduites dans la conscience musicale. (Xénakis³, 1978).

L'appréhension du Continuum, le modèle de synthèse sonore VOSIM et son langage MIDIM ainsi que les modes de représentation et de diffusion de cet art "télématique" seront mis en évidence.

INTRODUCTION

Le progrès des techniques a affecté le développement de la musique du XXe s. par le stockage des informations, les télécommunications et le développement des ordinateurs.

Le stockage des informations, essentiel à la musique, s'est fait au moyen de signes graphiques notés sur papier. Le développement de cette notation a été le facteur le plus important dans l'évolution de la Musique Européenne depuis la Renaissance (Kaegi, 1971).

D'autres moyens sont apparus: après les "boîtes à musique" bien connues, ce sont le phonographe (Cros et Edison 1877), le gramophone (Berliner 1887)

- 1 "spatialisation physique de l'oeuvre musicale dans le lieu de son exécution et de son audition" (F. Bayer, 1981, p. 13).
- 2 La théorie d'Einstein de la relativité est basée sur le concept du continuum spatio-temporel. L'espace est actuellement un champ, et non pas un espace "vide", qui a: 4 paramètres correspondant à 3 dimensions de l'espace et un du temps.
- 3 I. Xénakis: Computer Music Conference (University of Illinois 2 nov. 78).

et la bande magnétique (travaux de Poulsen 1901) qui permettent de garder le signal musical.

Cette possibilité d'enregistrer, d'amplifier et de manipuler le son a permis de créer des matières jusqu'alors inédites (expérience du sillon fermé par P. Schaeffer 1948).

Aux instruments mécaniques du passé succédaient les instruments électro-acoustiques du XXe s.. Le développement des techniques de télécommunications électriques allaient rendre propices des exploitations musicales (Telharmonium de Trautwein 1930, le keyboard sphérophone de J. Mager 1924, l'orgue de Givelet et Coupleux 1928).

Mais en dépit de ces inventions, la production de sons électro-acoustiques n'était pas satisfaisante, à l'exception de la guitare et de l'orgue qui, à eux deux, en intégrant des modules ne marchant que sous le pouvoir de l'électricité, ont bouleversé bien des choses dans la conception musicale classique, après la seconde guerre mondiale.

Le traitement numérique de l'information, réduite aux chiffres 0 et 1, par les ordinateurs de la première génération (tube), a permis d'agir sur les relations des symboles de l'écriture musicale sur papier (Oeuvres de Hiller, Xenakis et Koenig des années 1959, 1962, 1964).

La seconde génération d'ordinateur (transistor) a ouvert la possibilité de traiter numériquement l'onde sonore: M. Mathews ouvre ainsi un domaine alors absolument nouveau: celui de la synthèse sonore en 1959.

La structuration artificielle des signaux sonores et leurs interprétations acoustiques d'une manière rapide et efficace ne seront réalisées que par les ordinateurs de la troisième génération (circuits intégrés). Le système MIDIM du Dr. Kaegi prend ici une place particulière. Les relations entre la structure atomique d'un son et celle d'autres sons permet l'analyse de la phrase parlée tout comme celle du nuage sonore. On peut ainsi imaginer les conséquences d'une représentation de tels univers dans un espace acoustique donné.

Aussi, avant d'entreprendre une description rapide de ce système, j'aimerais replacer la tentative de trois grands précurseurs: J. Carillo, A. Haba et Y. Wyschnegradsky, à l'existence d'un monde sonore refoulé par l'échelle tempérée. On attachera plus d'importance à l'appréhension du continuum que nous laisse Wyschnegradsky car, avant les découvertes de l'électricité et des propriétés du signal périodique, celui-ci prévoit la création du synthétiseur et de ses applications "musicales".

On ne pourra que mentionner ici le concept d'"objet sonore" laissé par P. Schaeffer et renvoyer le lecteur à l'extraordinaire expérience du Groupe de Recherche Musicale en ce qui concerne l'appréhension du monde sonore, délivrée de toutes références culturelles.

Le modèle de synthèse Vosim du Dr. Kaegi offre quant à lui une description particulière et flexible de l'objet, au travers d'un signal périodique spécial. Le langage Midim qui l'accompagne laisse au musicien la possibilité d'agir sur cette description.

La représentation acoustique au moyen du haut-parleur de cet objet ainsi que son enregistrement possible sur bande magnétique ou en mémoire de l'ordinateur nous ferons soulever les problèmes d'une application "musicale" dans un espace réel donné.

L'APPREHENSION DU CONTINUUM

Yvan Wyschnégradsky (1893-1979) (Wyschnégradsky, 1972)

En 1976, devant la crise de l'instrumentarium et l'impossibilité de jouer sur des paramètres physiques stables (cf. les premiers synthétiseurs), ce fut un moment très difficile que de ne pas pouvoir disposer de moyens d'expression appropriés. A l'étroit dans les limites du système tempéré et tourné vers des systèmes de synthèse non encore stabilisés ou de difficultés d'accès trop importantes pour des applications "musicales" (Allouis, 1976; Mathews, 1969), je pris connaissance avec Y. Wyschnégradsky.

Né en 1893, à St Pétersbourg (Russie), Yvan Wyschnégradsky vécut une expérience spirituelle très intense en 1916, qui donna lieu à la création de la journée de l'Existence (1916-17). A partir de 1918, il sera l'un des artisans de la révolution ultrachromatique et collaborera avec Haba, à la réalisation instrumentale d'un piano en quarts de ton: piano à 3 claviers, construit en 1928 chez Foerster en Allemagne.

Il adopte alors dans ses compositions, une solution instrumentale unique, celle des pianos complémentaires différemment accordés.

Dans les années 50, il prend conscience des lois des espaces cycliques ou non octavians: ce point de vue de la circularité des hauteurs relatives a depuis lors été démontrée avec succès par Shepard (1964) (Risset, 1978).

En présentant certaines analogies avec la discipline sérielle, cette théorie est bien différente d'elle car enracinée dans la "révolution harmonique" de Scriabine.

Outre les deux concerts de 1937 et de 1945 avec 4 pianos accordés différemment, plusieurs concerts de ses oeuvres ont eu lieu en France et à l'étranger.

En 1972, la Revue musicale publia une étude substantielle du compo-

teur: Ultrachromatisme et Espaces cycliques non octavians.

Yvan Wyschnégradsky devait décéder le 18 septembre 1979 à Paris.

Le Continuum

Si le nom de ce compositeur est associé par le public mélomane à la musique en quarts de ton, là n'est pas l'essentiel. L'emploi des micro-intervalles ($1/3$, $1/4$, $1/6$, $1/12$...) lui sert à construire des marches ultrachromatiques qui définiront la densité de milieux sonores dont la densité croissante suscitera l'intuition du continuum.

Pour lui, ce continuum est la réalité première, l'absolu dont dérive le relatif, le son en tant que phénomène physique.

On peut l'appréhender de deux manières: virtuellement (en plaçant une source sonore à n'importe quel point d'un lieu de représentation), ou actuellement (en affirmant la substantialité du continuum comme entité indépendante du son "musical", comme espace sonore devenu en quelque sorte sonorité, opposé au son en tant que phénomène physique).

Si l'on poursuit ainsi cette approche en introduisant de nouveaux rapports entre les éléments de la structure microscopique d'un son, maintenant descriptible par des signes numériques enregistrables, on pourra faire évoluer les rapports rationnels qui ont longtemps déterminé ceux des signes graphiques sur papier.

L'espace sonore ou lieu de représentation vécu, devient ainsi le terrain d'expérimentation ou lieu de simulation d'un univers sonore, vis à vis duquel le son "musical" se présente comme un dérivé, un des innombrables points de sa surface¹.

Ses propriétés²

L'uniformité: cette propriété suppose l'équidistance des relations dans le domaine infinitésimal d'un paramètre physique.

L'absence de limites: le principe du continuum suppose le vide spatial comme étant incompatible. Sur le plan des réalités physiques perceptibles, cette absence de "limites" n'existe pas. Les trous sont bien présents, dus à la

1 John Cage: l'oeuvre silencieuse de 4'33" (1952).

2 On est parti des propriétés que'en donne Yvan Wyschnégradsky, avec une extension plus actuelle.

nature de la représentation physique liée à la machine et à la nature des mécanismes perceptifs du récepteur humain.

L'appréhension temporelle: en "rompant le continuum sonore en événements énergétiques successifs, distincts ou logatomes" (Schaeffer, 1966), on a essayé de normaliser l'équidistance des relations des événements par le battement. Depuis le XVIIIe s., celui-ci définit les indications de tempo et caractérise la répartition uniforme de la durée temporelle absolue. Celle-ci est mesurée par l'emploi du métronome (Maelzel XIXe s.).

En introduisant la durée comme le domaine d'application d'un signal périodique (Helmholtz), on a une périodicité microscopique qui caractérise aujourd'hui la répartition uniforme sur le temps et constitue la trame sous-jacente non directement saisie par la sensibilité auditive (Moles, 1972).

Le problème espace/temps offre bien une liaison sachant que la fréquence est inversement proportionnelle à la durée de la période. Lorsqu'une des dimensions, ici la période, varie continûment, les registres suivant du rythme, du grain et de la hauteur seront perçus (Schaeffer, 1972). En établissant par ailleurs différentes périodicités microscopiques, intermédiaires et macroscopiques, on pourra analyser des phénomènes encore peu connus à savoir l'influence des décalages temporels (différence de phase) qui provoquent ces accélérations et ces ralentissements dans les vibrations.

L'appréhension "spatiale": si le concept d'espace a souvent été lié à l'échelle de fréquence, il serait plus juste d'adjoindre à celle-ci le spectre et l'amplitude. Le tempérament égal a caractérisé une répartition uniforme spatiale depuis le XVIIIe s. comme une solution simple et pratique d'accorder le clavier chromatique et de mettre au diapason l'ensemble des instruments par l'utilisation de la modulation.

Il faudra plus d'un siècle pour que cette échelle chromatique, transformée en milieu sonore, pénètre la conscience et que de l'équidistance supposée des éléments de l'échelle naisse le sens de leur équivalence (Obouhow, 1970; Schoenberg, 1975).

Dans le système spatio-temporel, une des dimensions est considérée comme le temps et les 3 autres (fréquence, amplitude et spectre) comme l'espace (Reichenbach, 1958). L'échelle fréquentielle caractérise un domaine d'application et définit une échelle physique dont l'intervalle minimal perceptible est le cent (division de l'octave en 1200): les échelles tempérées ou non-tempérées ainsi que le glissando sont des configurations particulières dans le domaine. L'intervalle d'octave (rapport périodique 2) qui avait délimité pendant longtemps cette échelle peut être ainsi soit contracté, soit dilaté d'une ou plusieurs unités.

Conclusion

En définissant des tables, sur une possible appréhension du continuum des fréquences et des durées, Wyschnégradsky, sans avoir apporté la relation de la durée à un signal périodique (Helmholtz) a ouvert un univers musical possible, affranchi du tempérament, et parfaitement réalisable actuellement grâce aux moyens électroniques.

On trouvera la liste complète des oeuvres, des articles et des enregistrements de l'ORTF dans la Revue Musicale n. 290-291.

LE SYSTEME MIDIM¹

Le langage MIDIM, implémenté sur un ordinateur PDP 15 (mots de 18 bits et une mémoire de 24K) est pourvu d'une interprétation en terme du système de synthèse VOSIM (Kaegi et Tempelaars, 1978).

Le modèle de synthèse sonore spécial appelé VOSIM est basé sur l'idée qu'en employant une série de signaux sous forme de "pulses" de durée variable à l'intérieur d'une fonction périodique variable, on pourrait obtenir un résultat sonore d'une grande expression musicale et linguistique.

Ce modèle vient de l'observation d'une onde sonore parlée, et sa réduction à une simple expression qui ne changera pas la valeur significative du signe à l'écoute. (Kaegi, 1973, 1974).

Il existe donc une fonction bijective reliant n'importe quel vecteur VOSIM V_n à une fonction VOSIM. Cette fonction peut être représentée sous forme d'un vecteur comprenant un certain nombre de dimensions.

En commençant par décrire une série de N "pulses" de durée égale T, d'amplitude décroissante A par un facteur C, et suivi par un silence M, on obtenait un signal de fréquence de répétition $f_0 = 1 / (NT + M)$, possédant un formant dans le spectre à la place de la fréquence de la "pulse".

T, M, N, A et C sont les premières variables. Afin d'obtenir le vibrato, la modulation de fréquence et des sons de spectres complexes, le silence M sera modulé.

Cela nous amène à 3 autres variables:

- S (choix de la modulation: sinusoïdale ou aléatoire)
- D (déviation maximum de M)
- NM (taux de modulation exprimé sur le nombre de périodes)

1 Midim = Description minimale de la Musique (Kaegi, 1981).

Pour décrire la transition des "objets sonores" entre eux, 4 autres variables sont ajoutées:

- NP (le nombre de périodes)
- dT, dM et dA (incréments positifs ou négatifs de T, M et A sur le nombre de périodes NP).

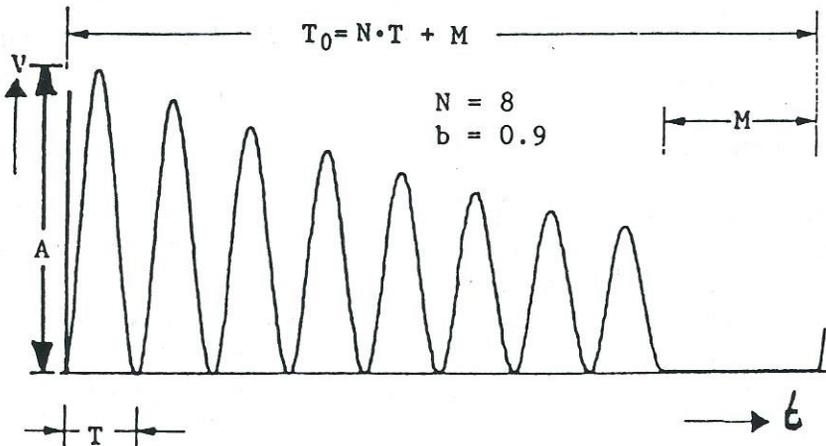
On obtient donc un vecteur VOSIM à 12 dimensions comme suit: V^{12} (T, dT, M, dM, D, A, dA, C, N, S, NM, NP)

Une description des signes linguistiques tout comme celle des signes musicaux est ainsi possible.

Les dimensions d'entrée sont arrangées sur une ligne de gauche à droite, qui décrit un état du son à créer.

En joignant plusieurs lignes, on peut ainsi décrire une séquence d'états sonores correspondante à l'alphabet des segments du mot MIDIM: l'attaque, l'entretien, la chute et le silence.

La microstructure du mot, comprenant ces états est définie dans le programme Prédicateur.



La fonction VOSIM

Le prédicateur (Kaegi, en préparation)

Un prédicateur MIDIM est une expression, qui, pour n'importe quel mot, définit la fonction temporelle sur les segments et par conséquent une certaine classe de sons interprétable acoustiquement.

Il situe d'autre part les domaines d'application physique des 12 variables précédemment décrites.

Le descripteur (V. M. Teunissen, 1980)

Un descripteur MIDIM est une expression, qui, pour n'importe quel index dénotant un prédicateur, contient les arguments des 3 variables descriptives de celui-ci.

Il situe les domaines d'application de ces variables en référence aux échelles musicales traditionnelles:

- la hauteur (par des entiers dans une subdivision d'un octave donné de 1 à 9) détermine la fréquence de répétition du signal f_0 ($f_0 = 1 / (NT + M)$) entre 32 Hz et 16 KHz).
- la durée (en millisecondes) détermine l'espace temporel dans lequel prend place le nombre total de périodes des segments d'un mot (attaque, entretien, chute et silence).
- l'intensité (par des entiers se référant à l'échelle traditionnelle du pianissimo au fortissimo) détermine l'amplitude relative de l'enveloppe de l'objet sonore (en décibels).

Les articulations des états sont déterminées par des lois de concaténation des segments, organisant ceux-ci sur l'axe temporel. Différentes possibilités sont offertes au travers d'une table ou bien par l'application automatique d'une grammaire.

Applications

A partir d'un tel système, les applications sonores sont de plusieurs ordres.

En référence au manuel du programme Descripteur, on citera quelques-unes des opérations les plus importantes:

- a - les échelles: en permettant une subdivision de chaque octave en 1200 cents sur l'ensemble du domaine fréquentiel perceptible, on pourra opérer sur des intervalles de toute nature: soit dans le système tempéré (subd. 12), soit dans le système quart-tonal (subd. 24), soit dans le système Pythagorien (subd. 12 non-tempérée) soit dans le système Gamelan (subd. 7) qui sont les plus connus. L'utilisation de spectres harmoniques appropriés est primordiale pour le résultat perceptible final.
- b - les durées: alors que bien des instruments mécaniques sont limités par les qualités d'entretien énergétiques, il n'est pas difficile ici, de produire des sons de durées diverses avec une égale qualité. La possibilité de travailler sur des unités temporelles différentes permet d'envisager toutes les progressions possibles entre des durées continues et discontinues, dans des rapports rythmiques accélérés ou ralentis, réguliers ou irréguliers.

- c – les intensités: l'amplitude relative de l'enveloppe constituante de l'objet peut évoluer dans le domaine du pianissimo au fortissimo. On travaillera sur l'enveloppe propre de l'objet pour obtenir des timbres perceptiblement différents. En agissant ainsi à la fois sur l'enveloppe de l'objet et sur son amplitude relative on créera des effets de mouvements, des effets stéréophoniques ou des effets de réverbérations.

Les opérations

L'ensemble du système est conçu pour un contrôle de 2 oscillateurs: L'information numérique se répartira ainsi en deux voix.

Différentes opérations opèrent ainsi sur une file représentant en 6 colonnes: la hauteur, l'octave, la durée, l'articulation, l'intensité et l'index du prédicateur.

- a – l'overlap: l'utilisateur répartit l'information d'une voie sur une autre, à son choix, en introduisant ou non une extinction sonore sur le silence qui succède immédiatement.
- b – les fonctions: la valeur d'une dimension spécifique peut être ainsi dépendante des valeurs d'une ou 3 autres dimensions.
- c – l'ambitus: l'utilisateur effectue une interpolation linéaire positive ou négative, en cents, sur les hauteurs précédemment choisies. Cette interpolation peut être exponentielle et déterminer des "courbes" de hauteurs différentes.
- d – le rubato: en travaillant sur deux dimensions, la durée et l'intensité, le musicien effectue une interpolation linéaire positive ou négative en réel sur les durées et les intensités précédemment choisies. Cette interpolation linéaire peut être exponentielle, et produire des "accélérés" ou des "ralentissements" dans le cas des durées, des "crescendos" ou des "diminuendos" dans le cas des intensités.
- e – le miroir: on peut refléter l'ensemble des lignes d'un descripteur de plusieurs façons, en inversant, en rétrogradant ou en reflétant les lignes par rapport à un axe.
- f – la compression: il est possible ici de réduire ou d'augmenter par un facteur, l'espace de la subdivision d'octave ainsi que la valeur de métronome sur chacune des voies.
- g – la synchronisation: en distinguant les différents niveaux, on pourra parler de la synchronisation du prédicateur et de celle du descripteur. La synchronisation du prédicateur permet de travailler sur des "objets" à 2 voies indépendants ou dépendants. Si ces 2 voies sont dépendantes, elles seront mises dans une relation particulière permettant de créer des battements

ou des mouvements d'amplitude par exemple. La synchronisation au niveau du descripteur mettra en relation les "objets articulés" en rapport les uns aux autres: une synchronisation par états (segments), par mots (ensemble des segments d'un mot), par phrases (ensemble des mots) ou par phases (angle de phase du début de 2 périodes ou de 2 "pulses" simultanées).

- h – le D-compréhenseur: en allouant à un prédicateur d'index i un certain nombre de lignes du descripteur, il sera possible de traiter ces lignes pour imaginer des réverbérations, des appogiatures, des répétitions, des ornements ou des retards.

L'ECRITURE

Pour le musicien qui développe un univers sonore à partir d'une information numérique, pilotant des oscillateurs, la prise en considération du ou des haut-parleurs comme source sonore dans un espace réel sera très importante. La tentative d'une restitution d'un environnement de concert dans une chambre d'écoute sera par contre un travail de précision.

On peut en outre utiliser la dissolution des fonctions grave/gauche, aigu/droite des instruments à clavier ou la disposition par famille d'instruments dans le cas de l'orchestre, pour créer des univers inédits. On peut procéder au travail de simulation de la direction et de la distance du point sonore dans une configuration donnée. On pourra le faire "éclater" ou bien le faire "fusionner" à d'autres en tenant compte de ses propriétés (Wessel, 1979) et des propriétés de l'écoute directionnelle de l'auditeur (Blauert, 1974).

A travers un système de représentation physique (système de synthèse) et un espace délimité par des enceintes acoustiques, on pourra définir des "champs acoustiques" de différentes natures. (cf. l'espace sonore de Charles Ives, l'atlas sonore de Murray Schaeffer).

Dans cette situation, on se rapprochera du terme "mélodie d'espace" défini par Stockhausen (Stockhausen, 1957; 1959) et du "champ acoustique" de Murail (Murail, 1980).

Les rapports nouveaux entre la fréquence, l'amplitude, la durée et le spectre harmonique avec le temps permettent de simuler des environnements sonores aux objets différemment localisés ou en mouvements (Chowning, 1977; Fedorkow, Buxton and Smith, 1978) à partir d'un matériel pré-composé, conservé en mémoire de l'ordinateur ou bien enregistré sur bande magnétique (Fatus, 1981, 1982; Goodman, 1982; Kaegi, 1982; Ore, 1982; Sacci, 1979/1980; Samkopf, 1979; Temmingh, 1980).

LA DIFFUSION

La diffusion sur des enceintes acoustiques, en général englobe l'espace architectural ou un espace géographique limité d'écoute. Si dans la majorité des cas, la source sonore de l'instrumentiste est restée proche de celui-ci (instruments mécaniques), il n'en est plus de même lorsque la transmission se fait par câble ou par ondes radio (instruments électriques).

Plusieurs cas se présentent:

- a – l'instrumentiste (interprète) utilise l'enceinte comme source sonore de son jeu avec d'autres dans un lieu quelconque (cas d'un groupe Pop ou Rock).
- b – l'instrumentiste (ingénieur du son) utilise le ou les enceintes comme source sonore d'un matériel pré-composé (en mémoire de l'ordinateur) ou enregistré sur bande magnétique. La disposition des sources sonores et l'acoustique du lieu de diffusion seront des facteurs importants qui rentrent en jeu dans la réussite des effets voulus.
- c – l'instrumentiste (ingénieur du son) utilise l'enceinte comme source sonore d'un matériel synthétisé, composé sur bande magnétique et diffusable à longues distances. Le studio de réalisation, de diffusion (radio) et de réception de l'information (chambre d'écoute) prendront une place importante.

Dans ce dernier cas, ce type de représentation sonore jouit d'un précédent historique jusqu'alors inégalé, dû au développement de la technologie de ces dernières années:

- 1 – la production automatique de l'objet synthétique est effectuée comme on l'a vu par un système de synthèse approprié.
- 2 – la composition de la réalisation sonore est effectuée en studio sur une machine enregistreuse à plusieurs voix.
- 3 – la transmission radiophonique de l'information est réalisée par un système émetteur à bande passante large¹. La transmission par câbles est aussi possible.
- 4 – la réception est personnalisée (chambre d'écoute, télévision ou poste de radio)². Ou bien à grande échelle ('chant' de haut-parleurs).

Si, finalement, la représentation sonore a un aspect absolument différent dans sa forme expressive, c'est que les moyens de production automatiques,

- 1 Le "cibiste" qui recherche la communication à travers un système émetteur portatif.
- 2 Le "walkman" qui recherche dans la rue, dans le studio, dans la voiture à s'isoler derrière ses écouteurs.

d'enregistrement, de transmissions et de réceptions de l'information ont changé notre façon de vivre.

Si les artistes utilisent ce système de communication, leurs oeuvres seront conditionnées par un système de synthèse, les transmissions et les qualités de réception de l'information électrique digitalisée.

LA REPRESENTATION VISUELLE

En rapportant ces problèmes à la représentation visuelle, il en sera de même, lorsqu'on réalisera un film d'images électroniques (vidéo). La synchronisation du sonore et du visuel n'est pas disponible, actuellement, mais peut-être viendra un jour.

CONCLUSION

L'appréhension du continuum des hauteurs et des durées a forcé Wyschnégradsky, Haba et Carillo à se libérer du tempérament égal au début du siècle, à imaginer des modes de synthèse plus fin et à introduire de nouveaux instruments (piano en $1/4$, $1/3$... de tons).

L'affranchissement du carcan tonal, qui accepte pour la première fois, la neutralité de la totalité chromatique est réalisé par l'Ecole de Vienne (Schoenberg, Webern, Berg).

En comprenant la durée d'une hauteur comme le domaine d'application d'un signal périodique, Helmholtz introduit la structure microscopique sous-jacente de l'objet sonore.

Cet objet sonore, mis en relief par le travail de P. Schaeffer et du Groupe de Recherche Musicale (1966), se distingue par sa matière (structure périodique microscopique) et par sa forme (enveloppe d'amplitude temporelle).

En inventant un signal périodique spécial différenciant la fréquence de la "pulse" (place du formant) de la fréquence principale, W. Kaegi crée un modèle de synthèse simulant des "objets sonores" interprétables acoustiquement. Il en résulte des signes linguistiques et musicaux d'une grande valeur expressive. Le langage MIDIM ou description minimum de la musique qui contrôle ce signal de synthèse VOSIM (simulation de la voix) est opérationnel depuis 1977.

Les possibilités techniques de jouer alors sur des échelles déjà établies (fréquence pour les hauteurs, décibels pour les intensités, millisecondes pour

les durées, et le spectre harmonique combiné à l'enveloppe) permettent de faire évoluer ces "objets sonores" interprétables acoustiquement sur un axe temporel à définir dans l'espace d'enceintes acoustiques.

La description précise des différents paramètres dans un programme interactif offre un choix immense et démontre la flexibilité tout autant que la rapidité à obtenir un résultat sonore grâce au traitement numérique confié à l'ordinateur, de l'information.

La diffusion sur des enceintes acoustiques à partir d'un matériel enregistré permet la création d'univers sonores très riches et l'émission à longue distance. L'art télématique était ainsi né.

SUMMARY

The continuum of pitches and durations has been explored by the Russian School (A. Haba, Y. Wyschnegradsky, N. Obouhow) and by J. Carillo at the beginning of this century. These composers introduced new concepts and new instruments to music, based on an atonalism with different octave-subdivisions derived from the well-tempered scale. In connection with them, the Vienna School realised for the first time the equivalence of the notes inside the chromatic scale which resulted in dodecaphonic serial music.

After the discovery of Fourier (a function $f(x)$ as a sum of trigonometric functions), Helmholtz introduced the microscopic structure of a sound signal which considered the pitch duration as the application domain of a periodic signal. This sound signal analysed by P. Schaeffer and the G.R.M. is composed of a complex waveform with a specific amplitude envelope. By inventing a periodic signal with a formant frequency independent from the main frequency, Dr. W. Kaegi created a computer sound synthesis system which describes linguistic and instrumental signs in a very expressive way. The computer language MIDIM controls the VOSIM sound synthesis system since 1977. The technical facilities permit a user to play on different scales with frequency (pitch) attenuation factor (intensity), milliseconds (time duration), harmonic spectrum, and amplitude envelope.

A convenient program provides this physical structure description and gives us new "musical" sound representations. The flexible electroacoustic system (storage: disk, tape/transfer: cables, waves/diffusion: speakers) makes it possible to drive multiple sound sources in various spaces and extend the physical capacity of our hearing.

REFERENCES

- Allouis, J. F. (1976) Syter, système multiprocesseur de synthèse digitale en temps réel. GRM Cahier Recherche/Musique.
- Bayer, F. (1981) De Schoenberg à Cage, Ed. Klincksieck, Paris.
- Blauert, J. (1974) Räumliches Hören. Abstract. Hirzel Verlag Stuttgart.
- Chowning, J. (1977) The simulation of moving sound source. *Computer Music Journal* vol. 3.
- Fatus, C. (1981, 1982) "Voyager" réalisation sur bande magnétique (S, 1/4, 38). Système Midim, Institut de Sonologie. "Voyager 2" réalisation sur bande magnétique (S, 1/4, 38). Système Midim, Institut de Sonologie.
- Fedorov, Buxton, Smith (1978) A computer controlled sound distribution system for the performance of electroacoustic music. *Computer Music Journal* vol. 2 n. 3.
- Goodman, P. (1982) Suggestions from Limbo 10'52 4 track tape MIDIM System. Institute of Sonology Utrecht.
- Hiller, L. (1959) Experimental music composition with an electronic computer. New York. McGraw-Hill.
- Kaegi, W. (1971) Music and technology in Europa of 1970. Stockholm 8, 12 June 1970. *La Revue Musicale UNESCO*.
- Kaegi, W. (1973, 1974) A minimum description of the linguistic sign repertoire. *Interface* 2 pp. 141-156; 3 pp. 137-158.
- Kaegi, W. & Tempelaars, S. (1978) VOSIM, a new sound synthesis system. *Journal of the Audio Engineering Society*.
- Kaegi, W. (1981) Design of Musical Discovery. Institute of Sonology, Utrecht.
- Kaegi, W. The MIDIM system: Predicator manual (in preparation). Institut de Sonologie Utrecht.
- Kaegi, W. (1978/82) Consolations:
 - In mémoires (1978/82) 13' 4 track tape
 - Automne (1981/82) 16'20 4 track tape
 - Vers d'autres jeux (1982) 12' 4 track tape
 MIDIM system Institute of Sonology Utrecht.
- Koenig, G. M. (1970) Project 1 et 2. *Electronic Music Report* 2 et 3. Institut de Sonologie Utrecht.
- Manen, F. v (1981) The MIDIM système: Desc7 Users Manual. Institute of Sonology Utrecht.
- Mathews, M. V. (1969) *The Technology of Computer Music*. Boston, M.I.T. Press.
- Moles, A. (1972) *Théorie de l'information*. Ed. Denoël, Paris.
- Murail, T. (1980) La révolution des sons complexes. *Darmstädter Beiträge zur neuen Musik XVIII*. Ferienkurse 80 Schott's Söhne, Mainz.
- Obouhow, N. (1972) L'harmonie totale par B. de Schloezer. *La revue musicale* n. 290-291.
- Ore, C. (1982) CIRCE 16'20 4 track tape. MIDIM system. Institute of Sonology Utrecht.
- Reichenbach, H. (1958) *Space and Time*. Dover Publication, New-York.
- Risset, J. C. (1978) Musical Acoustic. *Rapport IRCAM* 8/78.
- Sacci, F. J. (1979) PASSAGE 9'04 2 track tape. MIDIM system. Institute of Sonology Utrecht.

- Sacci, F. J. (1980) ARRIVAL, DANCE I+II 4'39 & 5'10 2 track tape. MIDIM system. Institute of Sonology Utrecht.
- Samkopf, S. (1979) ETUDE I 15'09 2 track tape. MIDIM system. Institute of Sonology Utrecht.
- Schaeffer, P. (1966) *Traité des objets musicaux*. Ed. du Seuil, Paris.
- Schoenberg, A. (1975) *Style and Idea*, edited by L. Stein. Faber & Faber, London.
- Stockhausen, K. (1959) *Musik im Raum*, Die Reihe n. 5. Universal Edition A.G. Wien, original German Edition.
- Stockhausen, K. (1957) *Wie die Zeit vergeht*. Die Reihe. Universal Edition A.G. Wien, original German Edition.
- Temmingh, R. (1980) BLOMSIT 2 for organ & tape 23' 1 track tape. Institute of Sonology Utrecht.
- Wessel, D. L. (1979) *Timbre space as a musical control structure*. *Computer Music Journal* vol. 3. n. 2.
- Wyschnégradsky, Y. (1972) *Espaces cycliques non-octavians et ultrachromatisme*. *La revue musicale* n. 290-291.
- Xenakis, I. (1963) *Musiques Formelles*. *La revue musicale* n. 253-254.



Claude FATUS
22 rue Louis Bertrand
F94200 Yvry-sur-Seine, France

Né en 1954, à Le Puy (Hte Loire, France), il étudie au Conservatoire d'Annecy puis suit les cours de Musique Electroacoustique au Conservatoire de Paris avec G. Reibel et P. Schaeffer (1975/77). Auditeur libre en classe d'Analyse avec Cl. Ballif, études privées avec B. de Crépy (harmonie, contrepoint), et Yvan Wyschnégradsky (espaces non-tempérés), auditeur au centre Acanthes avec G. Ligeti. Après 6 mois de stage à l'Acroé (Grenoble), il entre en contact avec le Dr. Kaegi et a travaillé depuis lors sur le système MIDIM à l'Institut de Sonologie (Utrecht).