

## SYNTHESE SONORE, MODELES ET REPRESENTATIONS

Guillaume loizillon  
Université Paris 8  
Guillaume.loizillon@univ-  
paris8.fr

### RÉSUMÉ

Les modes de synthèse par modèle physique sont maintenant bien établis dans les usages de l'informatique musicale. Depuis qu'ils sont disponibles comme sous ensemble de programme comme Max msp ou autres langages spécialisés, ils permettent de formaliser des accès et des interfaces visant à figurer des métaphores de cette *réduction* à la physique. L'usage du temps réel conduit à envisager des modalités de mise en œuvre spécifiques à travers des représentations et des figurations ayant pour modèle le dispositif même.

### 1. INTRODUCTION

L'usage de la synthèse par modèle physique fait appel à des paramètres singuliers qui souvent diffèrent de ceux des autres modes de synthèse. Plus qu'un simple changement de l'appareillage méthodologique c'est la conception même de l'acte musical qui s'engage dans cette utilisation. Les modèles de synthèse additifs soustractifs ou généralement tout ceux qui visent à la construction du signal ont en commun des éléments qui qualifient le son selon ses caractéristiques acoustiques, c'est à dire selon des effets perceptifs. Il est question ici de fréquences, d'intensités, de durées. Les paramètres peuvent définir des fréquences oscillations, des valeurs de filtre, des définitions d'enveloppe dynamique ou de hauteur, des tailles de grains ou encore des dosages de modulations. Les modèles physiques substituent à toutes ces données celles de dimensions physiques, matière, force ou énergie, c'est à dire celles de la causalité phénoménale des sons, qui affirme une dimension événementielle. Plus qu'une simple substitution de paramètres il s'agit de penser ces données comme de réelles opportunités expressives. Le terrain de l'image ou de la métaphore apparaît ici comme fécond, et nous développerons quelques propositions articulées sur ces modèles, sans négliger les possibilités de penser cela dans le cadre plus général de toutes les formes de synthèse sonore. Nous désirons pas installer de hiérarchie ni développer une taxinomie qualitative. La diversité des modalités d'accès à la synthèse des son est plutôt à considérer comme un ensemble des pertinences spécifiques en vue d'une création musicale ou sonore.

### 2. SUR LES MODELES DE LA SYNTHESE SONORE

En synthèse sonore, la fonction du modèle est double. Elle identifie tout d'abord les opérations d'ordre technologiques visant à la réalisation sonore. Comme dispositif théorique, le modèle s'articule dans des enchaînements de procédures que l'usage des langages informatiques rend apparent, bien plus que les instruments de musique électroniques du type synthétiseurs à clavier. Mais le modèle est également et peut-être avant tout un support de l'imaginaire dans un système où on été séparés tous les éléments qui conditionnent l'émergence du son musical : le principe acoustique, les modalités d'énergie mises en œuvre pour son excitation, les gestes instrumentaux qui les actualise. En balayant cet enchaînement de causalités, la synthèse peut consister en grande partie à reconstruire, même métaphoriquement, de tels mécanismes. Cela pose de manière concrète et opératoire la question des accès ou des interfaces quand on virtualise le processus dans le contexte de l'informatique. Ainsi, l'acte de composition débute dès le choix de mode de synthèse. Il s'actualise dans le vocabulaire même des procédures en tant que possibilité d'images fondatrices.

L'enchaînement de connexions oscillateur, filtre, générateur d'enveloppe est un schéma type qui, bien que ne relevant d'aucun principe mécanique acoustique, fonctionne de manière forte comme image d'une réalité sonore. Produit d'une historicité déjà robuste on en connaît les différents avatars informatiques, directement construits en écho aux synthétiseurs instruments apparus dès les années 60, ces derniers figurant en quelque sorte le modèle instrumental original.

Les dispositifs de synthèse qui utilisent les modèles physiques, bien qu'en référence directe avec des objets du réel, sont paradoxalement en manque de représentations probantes et fondatrices dans le cadre de l'environnement informatique. Bien que de nombreuses aides graphiques existent, c'est d'autres types de représentations, même langagières, qui manquent à ces modèles.

Ainsi, l'utilisation musicale de la synthèse s'articule souvent plus en l'établissement de systèmes de représentations et d'intégration dans des contextes musicaux qu'à un seul usage tourné vers la recherche de sonorités originales.

## 2.1. Mises en œuvre au premier degré

Plusieurs procédures de modélisation physique sont disponibles au sein des différents langages informatiques musicaux. Ces modèles se caractérisent au premier abord par la singularité des paramètres mis en jeu en regard de ceux habituellement rencontrés dans les modes de synthèse de signal. Cette approche peu apparaître comme assez restrictive si l'on se contente simplement de penser la création sonore comme relevant seulement d'un réglage habile de ces paramètres. On retrouve ici les restrictions déjà formulées à l'encontre des modèles physique il y a quelques décennie par Jean-Claude Risset : « À première vue ils sont moins porteurs d'innovation que les modèles de signal, puisqu'ils restaurent dans l'ordinateur les limitations acoustiques ». [1]

Examinons deux archétypes de construction de dispositifs cartographiant quelques questions relevant de ce paradigme de la modélisation physique.

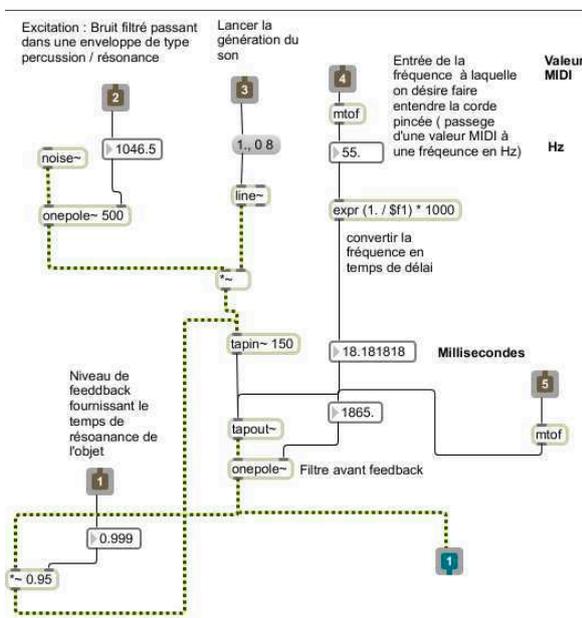


Figure 1. Configuration de base pour une mise en œuvre de l'algorithme de Karpus Strong

Ce schéma nous montre comment la formalisation d'un son de corde pincée peut passer par un processus de synthèse. Cet algorithme de modélisation physique, déjà ancien, nous semble emblématique. Il pourrait apparaître comme clos dans l'usage imitatif auquel il semble strictement destiné. Une exploration plus extensive de ses potentialités peut cependant encore donner des résultats tout à fait originaux et personnels.

On y remarque déjà une pensée sur le son scindée en deux entités distinctes : d'un côté celle du principe sonore et de l'autre celle des modes d'excitation. La génération du son est articulée autour de l'idée de fixer un temps de délai selon la fréquence que l'on désire

obtenir<sup>1</sup>. On connecte à l'entrée de cette ligne retard un très bref stimulus sonore. En réinjectant dans le système même cet assemblage on obtient une mise en résonance à la hauteur précise que l'on a fixé. On en maîtrise la l'extinction progressive en dosant ce pourcentage de feedback et en appliquant filtre passe bas juste avant cette réinjection.

Une rapide apparition disparition de bruit blanc (quelques millisecondes) figure un plectre, ou tout autre objet imaginaire, afin d'exciter le dispositif. Le filtre qu'on peut lui appliquer à ce son engendre un pincé plus ou moins dur et brillant. Passé la phase mimétique, tout un travail musical s'ouvre, en explorant de multiples modalités d'excitations : différentes enveloppes dynamiques, excitations par des sons acoustiques etc. Il est bien entendu intéressant de penser à une multiplication de lignes de retard, ouvrant par exemple à la possibilité de création d'espaces multi résonants

L'exemple suivant met en œuvre une modélisation d'objets physiques un peu plus avancée. Le patch écrit en en Max msp entre en relation avec un script extérieur par le biais de l'objet *modalys~* (développé à l'IRCAM). Ce script est généré par une programmation écrite au préalable en langage Lisp. Ce programme met en œuvre la bibliothèque et le moteur de synthèse modale, *Modalys*. En voici le listing complet qui s'achève par l'instruction de création du script utilisable depuis Max msp.<sup>2</sup>

```
(new)
;-----
; Contrôleur permettant de faire varier la tension
; de la membrane depuis Max msp
;-----
(defvar tension-ctrl)
(setq tension-ctrl
 (make-controller 'dynamic 1 -1 1500 "tension"))
;-----
; Définition et paramétrage de la membrane
; circulaire
;-----
(setq membrane (make-object 'circ-membrane
 (modes 90) (radius 0.7) (tension tension-ctrl)
 (freq-loss .07) (const-loss 0.5)))
;-----
; Définition d'un point d'entrée sur la membrane du
; signal d'excitation depuis Max msp
;-----
(defvar point-entree)
(setq point-entree (make-point-input 0 150))
```

<sup>1</sup> Formule de calcul du temps de délai :  $[(1/f)*1000]$  où  $f$  = la fréquence de vibration de la « corde » que l'on désire obtenir.

<sup>2</sup> Il est possible également d'utiliser un dispositif d'aide à la construction de script directement depuis Max msp, mais dans ce cas précis, nous sommes passé par la programmation en lisp et la conversion automatique en script.

```
(defvar entre-signal)
(setq entre-signal (make-controller 'signal 1 point-
entree))
;-----
; Connexion membrane signal
;-----
(setq membrane-sig (make-access membrane (const
.333 45) 'normal))
(make-connection 'force membrane-sig entre-signal)
;-----
; Point d'écoute sur la membrane
;-----
(setq membrane-out (make-access membrane (const
.21 90) 'normal))
(make-point-output membrane-out)
;-----
; création du script pour exploitation depuis Max
msp
;-----
(save-script (make-pathname-in-directory-of-source
file "membrane.mlys"))
```

Le programme « fabrique » une membrane circulaire de 70 cm de rayon et de tension variable. Il définit différents dispositifs de contrôle permettant d’agir sur cet objet. L’excitation de la membrane se fait par application un signal en un point précis de sa surface. Le signal est interprété comme une force exprimée en Newton, variant à la fréquence d’échantillonnage.

Un développement du modèle consisterait à diversifier les modes d’excitations : frotter, frapper, souffler etc. L’exécution de ce programme ne produit pas de résultat sonore (d’autres instruction seraient nécessaires) mais génère dans sa dernière ligne le script qui sera directement adressable depuis l’objet *modalys~* dans un patch Max msp. Comme on le voit, on peut se représenter cette première étape comme la figuration d’un dispositif instrumental destiné à être mis-en œuvre. Ici réside l’originalité, sans doute radicale, de ce mode de synthèse.

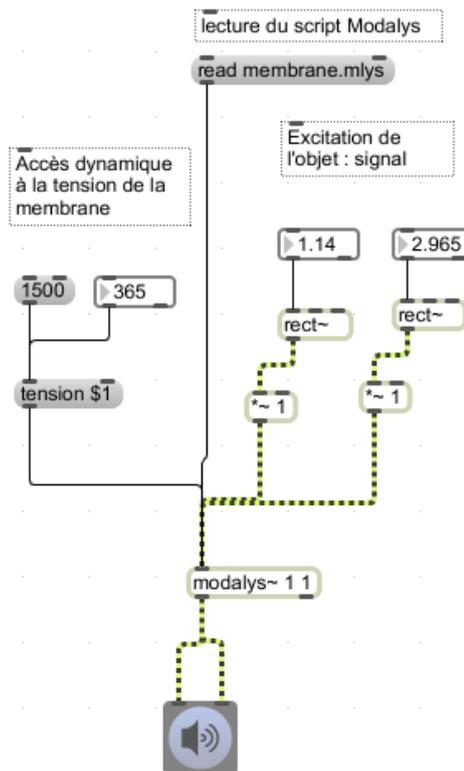


Figure 2. Patch Max msp permettant l’exploration en temps réel du programme Modalys.

Le patch reproduit ici, présente un aménagement minimal qui permet de faire fonctionner le script issu de Modalys. Au delà de la mise en œuvre pratique, s’ouvre alors un territoire complexe qui vise à développer une pensée musicale autour d’un tel dispositif et de ses extensions. S’il est à l’évidence possible d’oublier le modèle dans son aspect mathématique et la virtualité qu’il met en acte, il semble en revanche que la métaphore et l’image ne peuvent complètement s’absenter d’une pensée musicale qui se construit à partir d’un tel système. Le vocabulaire même y conduit : il s’agit non pas de construire un phénomène sonore depuis ses composantes fondamentales mais d’imaginer des modes d’excitations d’un objet : de figurer des jeux d’énergie, de penser le son comme geste instrumental, à considérer l’instrument comme *réseau de contraintes* comme l’affirme Mauro Lanza [2]. Tout comme le paradigme de la synthèse granulaire dépasse le seul énoncé de son schéma initial, la concaténation de molécules sonores, le modèle physique (et sans doute tout mode de synthèse) conduit à des formalisation spécifiques et donc à des stratégies spécifiques de composition. Un seul usage *timbral* risquerait de rendre anecdotique ces catégories sonores s’il n’était prolongé par des considérations sur l’implication de la typologie du mode synthèse sur l’acte même de composition.

## 2.2. De l'énergie comme modèle esthétique

Ainsi, la question des modèles physiques, pour peu que l'on désire en penser un usage original, s'engage du côté de la représentation métaphorique du geste et de l'énergie. Le paradigme des musiques électroacoustiques s'est souvent trouvé dépassé par d'autres questions que celles liées à la recherche de sons nouveaux. Si composer des timbres reste un horizon, l'usage montre que ce seul objectif ne peut circonscrire la totalité de la pratique. La mise à plat de la chaîne causale de la production du son musical que ces musiques impliquent, conduit à une prise en considération d'autres valeurs que celles de la création de timbres.

La figuration des mouvements d'énergie dans une perspective esthétique où viennent s'agréger des formulations et des images d'une certaine recombinaison utopique nous apparaît comme un horizon fécond pour l'usage des modes de synthèse, particulièrement ceux qui impliquent une modélisation physique. Comment instrumentaliser alors ces données de la synthèse ?

En exploitant les modes d'excitation et des configurations d'objets de plus en plus complexes, on obtient un ensemble sonore que l'on peut qualifier d'événements, dans le sens ou le processus génératif introduit par l'utilisation d'une figuration de l'énergie devient une part active de l'écoute. Il est également possible de rendre réelle l'idée d'une recombinaison utopique d'instruments ou d'objets : des dimensions improbables, des modes d'excitations impraticables, des effets de matières qui tout en maintenant un lien de plausibilité avec le réel en font entendre des configurations chimériques.

C'est pour cela que le lien avec la réalité physique qui peut sembler au départ une limitation en regard des modes de synthèse de signal devient dans ce cas une richesse dans la mesure où il institue dans l'imaginaire auditif un statut à la causalité des sons, avec ce paradoxe intéressant que cette causalité devient à son tour une donnée paramétrable, susceptible d'être formalisée par une écriture.

La formalisation ne peut s'organiser en dehors des prédicats du modèle. C'est à dire : c'est en regard de la représentation des éléments que met en œuvre le mode de synthèse qu'il s'agit d'imaginer des accès, des interfaces et des images pour lier le tout. La structuration même de l'écoute, quand bien même celle-ci ne passerait que par l'acousmatique est engagée dans tout dispositif de création sonore. L'imaginaire qui s'y déploie nécessairement demeure un fondement et un axe de composition. Ainsi dans sa part procédurale le modèle physique restitué à la nature sonore sa dimension causale et événementielle même s'il est possible de la considérer dans sa phase de calcul comme une forme d'interface particulière pour une synthèse additive. (Situation surtout vraie pour la synthèse modale)

Pourtant, pour peu que l'on adopte une attention plus phénoménologique, la synthèse modale ouvre des

perspectives vers des événements sonores singuliers. « L'effet de réel » prend ici une dimension toute particulière et fondatrice ; l'obtention d'un rendu hyperréaliste, si l'on admet ce terme en analogie avec ce mouvement pictural des années 70 ou les représentations glacées et distancées procurait au spectateur un sentiment d'étrangeté dû au mode de rendu du réel. La synthèse modale institue dans la perception l'idée de matière, d'énergie et d'interactions entre des objets animés par la force. Dans ce cadre il devient tout aussi important de concentrer l'opération musicale non seulement sur un travail strictement de timbre mais également sur des propositions sonores mettant en musique ces jeux de forces.

## 3. POUR UNE ESTHÉTIQUE DE LA SYNTHÈSE

Le son issu de la synthèse sonore maintient une relation avec le réel en dépit d'une apparente autonomie de structure. Cette étrangeté radicale en constitue la force, celle qui conduit à la spécification d'une invention. On sait bien que la synthèse n'a pas de véritable vocation mimétique. L'imitation de timbre acoustique ne peut se définir comme son objectif, bien que cette perspective ne soit pas sans intérêt dans l'optique d'une compréhension du phénomène du son musical. La mobilité, la fluidité, la plasticité sont les qualités reconnues de la synthèse sonore. Pourtant, au-delà de ces données c'est la figuration d'une dynamique, d'un ancrage événementiel qui apparaît comme une voie pour la composition.

Cette construction d'effets de réels se rencontre dans les musiques populaires qui font usage intensif de l'électronique. La nature machinique y devient graphique et productrice de fictions et d'images. Des musiques « planantes » des années 70 à la mosaïque du mouvement techno ou electro actuels on ne peut considérer leur rendu sonore comme indépendant de l'imagerie qui se construit en parallèle des dispositifs de fabrication ; ordinateurs, synthétiseurs, boîtes à rythmes, mais aussi la masse imposante des « Sound systems », l'imaginaire organique qui se dégage des câblages et des connections même quand celles-ci demeurent virtuelles.

Un mode de synthèse, par delà ses performances propres à offrir une palette variée de sonorités, fonctionne également comme un stimulant de l'imaginaire, comme une base scénaristique. Le mode de synthèse est en ce sens une figuration de différentes réalités autant qu'une ensemble de procédures.

### 3.1. Chemins de l'inouï

Ce qui n'a jamais été ouï : tel pouvait sembler être une partie du programme des initiateurs des musiques concrètes ou électroniques de la fin des années 40. Pourtant, une telle volonté semble avoir dû,

restreindre ses ambitions, ou du moins les recentrer vers une relation plus dialectique en considération des différentes dimensions de l'écoute. Il s'avère indispensable de lier l'attachement au son comme effet sensoriel à celui de sa valeur de support d'information et de sens. Ainsi, le timbre comme valeur isolable, indépendante de toute relation causale, même la plus indirecte, apparaît comme difficilement atteignable, sans doute à mettre en relation avec l'impossible pensée d'un être fantastique qui ne soit pas composé avec des éléments d'êtres réels.

Entendre apparaît de ce fait comme un acte indéfectiblement lié à l'élucidation et à la reconnaissance. L'étrangeté radicale, en matière sonore, apparaît comme une aporie tant une relation événementielle est liée au phénomène sonore, y compris dans la musique qui se propose de faire jouer le son et l'écoute pour eux-mêmes, dans une valorisation de la sensorialité sonore.

Ainsi, la musique de la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle a hautement développé des techniques et des esthétiques qui se réclament d'une création fondée une certaine figuration de l'inouï. Elle agit sur le plan pratique soit par transformation de sons existants, soit en court-circuitant tout passage par l'acoustique mécanique avec les différents modèles de synthèse. Tout cet ensemble a paru annoncer l'avènement d'une catégorie de sons sans précédents ni référents et posant à la perception auditive les défis les plus fondamentaux. Il a pu apparaître que la voie était ouverte à un monde sonore qu'aucune contrepartie issue du *monde réel* ne déterminerait. La situation acousmatique qui instaure une écoute sans relation à la cause n'a cependant pas pleinement institué ces mondes sonores, littéralement dégagés de toute nécessité d'identification. Même les *images de sons* tels que François Bayle les formalise ne semblent pas échapper à cette relation dans la mesure où précisément elles doivent faire image.[3] Cette sujétion au réel a au contraire permis de mettre l'accent sur la multitude des relations au monde présentes dans chaque événement sonore, même le plus engagé dans une pensée musicale immersive ou sensorielle.

Quelques décennies de pratiques nous montrent que le son envisagé dans un contexte musical apparaît comme difficilement affranchi de toute relation causale. Le dispositif instrumental assure par la présence de l'objet et des gestes qu'il implique le lien de causalité en adéquation avec ces gestes et un certain caractère qui demeure figuratif. Les procédures de l'électroacoustique interrogent l'ensemble de ces déterminations. Ainsi, il s'agit de discuter le fait qu'une rupture radicale avec toute évocation causale ne peut intégralement s'envisager, et que les mécanismes de l'écoute agissent toujours dans le sens de l'institution d'une figuration. Un objectif artistique à suivre est d'explorer cette proposition avec les différentes modalités de création sonore que développent les techniques d'analyse de synthèse et de transformation des sons. Il devient alors possible de poser l'hypothèse que la métamorphose de

l'écoute se fonde sur la territorialisation du sonore dans le champ du réel.

#### 4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La pensée pionnière des musiques électroacoustiques s'est affirmée comme celle qui allait ouvrir la musique à un océan de sons, considéré comme un milieu naturel qu'il est possible de modeler. Elle instrumentalise une pensée sonore qui affirme la capacité d'abstraire l'écoute de toute évocation d'un principe causal, de tout système langagier. Pourtant, la musique qui fait appel à la synthèse sonore, comme celle des sons transformés, ne peut totalement se dégager de cette idée que c'est le dispositif et la construction du sonore qu'il engage qui constituent et déterminent l'acte musical, que celui-ci passe par le jeu ou par la composition. Le son sans cause, celui qui parle directement à la pensée reste de domaine de l'improbable. On en soupçonne même ses débords inquiétants. Tout son est, semble-t-il, indéfectiblement attaché à ce fait d'être le son de quelque chose, tout en affirmant un statut sensoriel propre et autonome. C'est à la création musicale qu'il revient de jouer sur ces frontières.

#### 5. REFERENCES

- [1] Risset Jean-Claude, *Synthèse et Matériau Musical*, Les cahiers de l'IRCAM, la synthèse sonore, 1993
- [2] Lanza Mauro, *Retour du refoulé. La contrainte instrumentale en milieu informatique*, Révolutions industrielles de la musique, Cahiers de médiologie 18, Fayard, 2004
- [3] Bayle François *Musique acousmatique : propositions... positions*, Buchet/Chastel, Paris, 1993