

## Introduction

La musique a toujours été un terrain d'expérimentation privilégié de l'informatique. Les raisons en sont multiples, mais la principale est peut être que la musique entretient des rapports serrés avec les mathématiques, à la fois du discret et du continu. En effet, la discrétisation de la musique tonale (l'échelle dite tempérée aujourd'hui) depuis le XVIIe siècle permet d'employer de nombreux modèles mathématiques qui se prêtent aisément à l'informatisation. De même, la compréhension physique des structures vibrantes est à la base de la théorie spectrale de Fourier qui est au centre de la physique des signaux musicaux. Ce rapport dialectique entre discret et continu se transpose directement en musique avec l'opposition signe (la note, la partition) et signal (physique), **d'où le sous-titre de ce livre.**

Ainsi, des applications musicales de l'informatique ont vu le jour avec l'apparition des premiers ordinateurs. On cite souvent les fameuses compositions de Hiller et Isaacson, réalisées entièrement par ordinateur en 1957 [HIL 59], à l'aide d'un programme comprenant quelques règles simples d'harmonie. Plus tard et en France, Pierre Barbaud reprend ces techniques et développe des automates musicaux avec lesquels il compose des jingles et musiques de films [BAR 66].

Mais l'application de l'informatique à la musique ne se limite pas à la réalisation d'automates. Aujourd'hui, toute la gamme des usages de la musique fait appel, voire relève directement de l'informatique : de la composition à la synthèse sonore, de la spatialisatation aux systèmes musicaux interactifs, de la compression à la distribution de musique par réseaux.

Ce livre n'a pas pour but de proposer un panorama exhaustif de la discipline. Celle-ci est déjà trop complexe pour se prêter à une telle entreprise. On peut citer néanmoins le *Computer Music Tutorial* de Curtis Roads (1996), qui présente un

---

Introduction rédigée par François PACHET et Jean-Pierre BRIOT.

panorama relativement complet, mais qui malgré sa taille, ne peut traiter des divers sujets véritablement en profondeur.

L'objet de ce livre est plutôt de montrer que l'informatique musicale n'est pas – n'est plus – une simple collection de travaux plus ou moins isolés, mais une discipline à part entière. Même si l'informatique musicale est déjà fortement structurée en sous-domaines, nous avons choisi de la présenter de manière continue, par un parcours sillonnant le vaste chemin qui mène du signal physique au signe musical. Nous avons ainsi identifié un nombre restreint de thèmes (dix) qui se prêtent particulièrement bien à une description pédagogique de niveau ingénieur, et qui peuvent être vus comme des points d'entrée dans ce vaste paysage. Chacun de ces thèmes est suffisamment stabilisé pour faire l'objet de cours (DESS, DEA ou équivalent).

Ces thèmes sont classés en fonction de leur position dans le parcours « signal » « signe » qui n'est bien sûr qu'un parcours possible dans la discipline.

Le chapitre 1, par Boris Doval, traite de l'analyse des signaux audio par des techniques spectrales (Fourier). Ces analyses sont souvent la base de toutes les applications ayant à manipuler des signaux musicaux, que ce soit pour l'analyse de contenus (indexation) ou pour les applications temps réel.

Le chapitre 2, par Sylvain Marchand, traite d'une technique particulière de synthèse, la synthèse additive, domaine particulièrement spectaculaire, et qui monte en puissance, avec la disparition progressive des synthétiseurs *hardware* analogiques et l'importance nouvelle des cartes sons et autres périphériques audio pour les jeux vidéo.

Le chapitre 3, par Véronique Larcher et Arnaud Laborie, traite du problème de la spatialisation de sources sonores, qui connaît aujourd'hui de nombreuses applications, en particulier avec l'apparition de la norme 5.1 utilisée entre autres pour le *home cinéma*.

Le chapitre 4, par Yann Orlarey, traite des problèmes particuliers posés par le temps réel en informatique musicale. Dans ce domaine lui-même très riche, nous nous sommes concentrés sur les problèmes d'ordonnancement (*scheduling*).

Le chapitre 5 de Dominique Fober, Stéphane Letz et Yann orlarey, traite quant à lui du rapport entre langages haut niveau et ordonnancement bas niveau, prenant l'exemple de MidiShare comme architecture canonique pour traiter ce problème.

Le chapitre 6, par Marc Chemillier, traite des problèmes algébriques liés à la modélisation de langages musicaux par grammaire et automates. Ce domaine, qui

existe depuis les toutes premières applications de l'informatique (les automates de Hiller et Isaacson ou de Barbaud) reste encore aujourd'hui d'actualité avec le besoin pressant d'outils de génération musicaux de plus en plus évolués.

Le chapitre 7, de Gérard Assayag et Carlos Agon, traite de la notion de « problème musical » et de sa résolution par des outils graphiques, particulièrement importante en composition assistée par ordinateur.

Le chapitre 8, par Myriam Desainte-Catherine, traite des représentations symboliques du temps en musique, cruciales pour toutes les applications à la fois analytiques et génératives.

Le chapitre 9, par Emiliios Cambouropoulos et Pierre-Yves Rolland, présente les techniques principales pour la détection de patterns dans des représentations symboliques de la musique (partitions, Midi).

Enfin, le chapitre 10, par François Pachet et Pierre Roy, traite des techniques de programmation par contraintes qui sont de plus en plus utilisées pour la génération de musiques de différents styles.

En outre, 3 chapitres traitent de problèmes techniques généraux à l'informatique musicale (et à d'autres domaines) :

- chapitre 11 : « l'analyse de Fourier », par Sylvain Marchand,
- chapitre 12 : « Mpeg – Une norme pour la compression, la structuration et la description du son », par Rémi Ronfard,
- chapitre 13 : « les normes Midi et MidiFiles », par Stéphane Letz.

Le choix de ces thèmes est justifié en particulier par les demandes fréquentes d'informations sur ces sujets de la part des étudiants, et par leur utilité centrale dans les applications récentes de l'informatique musicale.

## **Bibliographie**

- [BAL 92] BALABAN M., EBCIOGLU K., LASKE O., *Understanding Music with Artificial Intelligence*, AAAI Press/MIT Press, Menlo Park, 1992.
- [BAR 66] BARBAUD P., *Initiation à la Composition Musicale Automatique*, Dunod, Paris, 1966.
- [BLA 83] BLAUERT J., *Spatial Hearing*, MIT Press, Cambridge, 1983.
- [CHE 98] CHEMILLIER M., PACHET F., *Recherches et Applications en Informatique Musicale*, Hermès, Paris, 1998.
- [COP 91] COPE D., *Computers and musical style*, A-R Editions, Madison, 1991.

- [COP 00] COPE D., *The Algorithmic Composer*, A-R Editions, Madison, 2000.
- [DAV 90] DAVIS D.S., *A Computer Music Bibliography*, 2 volumes, A-R Editions, Madison, 1990.
- [POL 91] DE POLI G., PICCIALI A., ROADS C., *Representations of Musical Signals*, MIT Press, Cambridge, 1991.
- [HIL 59] HILLER L., ISAACSON L., *Experimental Music: Composition with an Electronic Computer*, McGraw-Hill, New York, 1959.
- [HOW 91] HOWELL P., WEST R., CROSS I., *Representing Musical Structure*, Academic Press, Londres, 1991.
- [ROA 96] ROADS C., *Computer Music Tutorial*, MIT Press, Cambridge, 1996.
- [ROA 89] ROADS C., *The music machine: selected readings from « Computer Music Journal »*, MIT Press, Cambridge, 1989.
- [ROA 87] ROADS C., STRAWN J., *Foundations of computer music*, MIT Press, Cambridge, 1987.
- [ROA 97] ROADS C., POPE S.T., PICCIALI A., DE POLI G., *Musical Signal Processing – Studies on New Music Research 2*, Swets & Zeitlinger, Lisse, 1997.
- [ROW 93] ROWE R., *Interactive Music Systems, Machine Listening and Composing*, MIT Press, Cambridge, 1993.
- [ROW 01] ROWE R., *Machine Musicianship*, MIT Press, Cambridge, 2001.
- [SCH 93] SCHWANAUER S., LEVITT D., *Machine Models of Music*, MIT Press, Cambridge, 1993.
- [TOD 92] TODD P.M., LOY D.G., *Music and Connectionism*, MIT Press, Cambridge, 1992.