

# Holophon : projet de spatialisation multi-sources pour une diffusion multi-haut-parleurs

Laurent Pottier

*GMEM - Centre National de Création Musicale – 15-17, rue de Cassis 13008 Marseille  
Tél. : 04 96 20 60 10- Fax : 04 96 20 60 19 – e-mail : gmem@gmem.org*

---

## Résumé :

Ce texte présente deux logiciels réalisés au GMEM pour la spatialisation du son. Le premier, « Holo-Edit », permet de programmer des trajectoires sonores dans un espace bi-dimensionnel. Il contient un éditeur sophistiqué permettant à l'utilisateur de dessiner des trajectoires pour chaque piste sonore (jusqu'à 16 pistes) en fonction du temps. Il inclut également des fonctions automatiques pour la création ou la modification de ces trajets. Le second, « Holo-Spat », est un spatialisateur construit sous l'environnement Max/MSP qui contient l'ensemble des éléments généralement utilisés pour construire une acoustique virtuelle et y déplacer des sources sonores. Ce spatialisateur est modulable en fonction de la puissance de la machine disponible et du nombre de sources ou de haut-parleurs utilisés.

## Mots clé :

Spatialisation ; Temps réel ; Aide à la composition ; Traitement du signal ; Max ; MSP ; LISP ; Editeur graphique.

---

## 1. Introduction

Le GMEM s'intéresse à la diffusion de pièces électroniques spatialisées depuis longtemps. Devant le manque de logiciels permettant de réaliser facilement la mise en espace du son multi-pistes, le GMEM a lancé le projet Holophon. Ce projet avait pour but la réalisation d'une application logicielle destinée à la spatialisation de multiples pistes sonores vers un système de diffusion multi-haut-parleurs.

A l'heure actuelle, deux logiciels ont été mis au point : un éditeur de trajets sonores, **Holo-Edit**, et un spatialisateur, **Holo-Spat**.

## 2. Holo-Edit

Holo-Edit est un éditeur graphique et algorithmique pour la programmation de trajets sonores diffusés sur un système multi-haut-parleurs. Holo-Edit permet de contrôler divers types de spatialisateurs, dont en particulier le programme "Σ1" de la firme APBTools<sup>1</sup>, le spatialisateur Ircam "Spat"<sup>2</sup> et un spatialisateur réalisé par le GMEM sur Max<sup>3</sup>/MSP<sup>4</sup> : Holo-Spat .

---

<sup>1</sup> APB Tools est une entreprise de développement partenaire de la société Digidesign.  
APB Tools - Stromstr. 38 - 10551 Berlin – Allemagne ; APBTools@t-online.de

Holo-Edit permet d'une part de dessiner et d'éditer graphiquement des trajets de sources sonores dans l'espace et d'autre part de programmer automatiquement ces trajets ou de les modifier à l'aide de divers algorithmes.

Les trajets construits dans Holo-Edit peuvent être exportés vers le programme  $\Sigma 1$  ou tout programme de spatialisation pouvant lire des fichiers au format MIDI-File (cf. Figure 1).

Le lancement du programme Holo-Edit ouvre une fenêtre principale formée d'un éditeur graphique, de boutons de contrôle et d'indicateurs numériques (cf. Figure 2).

Les trajets peuvent être tracés graphiquement piste par piste à l'aide de la souris sur l'éditeur (cf. Figure 3).

Diverses fonctions offrent également la possibilité de générer des trajets automatiquement : cercles, spirales, oscillations, mouvements browniens...(cf. Figure 4).

La plupart des fonctions standard de déformations de figures sont également disponibles : symétries, rotation d'une forme, déplacement, élargissement...(cf. Figure 5).

L'utilisateur peut se servir d'un éditeur de texte pour programmer les trajets à l'aide de scripts au lieu d'utiliser les fonctions des menus et ainsi garder la description algorithmique de tous les mouvements qu'il a programmés.

Il est possible de visualiser et d'éditer la courbe de déroulement temporel des trajets. A partir de cet éditeur, les mouvements peuvent être accélérés ou ralentis graphiquement.

### 3. Holo-Spat

Nous avons construit un spatialisateur multi-sources et multi-sorties permettant de contrôler indépendamment et en temps réel les positions des sons dans l'espace.

Ce spatialisateur tient compte des paramètres perceptifs liés à l'éloignement des sources et à des facteurs d'acoustique des salles.

Il fonctionne sous l'environnement Max/MSP qui peut utiliser la plupart des cartes audionumériques du marché sur ordinateur Macintosh.

---

Sigma1 est un programme qui permet de distribuer plusieurs canaux sonores (jusqu'à 32 simultanément) sur un système de diffusion multi-haut-parleurs par enregistrement temps réel des mouvements de différentes sources sonores.

En 1997, GMEM a conclu un accord avec APBTools pour le développement d'un logiciel d'édition numérique et graphique pour le programme Sigma1.

<sup>2</sup> cf. <http://www.ircam.fr>

<sup>3</sup> Max est une marque déposée de Opcode Systems/Ircam

<sup>4</sup> MSP est une marque déposée de Cycling74

La spatialisation peut être effectuée soit à partir de « fichiers sons » numériques stockés sur l'ordinateur, soit à partir de sources sonores jouées en direct connectées sur les entrées de la carte audionumérique.

Avec ce spatialisateur, l'accent a été mis sur l'efficacité, de façon à pouvoir spatialiser indépendamment un grand nombre de sources indépendantes sur plusieurs haut-parleurs. A l'heure actuelle, Holo-spat permet par exemple de spatialiser 6 pistes sur 6 haut-parleurs sur un ordinateur G3-266MHz (75% du CPU) et 8 pistes sur 8 haut-parleurs sur un ordinateur G4-400 (65% du CPU).

Nous disposons donc maintenant d'un outil permettant l'utilisation en temps réel de divers contrôles sur la spatialisation :

- positionnement des sources dans l'espace grâce, par exemple, à des contrôleurs MIDI,
- synchronisation de divers mouvements préenregistrés (séquences MIDI) ou programmés dans Max,
- modification de paramètres globaux de la spatialisation (amplitudes des mouvements, acoustique de la pièce, distance des haut-parleurs, vitesse des mouvements...).

#### **4. Production musicale**

Holophon (avec Sigmal ou Holo-Spat) a été utilisé pour plusieurs pièces créées lors du festival du GMEM à Marseille, « Les Musiques 99 » :

- « Cantus Primus » d'Olivier Stalla pour contrebasse et dispositif électronique. La partie électronique et le son de la contrebasse étaient spatialisés avec le spatialisateur « Holo-Spat ». Le contrôle des mouvements de spatialisation était réalisé par la contrebasse elle-même dont le son était capté et analysé en direct pendant le concert. Le dispositif de spatialisation comprenait deux niveaux verticaux de 6 haut-parleurs chacun.
- « RYOANJI » de John Cage, interprété par Jean-Pierre Robert à la contrebasse et Isabel Soccoja à la voix. Les 10 pistes de la partie électronique étaient spatialisées en rotations décalées très rapides autour du public créant une impression de tourbillon (spatialisation avec Holo-Spat). Le dispositif de spatialisation comprenait deux niveaux verticaux de 6 haut-parleurs chacun.
- « 3 femmes archaïques » de Christian Philippon pour voix, contrebasse, échantillonneur et dispositif électronique multi-pistes spatialisé ; la partie électronique créée par le compositeur (16 pistes) a été spatialisée en utilisant Holo-Edit contrôlant le programme  $\Sigma 1$ . Le dispositif de spatialisation comprenait 8 haut-parleurs entourant le public.

Pour le festival « Les Musiques 2000 », la demande a doublé.

#### **5. Conclusion :**

La spatialisation du son devient un paramètre de plus en plus important dans la réalisation d'œuvres musicales faisant intervenir l'électronique.

« Qu'il s'agisse de la musique électroacoustique ou de l'art issu de l'ordinateur, la musique de notre temps est une musique de l'espace...la notion d'espace musical a caractérisé le style de notre époque. » [Hugues Dufourt – 1991].

Les compositeurs ont le sentiment que la prise en compte de ce paramètre leur ouvre de nouveaux champs d'expérimentation. Ils peuvent ainsi explorer l'Espace/Temps dans sa totalité et créer de nouvelles situations sonores en mouvement.

Comme John Chowning puis Steve MacAdams l'ont démontré [Risset – 1996], l'oreille peut séparer deux sons simultanés en regroupant les composantes sonores « cohérentes » affectées d'une même modulation vibratoire. C'est la cohérence des mouvements qui nous fait distinguer les différentes entités qui composent le son que nous entendons. Le mouvement dans l'espace de différentes couches sonores permet de jouer sur la « fusion/fission » de ces couches. Cet aspect de la spatialisation est certainement un des plus intéressants à étudier.

Nous souhaitons que le projet Holophon et ses prochaines évolutions fournissent aux compositeurs des outils permettant l'exploration d'un domaine où ils ont encore beaucoup à expérimenter et à découvrir.

#### **Références :**

François Bayle, *Musique Acousmatique, propositions...positions*, éd. Buchet Castel, Paris, 1993.

John Chowning, « The simulation of moving sound sources », *Journal of the Audio Engineering Society*, 19 : 2-6, 1971; *Computer Music Journal*, juin 1977.

Hugues Dufourt, « Timbre et espace », *Le timbre, métaphore pour la composition*, éd. Ch. Bourgois, Ircam, Paris, 1991.

Jean-Marc Jot, Olivier Warusfel, « Le Spatialisateur », *Actes de la conférence : « Le Son et l'Espace »*, éd. GRAME, Lyon, 1996.

Jean-Pascal Jullien, Olivier Warusfel, « Technologie et perception auditive de l'espace », *Les cahiers de l'Ircam*, (5), Ircam – Centre Georges Pompidou, mars 1994.

Laurent Pottier, « Dynamical spatialization of sound. HOLOPHON : a graphic and algorithmic editor for Signal », *Acts of DAFX 98*, Barcelone, 1998.

Laurent Pottier, Olivier Stalla, « Interpretation and space », *Book on Gesture*, sous la dir. de M. Battier et M. Wanderley, Ircam, Paris, 2000.

Jean-Claude Risset, « Calculer le son musical : un nouveau champ de contraintes », *La musique depuis 1945 – Matériau, esthétique et perception*, sous la dir. de H. Dufourt et J.M. Fauquet, éd. Mardaga, Liège, 1996.

## 6. Figures

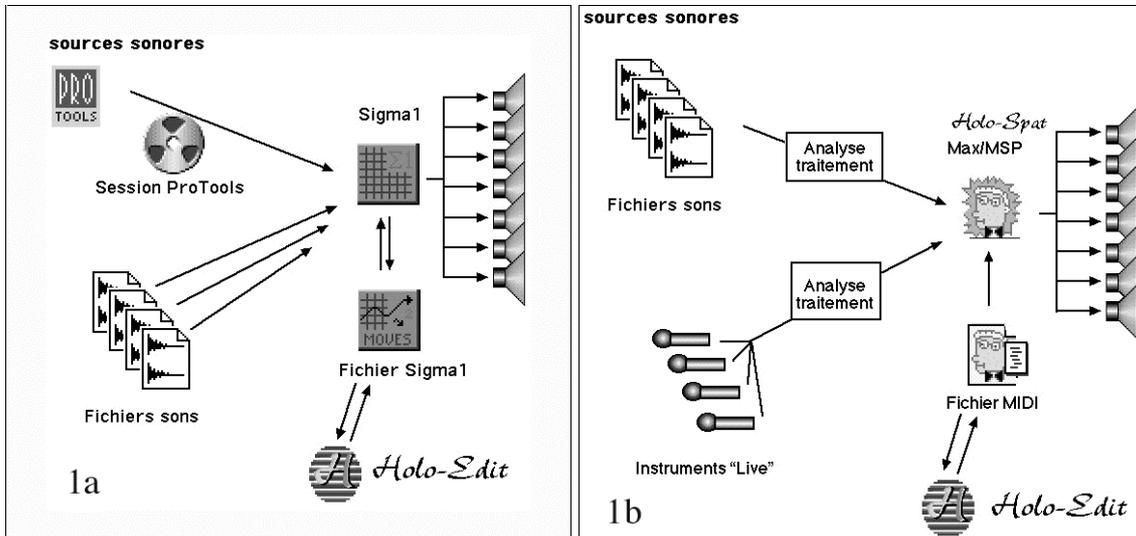


Figure 1 : relations d'échanges entre Holo-Edit et  $\Sigma 1$ (1a) ou entre Holo-Edit et Holo-Spat (1b).

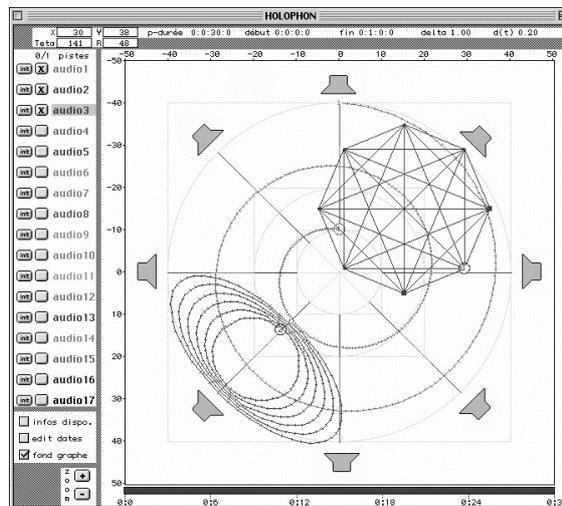


Figure 2 : Fenêtre principale d'Holo-Edit

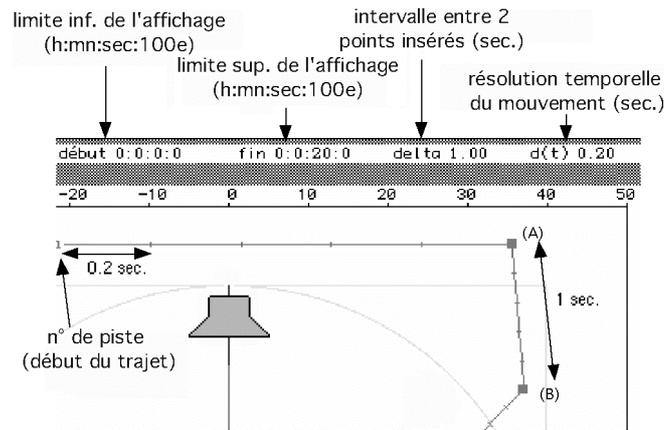


Figure 3 : tracé graphique d'un trajet dans Holophon,

**cercle-trajt**

### Entrez les paramètres

**piste à utiliser :**

**rayon initial sur X (%) :**

**rayon final sur X (%) :**

**rayon initial sur Y (%) :**

**rayon final sur Y (%) :**

**durée (sec.) :**

**angle de rotation total :**

**angle initial :**

**sens de rotation (0=horaire) :**

**points par seconde :**

Figure 4 : programmation de cercles et de spirales dans Holophon

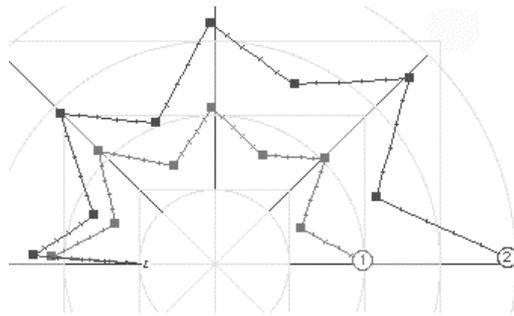


Figure 5 : étirement progressif de la forme du trajet 1 pour donner le trajet 2

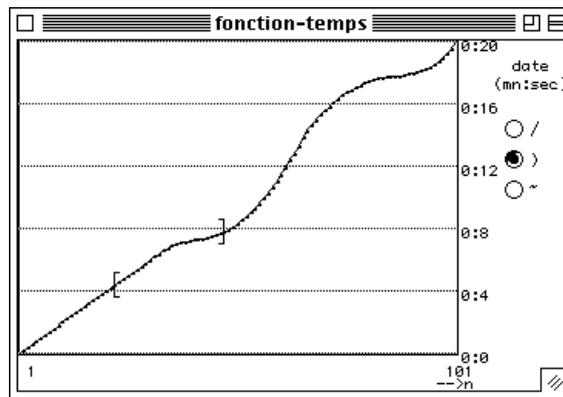


Figure 6 : éditeur temporel

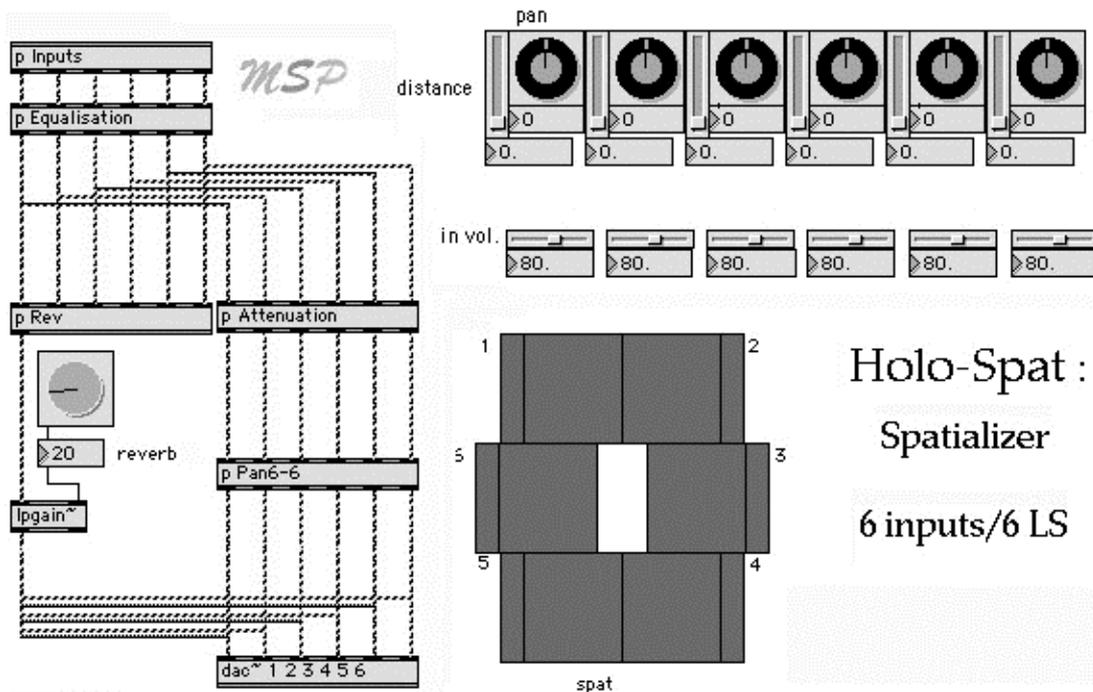


Figure 7 : Fenêtre principale d'Holo-Spat (sous Max/MSP)