

# Journée d'étude sur l'espace

3 décembre 04

## Les outils pour la spatialisation

- potentialités et limites
- relations entre les outils et le discours d'espace

*ProTools, Nuendo, Acousmodules, Holophon, EgoSound...*



# I- Logiciels audionumériques et travail de l'espace

L'étude d'une dizaine de logiciels va nous permettre de dégager :  
les avantages et les inconvénients de chacun  
et de mettre en évidence diverses façons de travailler l'espace

## 1) Deux catégories de logiciel

Les logiciels audio numériques standards tels que ProTools, Cubase, Nuendo, Logic audio, Digital Performer...

Les logiciels spécifiquement dédiés à la spatialisation du son : le spatialisateur de l'IRCAM, HoloEdit, Egosound, InMotion 3D Audio Producer, Maven3D Pro (logiciel de composition 5.1) et les *plug-ins* vst Acousmodules (J.M. Duchenne).

## 2) Spatialisation dans ProTools

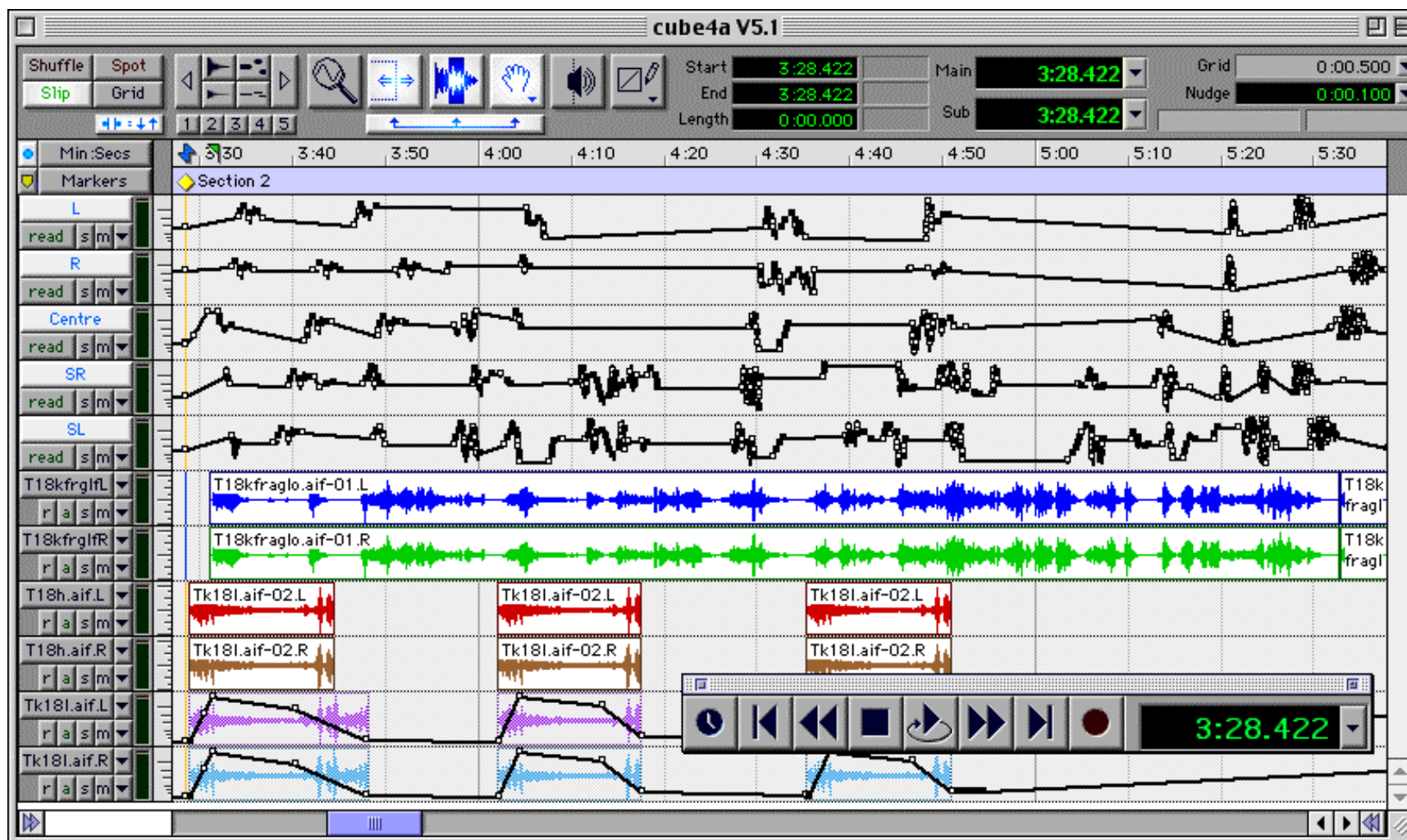


Figure 1 : ProTools : page d'édition  
2 pistes audio (plus quelques ajouts ponctuels) spatialisées vers un dispositif 5.1



**Figure 2 : ProTools : page de mixage**

La sortie des 2 pistes stéréo est affectée aux bus internes 1 et 2.

**bus 1-bus 2**

Les pistes L R C SR SL sont des pistes auxiliaires qui servent à contrôler les volumes sur les sorties 5.1

**c** Les carrés de couleurs indiquent la mise en service de contrôleurs MIDI externes.





Figure 3 : Il est bien sûr possible de dessiner les courbes à la main...

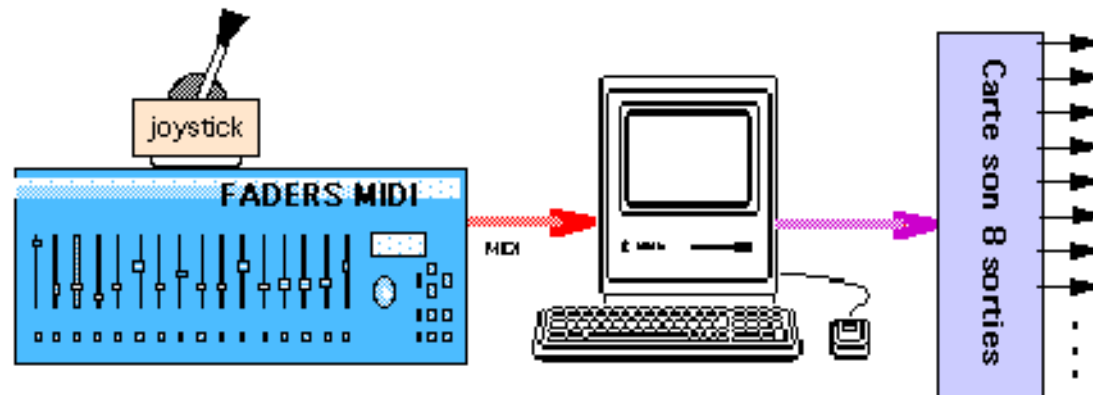


Figure 4 : ...mais, il est souhaitable de piloter la spatialisation par des contrôleurs gestuels externes : *Fader master*, pédale ou joystick

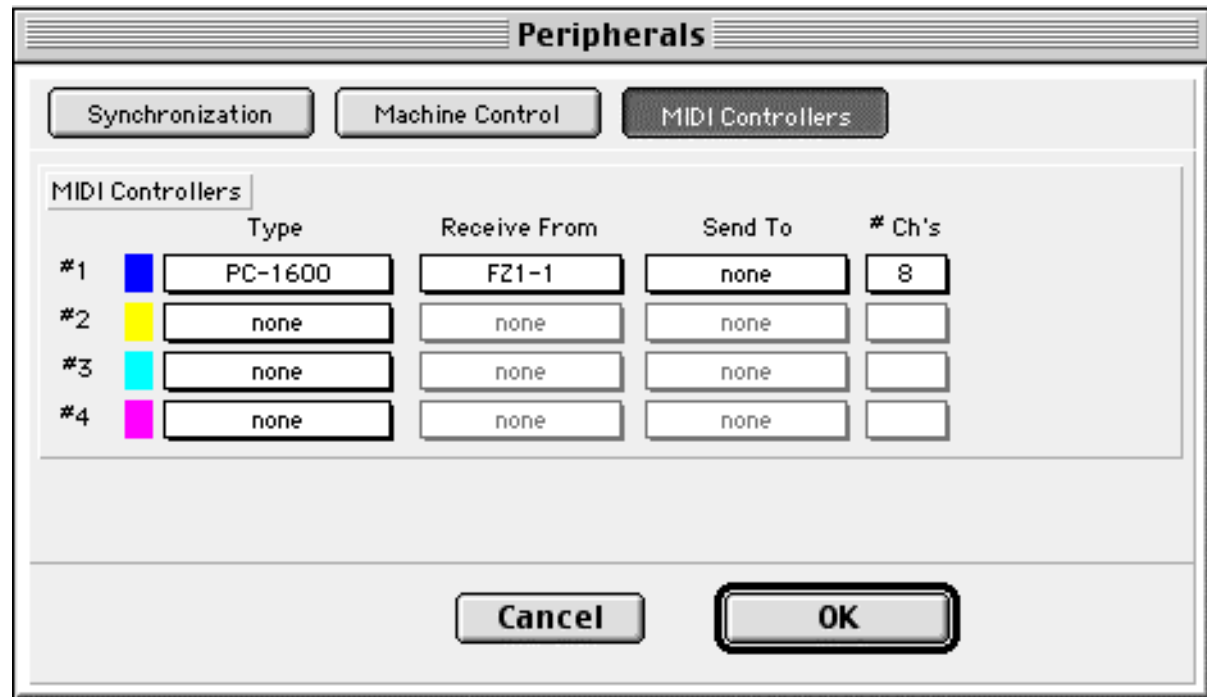


Figure 5 : ProTools : connexion d'un périphérique

### 3) Spatialisation dans ProTools (bilan)

- Avantage :**
- chaque sortie peut être contrôlée individuellement -> précision extrême
- Inconvénients :**
- chaque sortie doit être contrôlée individuellement -> complexité
  - difficile de réaliser une figure d'espace spécifique
  - difficile d'imaginer une figure d'espace en regardant les courbes dessinées
  - ProTools ne gère que des pistes mono (ou stéréo dans la version 6)
  - L'ergonomie de ProTools est excellente pour le mixage, beaucoup moins bonne pour l'espace.

**Raison :** le couplage « geste – résultat » est d'ordre 1  
(un potentiomètre pilote l'amplitude d'une sortie).

En l'absence de contrôleurs gestuels externes, la réalisation de **figures d'espace** est un casse-tête. Il faut se contenter de **placements ou positionnements** (ou de mouvements très lents et très simples).

L'utilisation d'un *fader master* met le compositeur dans la situation d'un interprète d'espace en concert avec l'avantage de pouvoir boucler, revenir en arrière, effacer, muter une piste...

Note : l'utilisation d'un joystick pour piloter des déplacements du son dans un plan XY requiert donc une adaptation du type : insérer un *patcher* Max qui assure la conversion adéquate.



## 4) Spatialisation dans Nuendo

The image displays the Nuendo software interface, focusing on the VST Instruments and Mixer sections. The VST Instruments rack shows two tracks: MARACAS 04 (Mono) and MARACAS 05 (Mono). The Mixer section shows the following settings for MARACAS 05:

- Volume: 0.00
- Panner - X Pos. Right: R 50
- Rendre Muet: Éteint
- Panner - Y Pos. Right: F 17

The Mixer section also shows two tracks labeled MARACAS P. The audio waveform for MARACAS 05 is visible, showing a green signal with a peak level of -26.1 dB. The SurroundPanner plugin window is open, showing a 5.1 surround field with the following settings:

- Mode: Standard
- Center: 100%
- LFE: -∞dB
- Mono Mix: -3dB
- Mo./St.: Mo./St.
- PanLaw: 0.0dB
- Front: 0.0%
- Rear: 0.0%
- F/R: 0.0%
- Volume: 0.0dB

The SurroundPanner window also shows a 3D spatialization diagram with the following values:

- L: -∞
- C: -5.5
- R: -5.4
- SG: -26.1
- SD: -7.6

## 5) Spatialisation dans Nuendo (bilan)

Nuendo offre des fonctionnalités de base similaires à ProTools : pistes audio et MIDI, automatisations...

Nuendo présente d'autres fonctionnalités intéressantes pour la spatialisation du son :

- 4 édition MIDI beaucoup plus développée ;
- 4 accepte les plug-in VST ;
- 4 panoramiques sur n haut-parleurs (surround pan)  
avec des « caractéristiques acoustiques réglables » ;
- 4 gestion de pistes mono, stéréo, quadriphonique, 5.1, 6, jusqu'à 12 canaux

**Avantages :**

- en mode automation piste à piste (idem ProTools), chaque sortie peut être contrôlée individuellement -> précision extrême  
couplage geste - résultat d'ordre 1  
création de plan sonores / placements ou positionnements
- en mode surround pan, plusieurs sorties sont contrôlées simultanément  
couplage geste – résultat d'ordre n (n HP) -> virtuosité  
création de figures d'espaces (à la souris ou avec un joystick externe)
- en mode surround pan, on peut simultanément : voir le signal audio, faire le geste d'une figure d'espace et entendre le résultat sonore

**Inconvénients :**

- difficile d'imaginer une figure d'espace en regardant les courbes dessinées ; d'où difficulté pour retoucher une figure d'espace imparfaite (un bon résultat est lié à la réussite du geste)
- impossibilité (ou difficulté) de réaliser des figures jouant sur la masse spatiale.

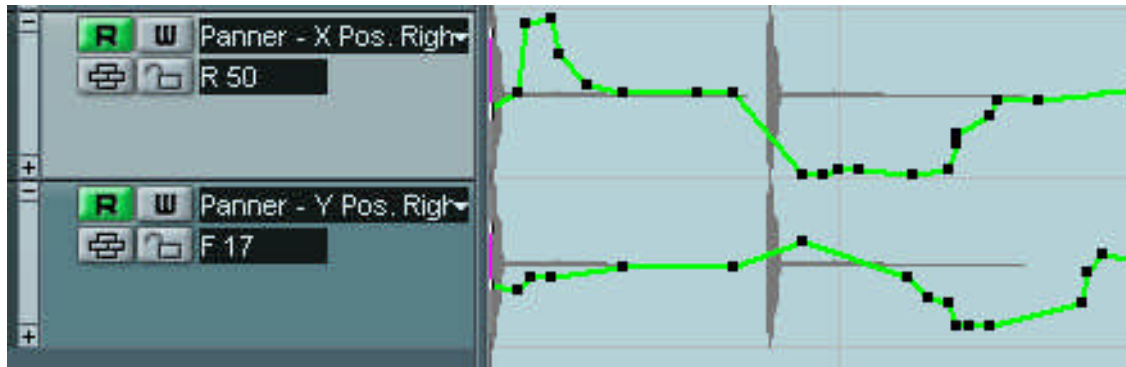


Figure 6 : Quelle est la figure d'espace dessinée ?

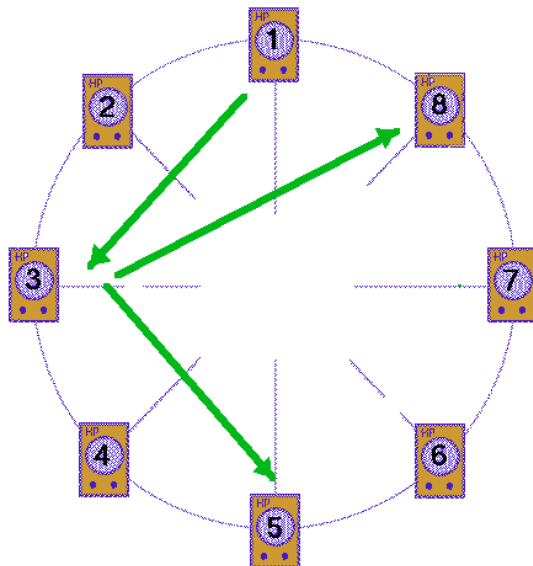


Figure 7 : changement de masse spatiale

Le mode surround pan contraint les déplacements.

La figure d'espace ci-contre  $\left( 1 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \right)$  n'est pas réalisable :  
c'est à dire contrôler indépendamment l'amplitude de 2 haut-parleurs (non-voisins).

Le **changement de masse spatiale** est possible uniquement en dessinant les courbes d'automatisation ; ce qui est fastidieux !

## 6) Intermède : premier bilan inspiré de l'étude de ProTools et Nuendo

### a) Problème de représentation et d'ergonomie

Nous avons montré les fonctionnalités de ProTools et de Nuendo en matière de spatialisation du son.

Ces deux logiciels sont basés sur le même paradigme : celui du séquenceur MIDI ou audionumérique.

Tous les signaux (MIDI, audio, automatisations...) sont représentés sur un graphe à 2 dimensions (où le temps est en abscisse).

Ces 2 logiciels présentent le même inconvénient (inhérents à leur principe de représentation)

- difficulté pour imaginer une figure d'espace en regardant les courbes dessinées ;  
d'où difficulté pour retoucher une figure d'espace imparfaite
- impossibilité (ou difficulté) de réaliser des figures jouant sur la masse spatiale.
- **problème d'ergonomie** : un bon résultat (de spatialisation) est lié : :  
au dessin et aux retouches fastidieuses de n courbes d'amplitudes  
au hasard de la réussite d'un geste (qu'on peut difficilement retoucher)

### **b) Problème de dimension**

Il est impossible de représenter une figure d'espace dans un graphe à 2 dimensions (où le temps est en abscisse), car :

Si l'on a  $n$  haut-parleurs dans un plan  $XY$ , il est nécessaire de pouvoir représenter les mouvements  $XY$  en fonction du temps, soit 3 dimensions !

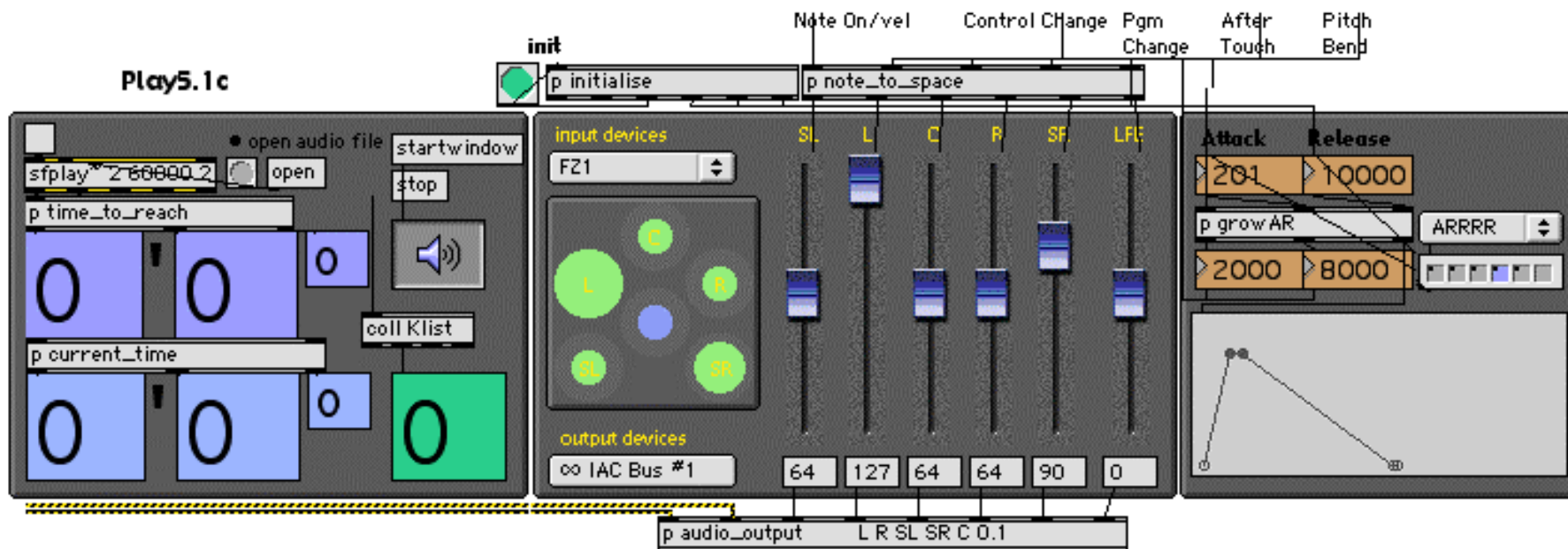
Si l'on a  $n$  haut-parleurs dans un espace  $XYZ$ , il est nécessaire de pouvoir représenter les mouvements  $XYZ$  en fonction du temps, soit 4 dimensions !



## 7) Spatialisation avec les Acousmodules (J.M. Duchenne)

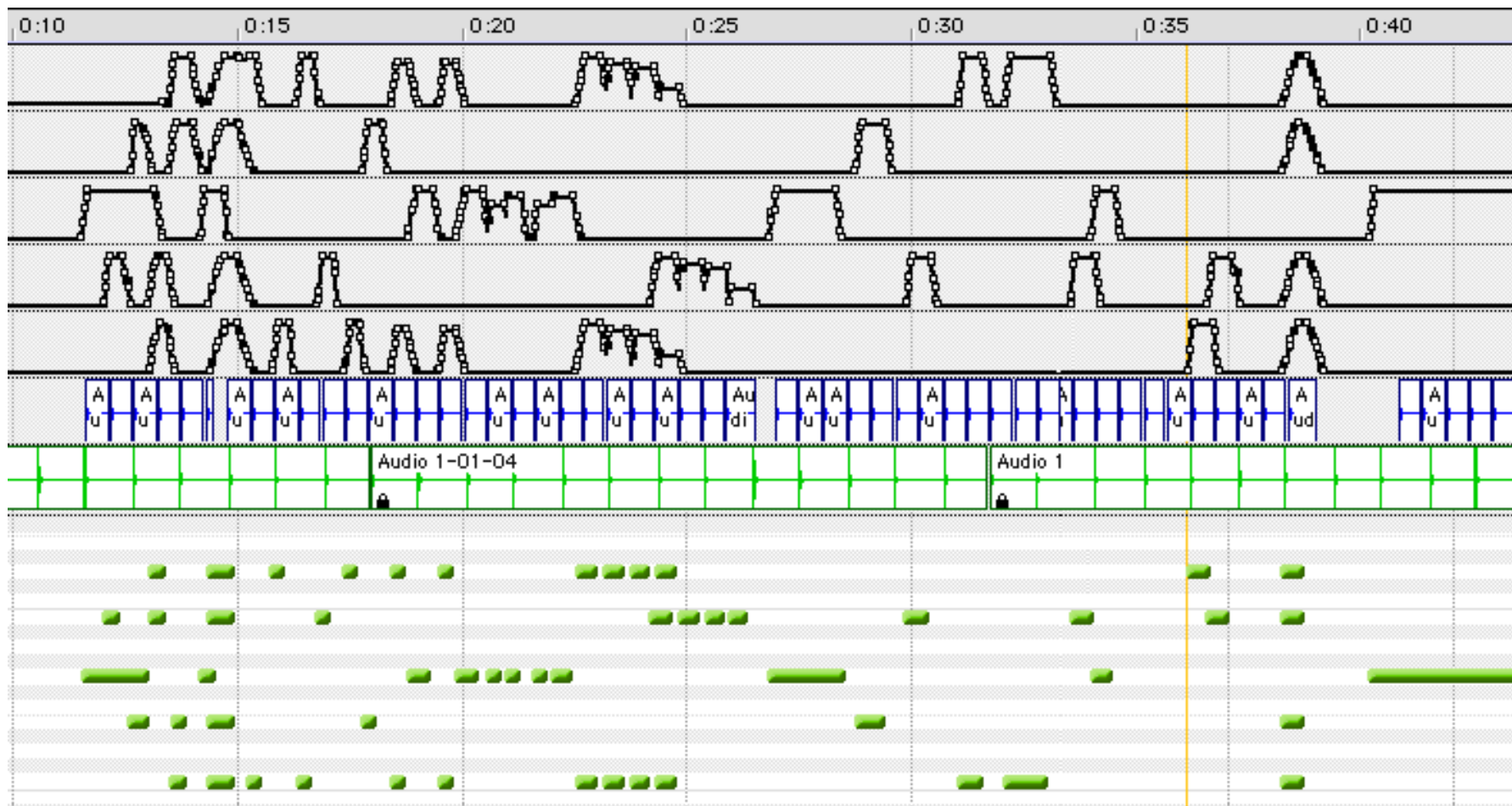


## 8) Spatialisation avec KbSpace (B. Merlier)



**Figure 8 : Spatialisation au clavier MIDI**

- À gauche : un lecteur de fichier audio (avec un système de cue-list pilotée par MIDI) ;
- Au centre : 6 notes MIDI (hauteur + vélocité) pilotent 6 potentiomètres ;
- À droite : enveloppe d'amplitude appliquée aux potentiomètres ;
- À l'intérieur : l'enveloppe est pilotée en direct par 2 contrôleurs, pédale de sustain, contrôle global de l'amplitude à la pédale, mouvements préprogrammés...

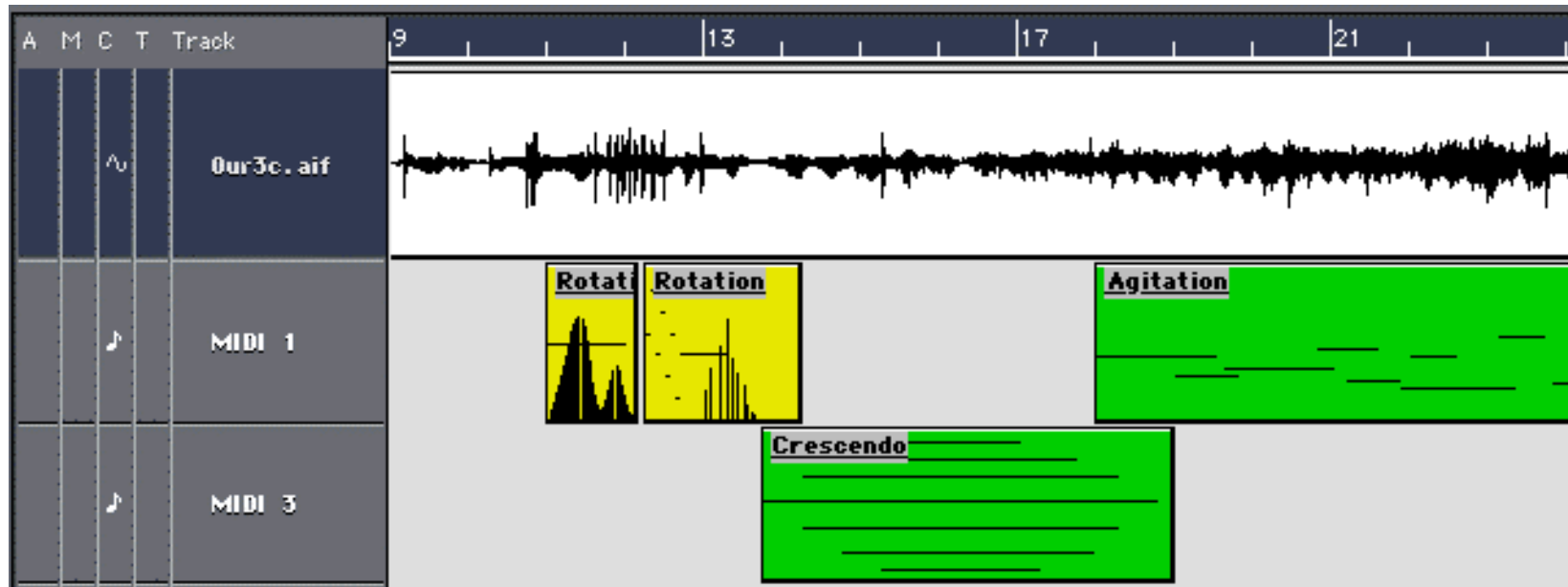


**Figure 9 : Spatialisation au clavier MIDI : KbSpace + ProTools**

Grâce à la communication inter-applications, on peut enregistrer dans ProTools :  
 les gestes (codes MIDI) et les amplitudes des HP (courbes d'automation)

## a) Points forts de KbSpace

- 4 **un jeu temps réel vraiment de type instrumental** (clavier, molettes, pédales...)  
le logiciel est autonome (gestion audio + spatialisation) ;
- 4 de multiples modes de jeu d'espace :  
monodique (avec 1 doigt) ou polyphonie (en accords),  
contrôle individuel des nuances sur chaque haut-parleur,  
jeu lié ou détaché, piqué...,  
virtuosité inégalable permettant des figures complexes et véloces,
- 4 on se retrouve en terrain connu : trilles, apogiatures, accords, phrases, séquences...
- 4 **double codage** : gestes (en MIDI) et amplitudes des HP (en courbes d'automation) ;
- 4 **une représentation pertinente de la spatialisation** ;  
abandon de la courbe d'espace continue (sans début et sans fin)  
au profit d'événements discrets, porteurs d'attributs (accent, liaison...)  
on peut enfin voir ce que l'on fait et faire des retouches en connaissance de cause !
- 4 la possibilité d'utiliser les facilités offertes par les séquenceurs MIDI :  
représentation, manipulation, transformations sur les notes MIDI
- 4 indépendance de la position des haut-parleurs.



**Figure 10 : KbSpace + Cubase**

Manipulation et représentation de la spatialisation en phase de composition.

## 9) Spatialisation dans HoloPhon / HoloEdit (GMEM)

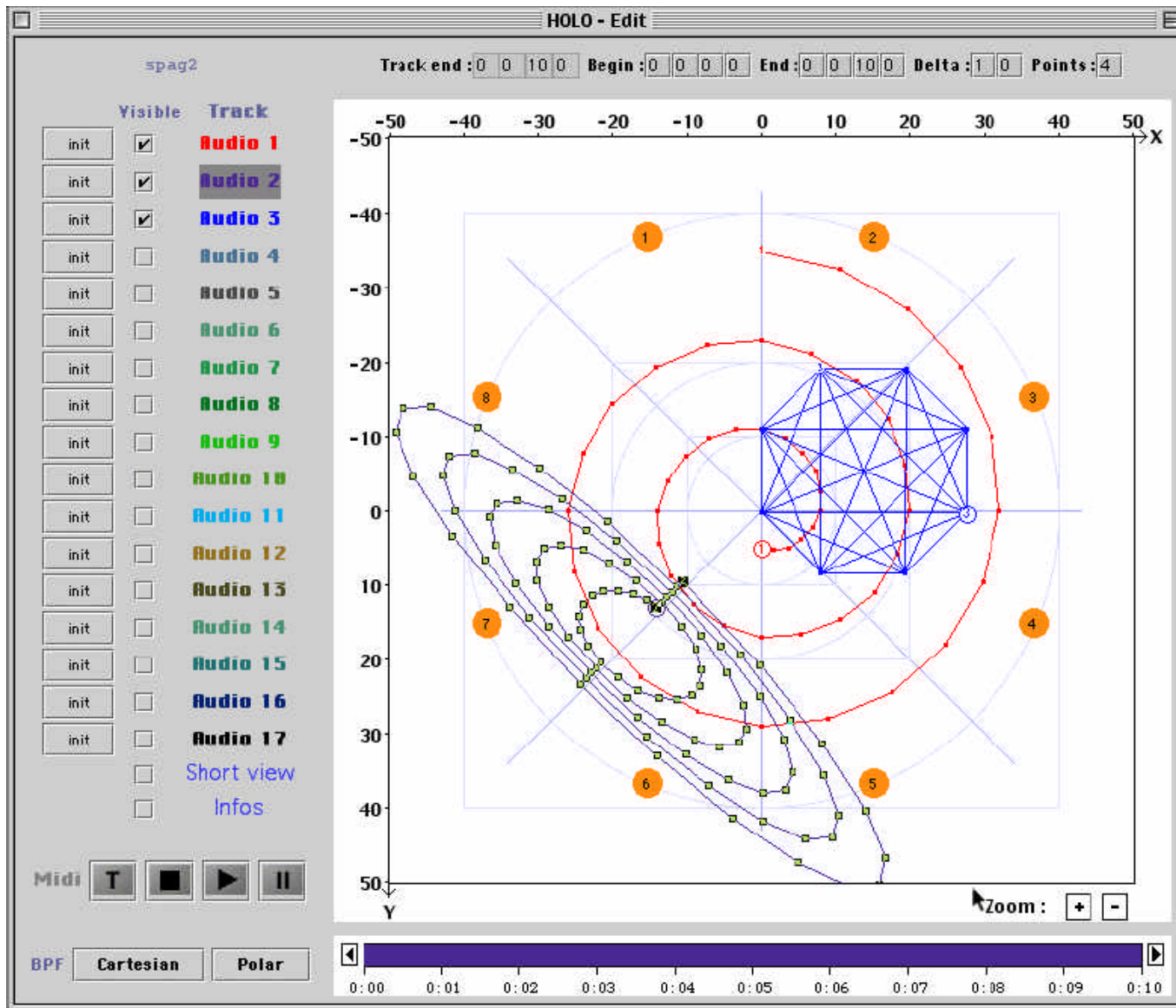
### a) Présentation

« **Holo-Edit** est un éditeur graphique et algorithmique pour la programmation de trajets sonores diffusés sur un système multi-haut-parleurs. Holo-Edit permet d'une part de dessiner et d'éditer graphiquement des trajets de sources sonores à travers un système de diffusion multi-haut-parleurs et d'autre part de programmer ces trajets à l'aide de diverses fonctions automatiques. »<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Extrait du manuel de l'utilisateur d'Holo-Edit V2, 2002





**Figure 11 : HoloEdit, page principale**

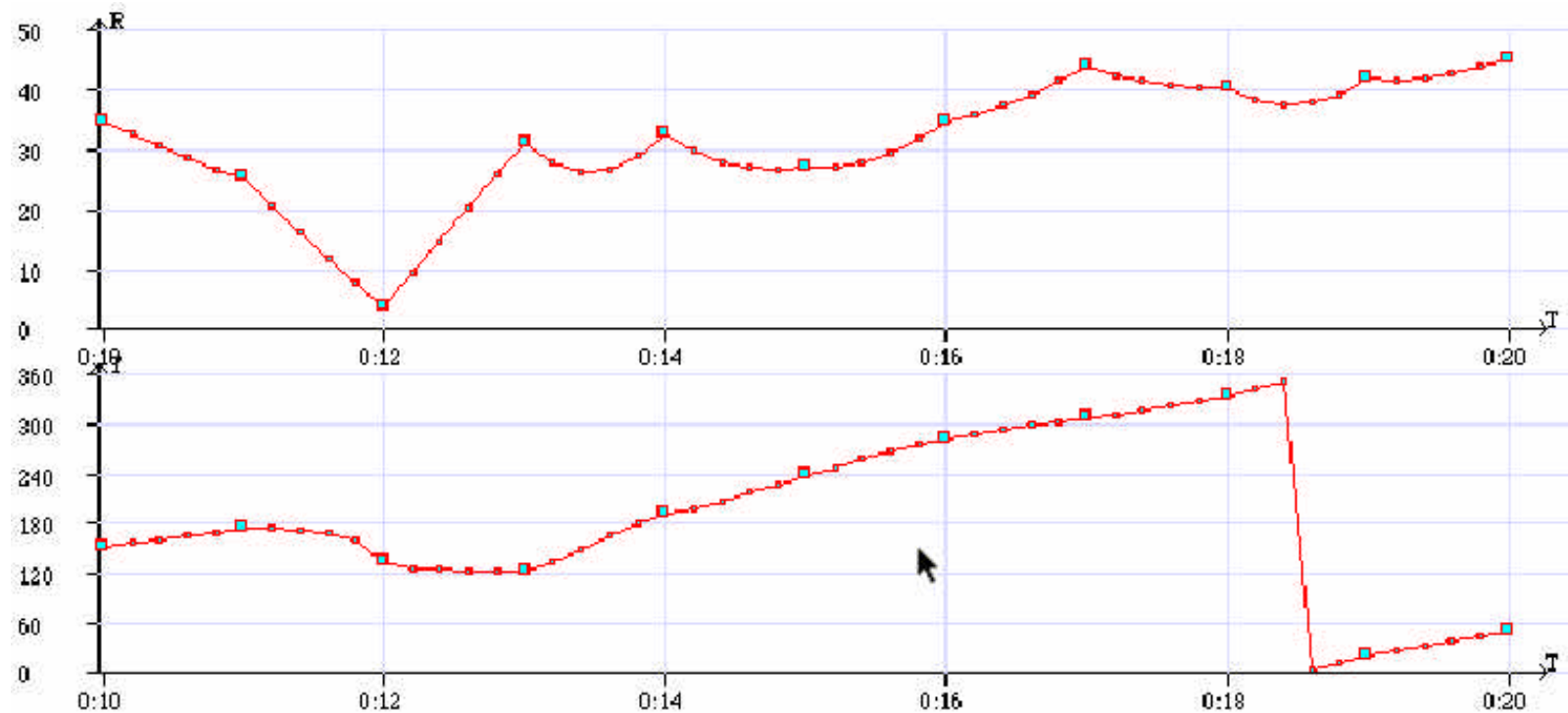
Une sorte de séquenceur de trajectoires d'espace.

<- 17 pistes (à gauche)

<- 8 haut-parleurs (points oranges)

<- 3 trajectoires en XY (sur les pistes 1, 2, 3)

<- ligne temporelle



**Figure 12 : représentation d'une trajectoire d'espace en coordonnées polaires dans le logiciel Holo-Edit.**

## **b) Points forts d' HoloEdit**

HoloEdit apporte deux grandes avancées en matière de notation de l'espace :

- 4 - une représentation pertinente des courbes de spatialisation dans un plan XY ;
- 4 la possibilité de réaliser des transformations d'ordre compositionnel sur les courbes : symétries, rotations, modifications de proportions, homothéties, interpolations, lissages, décalages temporels, inversion temporelle, accélération...

et aussi :

- 4 une bibliothèque de trajectoires de base (cercles, ellipses, Lissajous, brownien, aléatoires...),
- 4 possibilités de montage et de modification de structure (par copié-collé)

## **c) Limitations (propres à HoloEdit)**

- 4 HoloEdit n'offre pas la possibilité de visualiser le signal sonore en synchronisation avec les courbes d'espace. Par principe, incompatibilité des modes XY et  $\text{Signal}=f(t)$
- 4 HoloEdit est « temps différé » : Il faut dessiner le trajet, puis écouter le résultat, puis corriger le dessin si l'écoute ne convient pas.
- 4 La représentation en XY permet de se faire une bonne idée de la trajectoire, mais elle est – par principe – déconnectée du temps. Il n'est pas possible de savoir en un coup d'œil en combien de temps se déroule une portion de trajectoire. Pire : la représentation en XY peut masquer des non-linéarités temporelles (accélérations, ralentissement...). Deux courbes en apparence identiques peuvent se dérouler à des vitesses totalement différentes.

## II- Outils et travail de l'espace : bilan

### 1) Représentation des trajectoires d'espace

Tous les logiciels représentent la spatialisation du son par une série de plusieurs **courbes continues fonctions du temps**.

Il existe globalement deux modes de codage et de représentation :

En « **mode d'amplitude** », n courbes représentent l'amplitude du son sur chaque canal de sortie, c'est à dire le volume du son envoyé sur chacun des n haut-parleurs en fonction du temps.

En « **mode de trajectoire** », la trajectoire du son est généralement pilotée à la souris ou à l'aide d'un joystick et codée en coordonnées cartésiennes (X-Y fonction du temps) ou polaires (R fonction du temps).

### 2) Changement de masse spatiale

Le mode trajectoire facilite la réalisation de figures d'espace, mais crée une dépendance entre les haut-parleurs et rend impossible (ou compliqué) l'envoi d'un même signal sur plusieurs haut-parleurs non contigus.

### 3) Gestion des 3 dimensions XYZ

Dans tous les logiciels, la gestion de l'élévation Z est pénible, voire impossible.

#### **4) Modification dans la disposition des haut-parleurs**

Toute modification dans la disposition des haut-parleurs rend en général les trajectoires caduques. La disposition des haut-parleurs est en général restreinte : 4 à 8 haut-parleurs dans un plan.

**Suggestions :**

#### **5) Approche objet**

Aucun logiciel n'offre d'abstraction de type « objet d'espace » ou « événement d'espace ».

On trouve des courbes continues se déroulant sans interruption du début à la fin.

La notion d'objet d'espace permettrait de ;

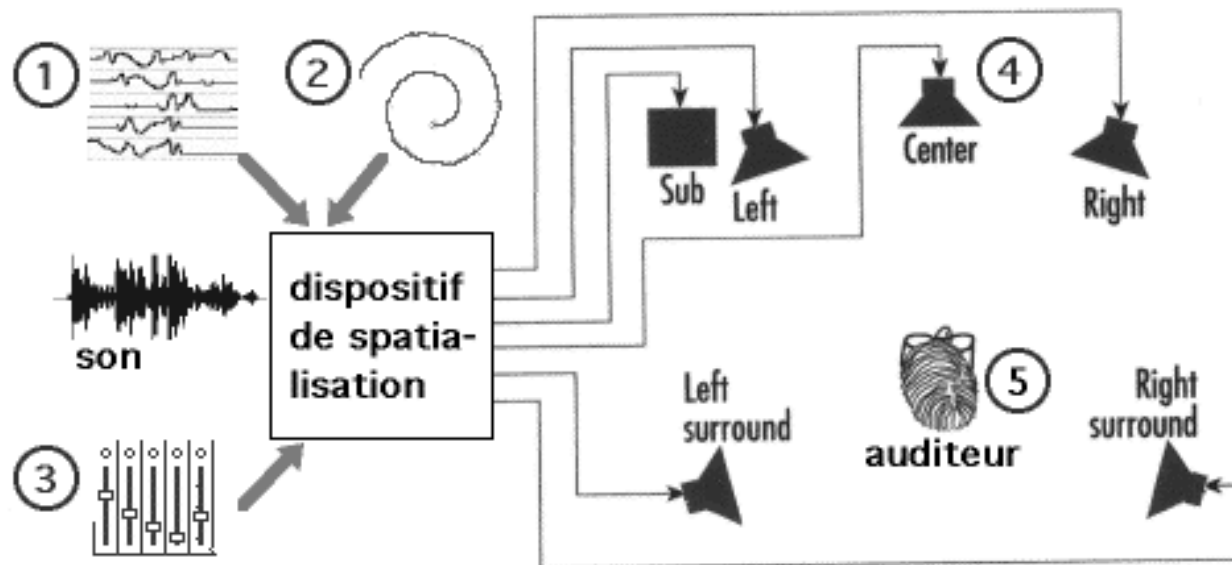
nommer, identifier, noter, mémoriser, dupliquer, manipuler...

une portion de courbe de trajectoire,

#### **6) Approche fonctionnelle**

Seul Holoédit offre des transformations d'ordre compositionnel sur les courbes

symétries, rotations, modifications de proportions, homothéties, interpolations, lissages, décalages temporels, inversion temporelle, accélération...



**Figure 13 : Codage et représentation de la spatialisation du son.**

- À Mode d'amplitude : n courbes représentant l'intensité du son envoyé sur chaque haut-parleur.
- ` Mode trajectoire ou mode joystick & mode XY : la trajectoire du son est dessinée. L'intensité du son envoyé sur chaque haut-parleur est calculée en interne par le logiciel.
- ´ Spatialisation à la table de diffusion par un interprète : si l'on enregistre les gestes de l'interprète (en codes MIDI par exemple) (au format À ou ` )
- ^ Le son réellement produit par 1 haut-parleur est indépendant du geste ou du codage de l'information. Un même effet peut provenir de différentes causes.



~ L'auditeur.