

# OUTILS DE PANORAMISATION POUR L'ENVIRONNEMENT 5.1 DANS MAXMSP

*Benoît Courribet*

CICM - Université Paris VIII - MSH Paris-Nord  
bcourribet@mshparisnord.org

*Régis Béguin*

ESIEA  
beguin@et.esiea.fr

## RÉSUMÉ

Cet article présente un outil de spatialisation de sources sonores pour l'environnement 5.1. Après un rappel sur la nature de ce standard, ses caractéristiques et limites, diverses méthodes d'amplitude panning sont présentées. Implémentées dans l'environnement de programmation MaxMSP, ces méthodes sont adaptées au format 5.1 afin de proposer un outil simple et flexible pour le compositeur désireux d'explorer ce champ.

## 1. INTRODUCTION

Dans le contexte de l'ACI Jeunes Chercheurs "espaces sonores", nous avons été amenés à développer des procédés simples de spatialisation du son en se limitant aux techniques d'amplitude panning, afin de proposer aux compositeurs utilisant Max/Msp des outils maniables et légers pour composer et jouer avec la spatialisation du son. Nous avons ainsi implémenté dans Max/Msp des méthodes de spatialisation multicanal telles que l'ambisonie ou le VBAP (objets ambipan~, vbpan~) ainsi que des interfaces graphiques pour contrôler ces procédés (objet trajectory) [1].

S'intéresser à un format tel que le 5.1 va dans le sens des besoins des compositeurs utilisant l'outil informatique et l'audio numérique, puisque ce format apparaît aussi bien dans le cadre d'équipement de lieux potentiels de diffusion musicale, que pour le home studio, l'écoute domestique, le son et la musique liés au cinéma, au multimédia et à l'immersion sonore. L'intérêt suscité par l'utilisation de ce format pour le mixage de musique électroacoustique a déjà fait l'objet de recherches et publications [2].

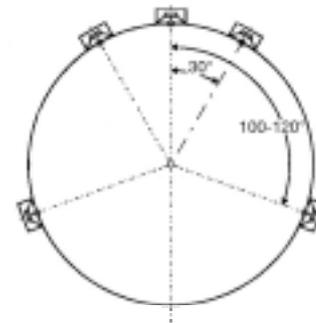
Une norme existe, mais cependant, on notera qu'en dehors d'une recommandation pour le positionnement des hauts parleurs, cette norme ne préconise ni documente aucune méthode de spatialisation. Le court exposé ci-dessous présente une tentative d'analyse et de modélisation de la spatialisation en 5.1, ou selon des méthodes voisines, à partir d'études de procédés proposés par des logiciels de mixage existants.

## 2. LE FORMAT 5.1

### 2.1. Caractéristiques :

Rappelons brièvement en quoi consiste le 5.1: on désigne par le terme "système 5.1" un système de diffusion audio composé de 5 haut-parleurs principaux et d'un haut-parleur dédié aux fréquences graves (caisson de basses). Si la position du caisson de basses n'est pas

spécifiée en raison du caractère non directif des fréquences basses, les 5 haut-parleurs principaux doivent être disposés suivant la configuration présentée sur la Figure 1. et répondant aux exigences de la norme ITU-R BS.775 [3], qui s'attache à décrire les configurations multi-haut-parleurs, qu'il s'agisse d'installations avec ou sans écran.



**Figure 1.** Disposition des haut-parleurs recommandés par la norme ITU-R BS.775.

Il est important de noter que nous nous attachons ici à décrire un système physique de configuration et non pas les différents formats audio destinés à alimenter ces systèmes (Dolby Digital, DTS...).

Majoritairement utilisé pour la projection cinématographique et vidéo, ce système a été conçu de manière à favoriser une compatibilité avec le système prédominant jusqu'alors: la stéréophonie. Aussi, cela se traduit dans la disposition des 2 haut-parleurs frontaux, seulement espacés d'un angle de 60° et destinés à recevoir le "main mix" de la bande son. Le haut-parleur central sert en général à rendre compte des voix (dialogues...). Les haut-parleurs "surround" servent à diffuser les ambiances sonores du film et sont plus considérés, de par leur disposition, comme des haut-parleurs latéraux que comme des haut-parleurs arrières. Enfin, le caisson de basse sert à restituer des effets sonores nécessitant beaucoup de puissance dans les graves (comme des explosions).

### 2.2. Limitations:

#### 2.2.1. Limitations du système pour la localisation spatiale :

N'ayant pas été pensé à des fins de localisation spatiale précise des sources sonores, ce système présente quelques limitations lorsque l'on décide de l'utiliser dans ce contexte. En effet, les différences d'écartement des haut-parleurs entre l'avant et l'arrière ainsi que l'aspect resserré de l'image frontale, tendent à donner des

sensations de non homogénéité lors du déplacement des sources sonores.

### 2.2.2. *Le canal dédié aux basses fréquences :*

Aussi, le 6ème canal du système 5.1 est un canal dédié aux basses fréquences. Outre le fait de diffuser de l'information spécifique à ce canal, les différents systèmes d'encodage 5.1 prévoient la possibilité de générer un signal à destination de ce canal à partir des signaux des autres canaux: les différents signaux sont filtrés par un filtre passe-bas puis additionnés avant d'être envoyés au caisson de basse. Cette gestion de la 6ème piste pose, à notre avis certains problèmes. La cohérence des matériaux sonores peut être affectée par la séparation et la direction de composantes fréquentielles vers des canaux différents. Aussi, un problème d'annulation de certaines fréquences peut survenir lors de la sommation de signaux en opposition de phase. Il nous apparaît plus pertinent, d'un point de vue esthétique de composer spécifiquement une piste de basses fréquences. Bien entendu, il est envisageable de prévoir un système suffisamment performant pour que les basses fréquences de chaque canal soient restituées par les haut-parleurs principaux. On notera que d'autres pratiques consistent à détourner le canal de basses fréquences afin de l'utiliser comme canal principal et placer le haut-parleur correspondant en hauteur ou fond de salle [4]. Aussi, dans la suite de cet article, nous continuerons à parler du 5.1, mais nous intéresserons spécifiquement aux 5 canaux principaux et laisserons de côté, le canal de basses fréquences.

## 3. SPATIALISATION DES SONS EN 5.1

### 3.1. Rappels sur la spatialisation et l'amplitude panning :

De nombreuses techniques ont été développées au cours des dernières années, dans le but d'effectuer une spatialisation des sons [5]. On entend alors par spatialisation, une mise en espace des sons à l'aide du système de diffusion. Nous allons dès à présent préciser que nous nous intéressons plus particulièrement à la localisation spatiale d'une source sonore virtuelle, pour un dispositif de diffusion multi-haut-parleurs. De plus, nous choisissons volontairement de ne pas inclure dans notre recherche des éléments comme les effets de salle (réverbération), les déphasages pour rendre compte des différences de temps interaurales, l'effet Doppler, pour le cas de sources mobiles. Ceci est le fait de 2 raisons, une première, conceptuelle, est que nous ne cherchons pas à simuler un espace acoustique réel, la seconde est esthétique et compositionnelle: nous ne souhaitons pas utiliser ces traitements à cause de l'effet qu'ils produiraient sur les matériaux sonores. Libre au compositeur d'inscrire de tels traitements dans le matériau composable [6]. La raison de ce choix est également la volonté de proposer un outil simple à manipuler, et dont l'utilisation ne requiert pas de ressources computationnelles importantes.

Aussi, nous nous sommes concentrés sur des techniques d'amplitude panning, qui consistent simplement à pondérer l'amplitude du son injecté dans chaque canal de sortie du système en fonction de la localisation souhaitée de la source sonore virtuelle. Différentes techniques existent pour calculer les coefficients à appliquer à chaque canal, nous nous intéresserons plus particulièrement à 4 d'entre elles que nous décrirons dans la partie suivante.

Notre but sera donc d'adapter ces algorithmes d'amplitude panning à la configuration des haut-parleurs pour le format 5.1 afin de proposer un outil logiciel permettant de positionner dans cet espace une source sonore virtuelle en ayant le choix entre diverses méthodes de calcul. L'utilisation de cet outil pourra s'appliquer aux champs de la composition, du sound design, mais également du concert. En effet, l'environnement Max/MSP donne la possibilité d'effectuer ces opérations en temps réel.

### 3.2. Méthodes de panoramisation en 5.1 :

#### 3.2.1. *Ambisonie :*

L'objet Ambipan~, développé par Rémi Mignot au CICM, est basé sur un modèle Ambisonic [7] du premier ordre. Nécessitant peu de ressources, il est également doté de nombreuses fonctions utilitaires. En effet, cet objet permet la reconfiguration dynamique du nombre de haut-parleurs ou de leurs positions, le choix d'un système de coordonnées polaires ou cartésiennes, mais aussi la possibilité de contrôler la position ou le déplacement de la source virtuelle à l'aide de données de contrôle ou de signal dans MaxMSP. On notera qu'une version permettant de réaliser une spatialisation 3D (avec prise en compte de l'élévation) a également été développée (ambicube~). La conformation au format 5.1 est alors réalisée en configurant l'objet pour 5 canaux et en définissant les positions des 5 haut-parleurs en accord avec la norme citée auparavant. La possibilité de définir ces positions dans un système de coordonnées polaires rend la tâche très aisée.

#### 3.2.2. *VBAP :*

De manière similaire, Rémi Mignot a également implémenté une méthode développée à partir de VBAP (Vector-Based Amplitude Panning) [8], un procédé géométrique de panoramisation basé sur une formulation vectorielle de la position des sources virtuelles. Comme précédemment, c'est en précisant le nombre de canaux à 5 et la position des haut-parleurs que la compatibilité avec la norme est assurée. L'objet vbapan~ ainsi configuré permet une impression de localisation des sons plus fine étant donné que seuls les trois haut-parleurs les plus proches de la source virtuelle sont actifs (ou deux dans le cas où la source est située dans l'alignement entre deux haut-parleurs).

#### 3.2.3. *Panning surround :*

De nombreux logiciels commerciaux de montage audio multipiste proposent aujourd'hui une interface de panoramisation surround pour le 5.1, dont les

algorithmes sont dérivés de ceux utilisés pour la stéréo. Aussi, après avoir étudié les diverses méthodes proposées actuellement, nous avons décidé d'implémenter une méthode de panoramisation basée sur l'utilisation de courbes en "racine carrée" (Figure 2.).



Figure 2. Forme de la fonction de panoramisation utilisée.

Le gain d'un haut-parleur est défini uniquement par la position de la source virtuelle et est indépendant des autres gains. Les fonctions de panoramisation (gain en fonction de la position) sont calculées et stockées au préalable dans des tables d'onde de 512 échantillons, afin de minimiser le poids de calcul. L'application de 2 fonctions (une pour les abscisses et une pour les ordonnées) nous donne les représentations suivantes :

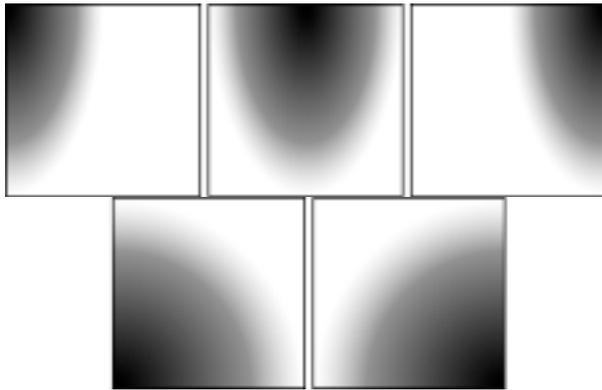


Figure 3. Représentation du gain en fonction de la position de la source virtuelle pour chaque haut-parleur (gauche, centre, droit, surround gauche et surround droit).

### 3.2.4. Méthode barycentrique :

Enfin, une méthode a spécialement été développée au sein de notre équipe, en prenant comme base une approche géométrique de la panoramisation. La source sonore virtuelle est considérée comme le barycentre du polygone défini par deux configurations possibles de haut-parleurs en fonction de l'abscisse de la source virtuelle (quadrilatère  $e_0e_1e_2e_3$  pour les  $x$  négatifs,  $e_0e_2e_3e_4$  pour les  $x$  positifs) comme le montre la Figure 4.

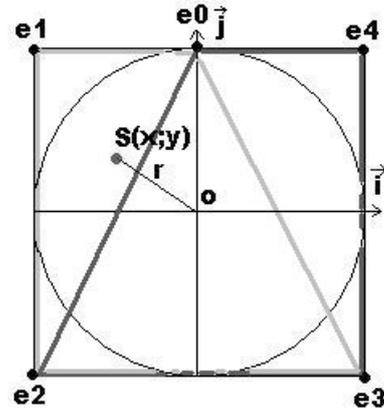


Figure 4. Représentation géométrique de l'espace de diffusion.

Les gains des haut-parleurs sont ainsi reliés aux poids des sommets du polygone correspondant et ajustés pour permettre d'établir cette configuration. Lors du calcul des coefficients, certains ajustements ont été effectués afin d'obtenir un résultat homogène et plus pertinent. Si une telle démarche peut poser un problème de validité scientifique du modèle, elle n'en est pas moins extrêmement intéressante au niveau sonore car elle permet d'accentuer certaines intentions d'écriture spatiale et donne une originalité certaine au modèle. En particulier, la masse sonore (qui correspond en quelque sorte à la taille de la source virtuelle spatialisée) semble plus importante au centre qu'en périphérie.

### 3.2.5. Tableau synthétique des caractéristiques des différentes méthodes de panoramisation :

Etant donné que certaines caractéristiques peuvent être évaluées par le compositeur comme des avantages ou des inconvénients suivant le contexte d'utilisation, nous avons regroupé les caractéristiques principales de chaque méthode dans un tableau synthétique :

Méthode	Caractéristiques
Ambipan~	Favorise la masse spatiale au détriment d'une localisation précise.
Vbapan~	Localisation précise, mais travail sur la masse spatiale impossible
Panning surround	Méthode standard, bien adaptée pour le rendu de l'image frontale
Méthode barycentrique	Bon compromis entre localisation précise (méthode géométrique) et masse spatiale (renforcement du centre)

Figure 5. Tableau récapitulatif des différentes méthodes de panoramisation.

### 3.3. Interface de l'outil :

L'ensemble des méthodes que nous venons de décrire a été inclus dans un patch MaxMSP unique. Ce patch

permet de sélectionner de manière dynamique la méthode de panoramisation souhaitée. De plus, nous avons décidé d'encapsuler l'objet "trajectory" développé par Jean-Baptiste Thiébaud au CICM, afin de pouvoir accéder à des fonctions avancées d'écriture de trajectoires de déplacement de sources pour le 5.1.

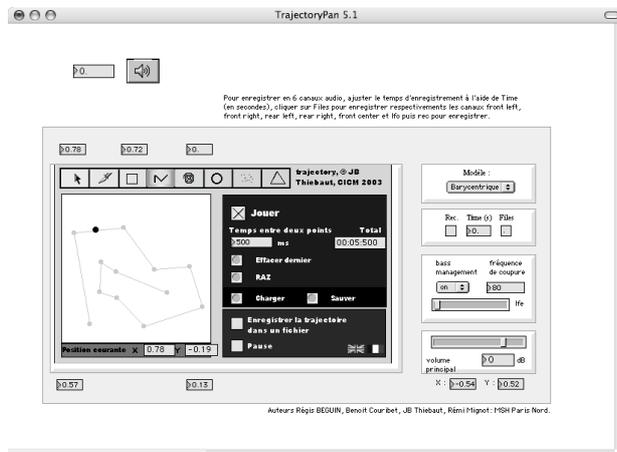


Figure 6. Interface de l'outil de panoramisation 5.1.

Des fonctions d'enregistrement multipiste et de gestion du canal de basses fréquences ont été ajoutées afin de proposer une plus grande versatilité. Cet outil est téléchargeable depuis le site web du CICM.<sup>1</sup>

#### 4. CONCLUSION ET DEVELOPPEMENTS FUTURS

Nous avons présenté un outil développé afin de proposer au compositeur le choix de différentes méthodes pour la panoramisation des sons en environnement 5.1. Il pourra ainsi décider, en se basant sur des critères esthétiques, d'utiliser la méthode qui convient le mieux aux matériaux sonores qu'il souhaite traiter. Une telle approche peut paraître modeste, mais elle révèle cependant le souci d'appropriation des techniques et des connaissances par et pour les acteurs de la création musicale. A ce sujet, les retours que nous avons eu jusqu'alors de la part de compositeurs, ont été très positifs, la simplicité et l'efficacité des méthodes proposées étant unanimement appréciées.

A l'avenir, nous pensons décliner le prototype que nous avons décrit sous la forme d'un external Max/MSP optimisé, en ce qui concerne les algorithmes de panoramisation. Nous travaillons aussi à une interface de manipulation prenant en compte nos recherches en cours dans le domaine de la visualisation et permettant la panoramisation de sources stéréophoniques. Enfin, la réalisation d'un plugin VST est en cours grâce au logiciel Pluggo.

#### 5. REFERENCES

[1] Sedes, A., Courribet, B. et Thiébaud, J.B. "Egosound, an egocentric, interactive and real-

time approach of sound space", *Proceedings of the 6th International Conference of Digital Audio Effect*, London, UK, 2003.

- [2] Merlier, B. "Musiques électroacoustiques mises en espace pour le surround 5.1 et encodées en DTS", *Actes des JIM 2000*, Bordeaux, France, 2000.
- [3] ITU-R. *Recommandation BS. 775 : Multi-channel stereophonic sound system with or without accompanying picture*. International Telecommunications Union, 1993.
- [4] Rumsey, F., *Spatial audio*, p.92, Focal Press, Oxford, USA, 2001.
- [5] Jot, J.M., Larcher, V. et Pernaux, J.M. "A comparative study of 3D audio encoding and rendering techniques. ", *Proceedings of the AES 16th International Conference, Rovaniemi, 10-12 April*, pp. 281-300, Rovaniemi, Finland, 1999.
- [6] Vaggione, H. "Composing musical spaces by means of decorrelation of audio signals" *Proceedings of DAFx-01*, Limerick, Ireland, 01.
- [7] Gerzon, M. "Ambisonics in multichannel broadcasting and video " *Journal of the AES 33 :11*, New York, USA, 1985.
- [8] Pulkki, V. "Virtual sound source positioning using Vector-Based Amplitude Panning" *Journal of the AES 45 :6*, New York, USA, 1997.

<sup>1</sup> <http://www.mshparisnord.org/cicm/>