

DES OUTILS POUR COMPOSER L'ESPACE

Jean-Marc DUCHENNE

sonart@free.fr

RÉSUMÉ

Cet article présente des éléments de réflexion concernant l'intégration et la manipulation des critères d'espace en composition multiphonique, lors des différentes étapes de la création - génération, traitements et assemblage -¹.

Il présente également des propositions d'outils développés à cette fin sous la forme de plugins : les AcousModules².

1. DES CANAUX À TOUS LES ÉTAGES

1.1. Le choix des plugins

Dans une conception de création basée sur la projection sonore classique multi haut-parleurs, la manipulation des différentes formes d'espace (voir 2.1.2) peut s'effectuer à différents stades d'un projet de création :

- § lors de prises de sons acoustiques (multi-microphones...);
- § par synthèse en temps différé de signaux multicanaux ;
- § lors de la génération ou du traitement sonore électronique de type instrumental (synthèse, échantillonnage...), avec contrôle gestuel interactif (Instruments, voir 5) ;
- § lors des traitements en temps réel ou en temps différé (Traitements, voir 4) ;
- § lors de l'agencement temporel multipistes (Contrôle des "masses spatiales", voir 3).

Afin de permettre une intégration "en profondeur" des critères d'espace, de composer avec toutes les dimensions du sonore, espace compris, plutôt que "spatialiser" en aval une composition pré-établie, il est nécessaire de pouvoir accéder à l'ensemble des traitements possibles à tout moment au sein des applications audio existantes.

Le développement d'outils sous la forme d'un ensemble de plugins offre ainsi plusieurs avantages :

- § il permet de travailler avec toute la puissance, la diversité et la richesse des outils de composition existants ;
- § il permet de profiter des fonctions déjà intégrées dans les logiciels hôtes : pistes temporelles audio et MIDI, automatisations, synchronisations ;
- § le système est ouvert et extensible à l'infini, et permet la combinaison des éléments pour obtenir

de nouvelles fonctions : plus d'entrées / sorties, traitements en cascade etc. ;

- § chaque utilisateur choisi les fonctions dont il a besoin par rapport au projet et aux ressources matérielles dont il dispose ;
- § les configurations de réglages intégrées (128 patches) sont sauvegardées avec l'hôte et facilement échangées (banques) ;
- § la mise à jour des plugins individuels est simple et rapide.

La série d'AcousModules comporte actuellement une centaine de plugins répartis dans les catégories suivantes : contrôles des masses spatiales, traitements, instruments, contrôleurs MIDI et utilitaires divers. Ils gèrent actuellement de une à seize entrées et jusqu'à trente-deux sorties par plugin, que l'on peut associer pour former n'importe quelles combinaisons supportées par les hôtes.

Ils sont réalisés avec l'environnement de programmation modulaire Synthedit [8] et fonctionnent pour l'instant uniquement sous Windows³ (format VST 2). Des adaptations dans les formats Audio Unit et VST pour Mac OS X sont en cours (réalisées avec le logiciel SonicBirth [9]).

1.2. Cahier des charges

Un outil, ou ici un ensemble d'outils, dévolu à la manipulation des espaces sonores projetés devrait permettre :

- § de d'intégrer le dispositif de projection du son, c'est à dire la disposition des haut-parleurs, sur une surface (espace 2D) ou dans un volume (3D), et ce quel que soit leur nombre ;
- § de définir la masse fixe des sons : taille, résolution, densité, géométrie (voir l'explication de ces termes au paragraphe 2) ;
- § de pouvoir effectuer des variations de masse d'une manière simple et efficace (profils et entretiens, voir 3.3) ;
- § de pouvoir manipuler des masses de taille et de résolution variables, ou, plus clairement, être capable de traiter des sources n-phoniques (pentaphoniques, octophoniques etc.) plongées dans des dispositifs présentant un nombre supérieur de canaux (3.4) ;
- § de fonctionner toujours en interaction avec l'écoute des sons, seule réponse réaliste face à la diversité des dispositifs possibles et à la complexité et la subtilité des interactions entre critères sonores.

¹ Cet article synthétise une partie des réflexions et propositions qui sont rassemblées sur le site Multiphonie [5], lui-même basé sur une vingtaine d'années d'expériences de composition multiphonique. Voir également les articles fondateurs de Patrick Ascione [1].

² Tous les plugins présentés dans cet article sont en téléchargement libre sur le site AcousModules [7].

³ Il existe également des versions autonomes intégrées avec l'application SAVIHost d'Hermann Seib [10].

1.3. Intégration

Les capacités des logiciels hôtes à intégrer des plugins multicanaux dépendent avant tout de leur aptitude à gérer de multiples connexions parallèles.

Les environnements modulaires sont par définition les plus ouverts, et ceux qui peuvent accueillir des plugins acceptent souvent des configurations sur trente-deux canaux sans problème. Par contre, à part EnergyXT, ils n'offrent généralement pas de moyen pour composer temporellement (timeline). Ils sont donc surtout adaptés aux étapes de génération ou de traitements, ainsi que pour la programmation d'installations interactives.

Les logiciels de composition multipistes sont sur ce plan plus limités, à cause de leur système de bus d'abord prévu pour le mixage et les fichiers stéréophoniques.

Les AcousModules peuvent être intégrés à ce jour dans une quinzaine d'applications (voir l'annexe 6.2 pour la liste des applications compatibles).

2. OÙ JE VEUX, QUAND JE VEUX

2.1. "Espèces d'espaces"

Avant d'aborder les problèmes spécifiques, et sans entrer dans les détails, il est nécessaire de définir quelques notions (voir les explications précises et leurs développements sur le site Multiphonie [5]).

2.1.1. Espace composé / espace interprété

Bien que les deux conceptions puissent se conjuguer dans certains cas, il existe d'importantes différences dans la démarche et dans le résultat sonore et compositionnel, selon que l'on investit "l'espace entendu" lors de la composition ou que l'on déporte son développement à l'étape ultérieure de la projection publique ("diffusion interprétée" traditionnelle pour le concert de supports stéréophoniques). Composer l'espace entendu s'oppose d'une certaine manière à la conception même d'une "spatialisation".

Afin de clarifier ceci, je propose les notions suivantes⁴:

§ l'**espace intrinsèque** ou *espace composé*, regroupe l'ensemble de ce que le compositeur détermine, réalise, fixe ou conditionne. Ceci représente la réalisation d'un support (aujourd'hui DVD, disque-dur ou programme informatique) qui se définit par rapport à un dispositif de projection particulier et des conditions d'écoute, qui peuvent être implicites, comme dans le cas des systèmes stéréophoniques et "surround" domestiques, ou devoir être explicités sous la forme d'un document accompagnant les données audio ou de tout autre système. L'analogie avec la peinture serait : le choix des dimensions du tableau et sa réalisation + il doit être accroché à un mur pour être regardé.

⁴ L'emploi de ces termes hors du cadre qui est donné ici, notamment pour la mise en espace de musique instrumentale, n'aurait bien sûr pas vraiment de sens.

Voir également les définitions de Michel Chion de "l'espace interne" et de "l'espace externe" en stéréophonie interprétée [2].

§ l'**espace extrinsèque** ou *espace adapté*, concerne les conditions particulières, propres à un lieu ou à un matériel donné (enceintes). Celles-ci vont "colorer", mais en principe sans déformer ce qui a été réalisés et déterminé dans l'espace intrinsèque (tout du moins à l'intérieur de la limite définie par le compositeur) : c'est l'espace qui échappe à la composition. L'analogie avec la peinture serait : l'éclairage du tableau et la position précise de celui qui regarde peut varier dans une certaine limite (pas d'obscurité ou de plein soleil, le tableau doit être regardé de face...).

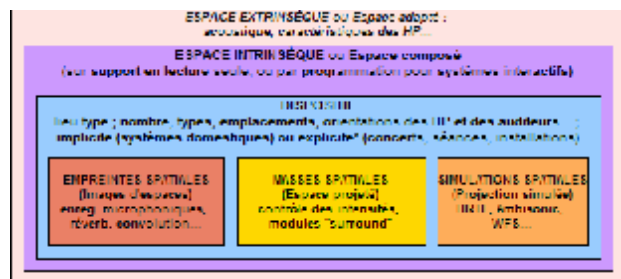


Fig. 1 : Imbrication des critères d'espace dans une conception de composition multiphonique.

L'**espace entendu** se définit alors par la combinaison des deux précédents.

2.1.2. Les trois critères d'espaces

À l'intérieur de l'espace intrinsèque, on peut distinguer les critères⁵ d'espace suivants⁶ :

§ l'**empreinte spatiale**, ou *images d'espace*, représente une qualité particulière de "masse spectrale" (de laquelle elle est indissociable), porteuse d'informations pouvant être interprétées par l'auditeur grâce à des références psycho-acoustiques comme éloignement, image acoustique d'un lieu, image d'un support... Elle est obtenue lors de tout enregistrement microphonique, ou à partir de traitements simples (filtrages, retards...) ou complexes (réverbérations, convolutions [11] etc.). De nombreux traitements de la masse spectrale la modifient également (transposition, phases etc). Elle peut être simple (un seul canal - monophonique) ou partagée (plusieurs canaux - stéréo, pentaphonique...).

§ la **masse spatiale**, en référence à la terminologie Schaefferienne de masse (spectrale), n'existe qu'en fonction du dispositif de projection sonore (*l'espace projeté*). Ce critère apparaît dès que la projection du son se fait sur plus de UN haut-parleur, et une de ses particularités est de nécessiter une description plus ou moins précise du dispositif, de la répartition des canaux et de la place des auditeurs pour pouvoir être reproductible.

⁵ La notion de critère fait référence au travail de Pierre Schaeffer et la terminologie qu'il a introduite dans le Traité des Objets Musicaux [3]. L'emploi de ce terme sous entend que l'on considère l'aspect spatial comme faisant partie intégrante du son, aussi bien en ce qui concerne sa perception que ses manipulations.

⁶ La distinction de ces trois critères est avant tout effective sur le plan opérationnel, mais ne conviendrait pas dans une analyse purement perceptive.

§ la **simulation spatiale**, ou *projections simulées*, regroupe ici différentes techniques utilisées pour créer des ondes acoustiques simulant la position de sources sonores (Ambisonic, WFS...) ou simuler la perception auditive spatiale (HRTF) [4]. Elles nécessitent généralement des dispositifs de projection très particuliers ou des positions d'auditeurs bien précises (HRTF), ce qui limite leur compatibilité avec les critères précédents. Trop spécifiques pour l'instant, elles ne seront pas abordées dans la suite de cet article.

2.2. Dispositifs et représentations

Il résulte de la présentation précédente que :

- § les deux premiers critères d'espace sont fortement liés entre eux, donc qu'il est difficile, voir impossible de parler de positions spatiales indépendamment des sons réels concernés ;
- § le choix du dispositif conditionne très largement le propos et les possibilités spatiales de l'œuvre (essayez de faire des mouvements verticaux avec un dispositif en cercle !).

Les *AcousModules* intègrent pour la plupart le choix de l'emplacement des enceintes, qui peuvent se définir graphiquement sur une vue 2D, une vue 3D ou une combinaison des deux.



fig. 2 : Spat3D 16

Les deux vues, de dessus et de face, permettent le positionnement relatif de seize points de projection sonore dans un volume.



fig. 3 : Spat3D 616M

L'interface de la figure 3 associe quant à elle trois vues : en haut à gauche, la vue de dessus 2D (pour les haut-parleurs, numérotés de 1 à 16, et les sources), en bas, la vue de la position verticale des seize haut-parleurs, et à droite, la vue en perspective des positions des six sources sonores (dont la validité perceptive

dépend grandement de l'emplacement des enceintes et des réglages d'atténuations, voir 3.1.2).

L'intérêt de telles représentations visuelles dépend bien entendu de la technique utilisée pour le contrôle des intensités : nécessaires lorsque elle est basée sur les distances entre les objets sources et les projecteurs sonores (modules de type "surround"), mais inadaptées ou inutiles dans les techniques basées sur le contrôle direct des intensités (voir 3.1.3).

3. MANIPULER LES MASSES

3.1. Points, lignes et taches ou grandeur et limites de la vision

Manipuler les masses spatiales, c'est ce qu'on appelle souvent d'une manière réductrice "spatialiser" : placer et simuler le déplacement de sources sonores au sein d'un dispositif donné par le biais principalement de contrôles d'intensités⁷.

Cette opération prend traditionnellement place lors de l'assemblage des éléments sonores dans les logiciels de composition multipistes. Elle peut également se dérouler lors d'étapes antérieures de traitement des matériaux sonores, notamment lorsqu'elle aboutit à des transformations radicales ou qu'elle s'affranchit de la linéarité temporelle (voir 3.3).

3.1.1. Le modèle de calcul des intensités

La plupart des *AcousModules* contrôlent l'intensité des sources sonores pour les différents haut-parleurs à partir du calcul de l'interpolation des distances entre les positions relatives des sources et des points de projection sonores⁸.

Cette technique, de plus en plus souvent intégrée dans les logiciels commerciaux - multipistes et instruments⁹ - est employée ici avec quelques raffinements qui étendent ses possibilités :

- § la distance d'atténuation de l'intensité est réglable pour chaque enceinte (plus un réglage global) : il est ainsi possible de jouer sur la taille et la résolution de la masse spatiale (voir 3.1.2) ;
- § les enceintes sont généralement librement positionnables : elles peuvent représenter proportionnellement les positions réelles du dispositif ou non (voir 3.1.3) ;
- § les entrées peuvent être liées de différentes manières afin de permettre leur contrôle en tant que groupe logique (3.4) ;

⁷Par convention, j'emploierai le terme de "sources" pour désigner les entrées audio des plugins ainsi que leurs représentations par des objets visuels particuliers, et celui de "projecteurs" à propos des enceintes ou de leurs représentations à l'intérieur des plugins.

⁸ Les plugins décrits dans ce paragraphe ne traitent QUE la masse spatiale, c'est à dire des INTENSITES. Les traitements complémentaires du type "images d'espaces" sont pris en charge par d'autres plugins spécialisés avec lesquels ils sont combinables (voir le paragraphe 4).

⁹ Modules "surround", jusqu'à seize canaux sur une surface dans Kontakt 2 de Native Instruments [16].

- § cette technique est appliquée aussi bien aux dispositifs bi-dimensionnels (surfaces) que tri-dimensionnels (volumes) ;
- § elle permet, dans une certaine mesure, de pouvoir modifier le dispositif tout en conservant en partie les masses ¹⁰



fig. 4 : SpatSurround 12 : le calcul des intensités se fait entre l'anneau bleu représentant la source sonore et les douze projecteurs numérotés, en fonction des réglages individuels d'atténuation (les valeurs dans les deux colonnes de droite).

Si, lorsqu'elle est appliquée simplement, cette technique ne permet pas de réaliser tous les types de masses spatiales possibles, elle convient parfaitement dans les cas les plus usuels en permettant de définir facilement et rapidement la zone spatiale qu'occupe une source sonore à l'intérieur d'un dispositif donné.

3.1.2. Les critères de masse

Il peut en fait exister une grande différence entre la position représentée de la source (figure 4 : l'anneau bleu) et le résultat perçu. Par exemple :

- § l'objet coïncide avec un point de projection et sa zone d'atténuation est réduite : selon la nature de ses autres critères (masse spectrale, intensité, morphologie...) sa masse spatiale pourra être plus ou moins assimilables avec le projecteur (masse coïncidente) ;
- § l'objet coïncide avec un point de projection et sa zone d'atténuation est large : il est projeté par un ensemble de haut-parleurs, le maximum d'intensité correspondant avec le projecteur central ;
- § l'objet est disposé entre deux points de projection (cas similaire à la position centrale en panoramique stéréophonique) : la position perçue de "l'image fantôme" dépend de la distance entre les points, de la nature du son et de la position des auditeurs ;
- § l'objet est disposé entre plusieurs points de projection comme dans la figure 5 : selon les distances et les réglages d'atténuation, il peut être

perçu comme une masse diffuse plus ou moins étalée :

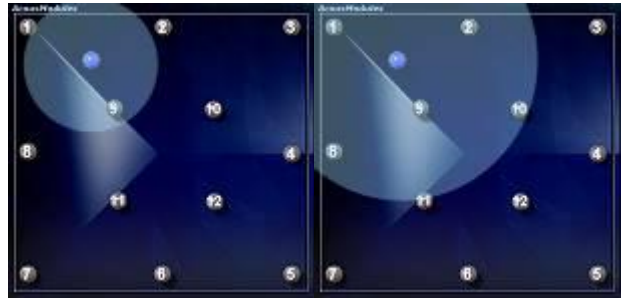


fig. 5 : masse non coïncidente de taille variable.

Nous pouvons maintenant préciser quelques termes :

Masse fixe :

- § la taille de la masse spatiale correspondrait à la surface ou au volume spatial total occupé par les projecteurs pour lesquels l'intensité de la source est non nulle ;
- § la densité représenterait la répartition des intensités sur les canaux actifs à un moment donné ;
- § la résolution représenterait le nombre de canaux réels (de projecteurs) à l'intérieur de cette zone ;
- § la géométrie est une notion plus délicate, et rendrait compte de la manière dont sont précisément organisés spatialement ces canaux.

Masse variable :

- § le profil de masse spatiale correspondrait à la variation plus ou moins linéaire, continue ou non, des critères précédents ;
- § "l'entretien" peut être conçu alors comme une "modulation" de ceux ci.

3.1.3. Utiliser des dispositions non représentatives

Se baser sur une représentation des projecteurs qui soit représentative de leurs positions réelles facilite la définition de masses spatiales simples, mais rend impossible d'autres types de répartitions. Le positionnement libre des représentations des enceintes permet par contre une autre approche : en regroupant les points de projection d'une manière différente, on peut obtenir toutes sortes de répartitions d'intensités.



fig. 6 : positions non proportionnelles.

Dans la figure 6, la position de la source (bille bleue) sur la vue de gauche produit les répartitions d'intensités sur la vue de droite (la taille des disques bleus est arbitraire et ne représente pas la zone d'atténuation des intensités) : la masse spatiale totale est large - elle englobe tout le dispositif - mais sa résolution est faible - elle n'est pas répartie sur les canaux intérieurs -.

¹⁰ Lors par exemple d'un changement de résolution du dispositif, la densité et la résolution des masses spatiales sont modifiées, mais la taille ainsi que la zone occupée peuvent rester voisines.

Comme les plugins disposent de 128 mémoires de configurations, il est aisé de multiplier les combinaisons pour obtenir toutes les tailles, densités et résolutions voulues, ainsi également que des profils de masses non linéaires.

3.1.4. Contrôle des masses par niveaux individuels

Pour obtenir des masses fixes ou des évolutions quelconques, on peut encore employer la technique ancienne qui consiste à contrôler individuellement chacune des intensités. Elle est encore utilisée majoritairement lors de l'interprétation en concert de supports comportant peu de canaux, ou en "mode auxiliaires" dans certains logiciels multipistes ¹¹.

Par principe, c'est la technique la plus ouverte pour modeler à la fois la taille, la résolution et la densité des masses spatiales. Si elle convient tout à fait pour la réalisation de masses fixes, elle présente toutefois l'inconvénient d'être assez peu intuitive à manipuler lorsque les canaux sont nombreux, et il est particulièrement difficile d'en retoucher les profils obtenus lors des variations temporelles (voir 3.2).

Quelques plugins comme le "SpatLevels" ou le "SpatDiff" proposent cette fonctionnalité, mais on peut aussi envisager des interfaces qui relaient geste et contrôles d'intensités en relation avec un type de traitement de masse particulier, un propos "d'écriture sonore".

C'est ce que propose par exemple le "SpatEdith L16". Dans ce cas, un seul contrôleur bi-dimensionnel permet de réaliser des profils de masses complexes au détriment, il est vrai, de la spontanéité, puisqu'un assez long moment est nécessaire pour configurer les deux-cent-cinquante-six valeurs d'intensités... Mais une fois cette étape passée, il est aisé de réaliser des masses spatiales complexes, fixes ou évolutives, à partir des seize centres d'interpolation.

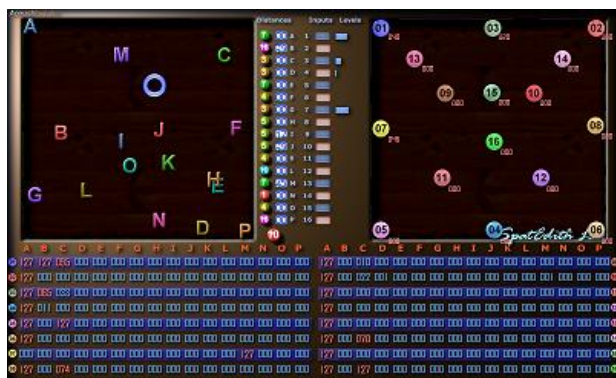


fig. 7 : SpatEdith L16 : interpolation de niveaux sur une masse hexadecaphonique (la représentation du dispositif dans la zone droite n'a qu'une valeur informative, elle n'agit pas sur les niveaux d'intensités).

Une autre solution, plus rapide à mettre en œuvre et particulièrement efficace pour des changements de masses coïncidentes, simples ou multiples, est donnée par les "SpatKeyboards" :



fig. 8 : SpatKeyboard 616, la représentation du dispositif à droite n'a qu'une valeur informative (quelles sont les enceintes actives)

Ici, chaque note MIDI affecte une à six entrées sur une à seize sorties, un contrôleur MIDI permettant de déterminer simplement la durée de transition entre les configurations de chaque note pendant le jeu, de manière à pouvoir également obtenir des profils continus.

3.2. Capture et retouche des profils de masses

On obtient un profil dès qu'un des paramètres qui contrôlent la masse spatiale est modifié pendant la durée du son. Il peut être de différents types :

- § translation linéaire : déplacement apparent d'une source initiale de masse "1" ("monophonique") ou de masse supérieure ("n-phonique") à l'intérieur d'un dispositif donné. C'est ce que font la plupart des modules "surround" intégrés dans les logiciels multipistes (la plupart du temps avec une seule entrée à la fois) ;
- § translation non linéaire : déplacement apparent avec changements de taille de la masse (le paramètre de "zone globale" des AcousModules) ;
- § modification de la taille, de la résolution et de la densité de la masse, par modification des distances d'atténuation ou des positions des projecteurs ;
- § déformation de la géométrie (voir le "SpatMorph 3D" au paragraphe 3.4.2).

En ce qui concerne le contrôle gestuel en temps réel des paramètres, plusieurs cas de figure sont possible, chacun possédant des avantages pour une tâche spécifique :

- § jeu à partir de l'interface des plugins (souris) : le geste ne peut être que mono ou bi-dimensionnel, les valeurs sont enregistrées sous la forme de courbes sur les pistes d'automation du logiciel hôte. De multiples paramètres nécessitent le plus souvent de multiples enregistrements (à moins d'utiliser des contrôles groupés, voir fig. 7 et 14). Avantage : les courbes sont généralement liées aux événements audio.
- § jeu à partir d'un clavier MIDI : de nombreux AcousModules répondent aux messages de notes MIDI pour passer d'un réglage à un autre (les profils et les entretiens du "SpatMove 3D" par exemple, voir 3.3), ou pour contrôler des assignations de canaux (SpatKeyboards). L'enregistrement se fait alors sur une piste MIDI

¹¹ Voir la description de ce mode sur la page "Automations en mode auxiliaires" du site Multiphonie [5] .

sous la forme de notes éditables : c'est simple et parfait pour tout profil scalaire.

§ jeu à partir d'un périphérique MIDI (surface de contrôle...) : selon l'hôte, l'enregistrement peut s'effectuer dans une séquence MIDI ou en tant qu'automation. Avantages : les courbes de contrôle de la séquence MIDI (et donc les profils enregistrés) peuvent facilement être traités (changement de durée, inversions, déformations globales...) et la séquence en elle-même constitue un tout aisément manipulable (couper / copier / coller). Si le logiciel dispose de fonctions de groupage, les données MIDI conservent leur synchronisation avec les événements audio lors des opérations de montage.

§ jeu à partir d'autres plugins : certains plugins sont conçus uniquement comme des contrôleurs MIDI, de manière à permettre le contrôle groupé de plusieurs plugins ("MultiJoy 16"...), ou de regrouper plusieurs paramètres dans un seul geste ("Edith 816"...). L'enregistrement des données est identique au cas précédent.

§ jeu à partir d'autres périphériques : un certain nombre d'AcousModules supportent directement les joysticks 3D standards, ce qui permet d'accéder aux trois axes X, Y et Z plus la zone d'atténuation (levier) d'un dispositif 3D dans un seul geste. Le contrôle MIDI donne également accès à d'autres types de périphériques non standards comme les tablettes graphiques (avec le freeware MIDITab de Russel Borogove [12]), des contrôleurs de jeu tridimensionnels comme le P5 Glove d'Essential Reality [13], ou les logiciels d'analyse vidéo du mouvement (Eyecon [14], Eyesweb [15] etc.).

Constatation préventive : de la même manière que la représentation des intensités d'une source sur des enceintes ne correspond jamais vraiment à ce qui est entendu (3.1.2 et 3.1.3), toute tentative de rendre compte de leurs variations sera forcément "fausse" par rapport à la perception sonore, ou tout du moins fortement simplificatrice.

L'édition des profils de masse spatiale, en dépit de l'apparence "spatiale" de leurs représentations (lignes, coordonnées, perspectives...), reste soumise en fait à la même logique que les autres types d'outils de traitement audio : qu'ils soient continus (courbes) ou scalaires (notes...) il n'y a pas plus de raison que ces événements rendent compte de la réalité sonore dans ce cas que pour celui de la fréquence de coupure d'un filtre ou de la durée d'un délai. Celle-ci est toujours autrement plus complexe et subtile... Ce qui importe alors, c'est de définir des arbitraires qui soient pertinents et opérationnels, adaptés à la nature de la tâche sélectionnée, en s'appuyant, si besoin est, sur des combinaisons de représentations complémentaires, comme par exemple un ensemble de courbes associé à une représentation dynamique bidimensionnelle.

3.3. Profils et entretiens automatiques et programmés

Le contrôle direct des paramètres qui définissent la masse spatiale, pendant l'audition des sons, constitue

certainement la manière la plus efficace pour obtenir des variations de masses qui correspondent à une réalité perceptive, qui soient "audibles" sans pour autant tomber dans la caricature.

Mais il est possible d'y adjoindre des "relais" et des "automates" qui peuvent à leur tour enrichir et apporter un certain nombre de possibilités nouvelles, comme par exemple :

- § déclencher des profils de masse déterminés synchronisés avec la lecture d'échantillons ;
- § réaliser des entretiens périodiques ou aperiodiques complexes ;
- § créer des interférences entre les critères de masse spectrale et spatiale ;
- § faciliter la réalisation de profils en trois dimensions ;
- § etc...

Je prendrai pour illustrer ces points quelques-uns des modes proposés par le "SpatMove 3D" :

- § mode "Steps" : déclenchement et contrôle en temps réel de profils pré-programmés (trajectoires 3D) :



fig. 9 : SpatMove 3D : mode Steps

On voit sur la figure 9 un profil linéaire 3D défini par la position de seize points (vue de dessus à gauche et position verticale des points à droite, en dessous de la vue des positions verticales des projecteurs). Les paramètres suivants sont éditables pendant le jeu : degré de lissage (saut à continu), positions des points, vitesse, bouclage et profils (accélération etc.), point de départ et de fin. Soixante quatre profils peuvent être enchaînés à partir de notes MIDI.

- § mode "Curves" : entretiens de formes et vitesses variables, obtenus à partir de plusieurs modulateurs cycliques combinés et modulables en temps réel (vitesse, phase, forme d'onde, position globale...), également enchaînables par clavier MIDI :



fig. 10 : SpatMove 3D : mode Curves

- § mode "Manual" : enregistrement des gestes de contrôle à la volée, et jeu sur les trajectoires mémorisées (vitesse, forme, direction, bornes...)

§ "Analyzis" modulation des positions en x, y, z et de l'atténuation globale (taille) à partir de l'analyse de l'amplitude et de la fréquence du signal audio entrant :

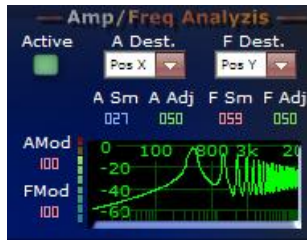


fig. 11 : SpatMove 3D : mode Analyzis

Dans ces différents cas, et notamment lorsque l'on voit se dessiner des trajectoires, il faut néanmoins rester prudent quant à la pertinence perceptive de telles variations. Employées globalement ("monodie" spatiale) ces techniques permettent d'obtenir d'assez bonnes perceptions... si les autres critères du son s'y prêtent. Superposées (polyphonie spatiale), et en dehors de contrepoints très simples, il devient rapidement impossible d'en décèler toutes les finesses ¹².

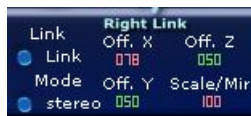
3.4. Contrôle des sources n-phoniques

3.4.1. Sources stéréophoniques

Tant que l'on manipule des sources monophoniques, ce qu'on pourrait appeler des masses initiales de taille "1", le nombre de paramètres à gérer reste raisonnable (quatre pour un espace 3D si on compte la taille de la masse) : cela peut être contrôlé gestuellement en une seule passe (joystick 3D ou P5 Glove) et représenté par quatre courbes.

À partir du moment où il faut gérer deux sources complémentaires acoustiquement liées (une masse initiale de taille "2" : source stéréophonique) cela devient beaucoup plus lourd.

Les AcousModules basés sur les interpolations de distances peuvent asservir la deuxième voie d'entrée à la première, en lui appliquant un offset X, Y et Z, positif ou négatif. Il est ainsi possible de réduire le nombre de gestes nécessaires tout en conservant un contrôle sur



l'image stéréophonique.

fig. 12 : les modes de liaison de la voie droite du Spat3D16

3.4.2. Sources multiphoniques

Le problème précédent est bien entendu démultiplié avec les sources qui comportent plus de deux canaux. Il apparaît dès que l'on traite des enregistrements microphoniques quadri-, penta- ou octophoniques, mais aussi en sortie de plugins de traitements multiphoniques (voir le paragraphe suivant) ou lors de la lecture de

fichiers multicanaux précédemment réalisés. Dans ces différents cas, la question est : comment gérer autant de paramètre d'une manière qui soit à la fois intuitive et efficace ? La méthode précédente peut également être appliquée, avec évidemment plus de variations et de paramètres.

C'est ce que propose par exemple le "SpatMorph 3D" (huit entrées sur seize sorties dans un volume). Il dispose de dix paramètres regroupés par deux dans de petits contrôleurs bi-dimensionnels, et permet les opérations globales suivantes :

- § translation globale de la masse spatiale ;
- § échelonnage (change la taille sans changer la géométrie) ;
- § déformations de la géométrie ;
- § "orientation" / décalage des canaux.

Le nombre de paramètres et de gestes nécessaires reste encore élevé (dix au lieu de vingt-quatre) mais correspond à des actions relativement intuitives et qui conservent la cohérence de groupe de l'entrée octophonique.



fig. 13 : SpatMorph 3D

Une autre approche, assez différente, est proposée avec le "SpatEdith 612" (six entrées sur douze sorties sur une surface).

Il est basé sur des interpolations linéaires de paramètres et non pas des positions spatiales (une approche analogue au Syter du GRM) : un seul geste permet ainsi de faire varier simultanément les positions 2D des huit entrées.



fig. 14 : SpatEdith 612 : les petits éditeurs graphiques en bas ("A" à "H", huit configurations par patch) permettent de définir différentes masses spatiales complexes (qui s'affichent sur la vue de droite). L'interpolation se réalise sur la vue de gauche : un seul geste et deux courbes suffisent ainsi pour faire évoluer la source hexaphonique...

¹² Le terme de "polyphonie" est employé ici selon son acception classique : la juxtaposition de voies indépendantes distinctes.

4. BONS ET MAUVAIS TRAITEMENTS

4.1. Les images d'espaces

Les traitements de l'empreinte spatiale, telle que définie au paragraphe 2.1.2, sont souvent associés dans les logiciels de "spatialisation", et dans les esprits, à l'idée de simulation acoustique, et principalement de la simulation des distances (l'image d'espace poursuit le mouvement de l'espace projeté).

Dans une conception où l'empreinte spatiale représente un des critères du son au même titre que la sensation de hauteur ou de timbre, elle échappe à ce rôle subordonné de simulation des enceintes manquantes pour se combiner à loisir avec le critère de masse spatiale, aussi bien pour le renforcer que pour le contredire.

Je n'insisterai pas sur ces traitements bien connus : filtres, retards, réflexions, réverbérations et surtout convolutions [11].

Mais si le potentiel des outils qui permettent de façonner la masse spatiale est multiplié lorsqu'on leur adjoint des modules qui traitent l'empreinte spatiale, on peut aller encore plus loin dans le façonnage d'objets multiphoniques originaux en leur associant les traitements spectraux et temporels traditionnels, multipliés pour la circonstance.

4.2. Traitements "spatialisés"

Une première catégorie de plugins associe ainsi à chaque processus un contrôle de la masse spatiale du même type que celui de la figure 4 : une source audio monophonique est traitée par plusieurs occurrences d'un module de contrôle de masse.

On obtient ainsi des masses spatiales qui ne résultent plus seulement de variations d'intensités mais aussi de masse spectrale etc.

Par exemple, dans le "SpatGrains" les huit lectures variables des buffers, dans le "SpatHarmo" les huit transpositions simultanées de la source, ou dans le "SpatVoc" les huit bandes de filtre issues de l'analyse du vocodeur peuvent être individuellement placées et animées.



fig. 15 : SpatGrains 8 : les huit "grains" (billes de couleur, de "A" à "H") sont librement placés parmi les huit projecteurs (billes grises). L'ensemble des positions peut être changé par une note MIDI, instantanément ou selon une durée définissable.

4.3. Traitements parallèles

Le rôle de cette deuxième catégorie de plugins est assez différent, puisqu'ils sont conçus pour prendre place soit après un traitement de la masse spatiale, soit directement en sortie d'une source multiphonique. Chaque entrée est alors traitée en parallèle par un processeur identique, mais avec bien sûr la possibilité d'avoir des réglages différents pour chacun¹³ (voir 6.4.1).

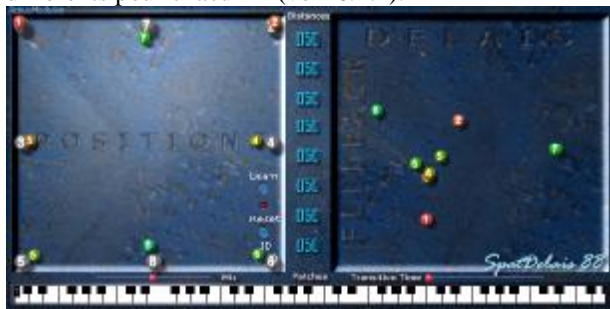


fig. 16 : SpatDelais 88, les positions des huit delais peuvent coïncider ou non avec celles des canaux originaux (vue de gauche), leurs valeurs (durée et taux de réinjection) sont ajustés sur la vue de droite.

5. ÉLOGE DU JEU

Dans la recherche de l'intégration du contrôle spatial avec les autres critères sonores, les instruments basés sur l'échantillonnage ou sur la synthèse représentent peut-être les solutions les plus riches en potentialités. En effet, ils permettent par définition un contrôle interactif basé sur ce qui est entendu pendant le jeu, et associent dans une même intention globale tous les paramètres sonores, espace compris¹⁴.

L'utilisation d'instruments-plugins apporte par ailleurs un certain nombre d'avantages par rapport aux solutions dissociées du type fichier audio + automation de plugin :

- § la plupart des logiciels multipistes peuvent connecter les différentes sorties de ces plugins sous la forme de multiples sorties mono ou stéréo, ce qui solutionne en partie le problème des bus souvent limités à la stéréo (voir annexe 6.2) ;
- § les contrôles gestuels de tous les paramètres, y compris ceux qui concernent la masse spatiale ou les images d'espace, peuvent être enregistrés conjointement et traités comme un tout (séquences MIDI), ce qui en fait de véritables "objets multiphoniques", autant du point de vue de leur perception que de leur manipulation ;

¹³ Des traitements multiphoniques parallèles sont disponibles dans quelques logiciels multipistes disposant de bus multicanaux ainsi que pour certains plugins AU, mais généralement avec le même réglage pour tous les canaux.

¹⁴ Cette technique est possible depuis les premiers échantillonneurs à sorties multiples de la fin des années 80, et a permis dès cette époque la création de nombreuses oeuvres multiphoniques de compositeurs comme Patrick Ascione, Robert Normandeau, Marc Favre ou moi-même...

§ il est possible de programmer des comportements spatiaux complexes (modulations internes) tout en conservant des gestes simples.

L'intégration son / espace / geste peut être de trois types, souvent associés dans le même environnement.

5.1. Contrôle final de la masse et de l'empreinte spatiale

L'application la plus simple consiste à adjoindre un module de type "spatialisation surround" à l'étage final des modules habituels de synthèse ou d'échantillonnage.

C'est l'emplacement généralement dévolu aux "effets" et il est facile et efficace d'y associer des modules du type délais et réverbérations pour combiner les empreintes spatiales aux contrôles de la masse spatiale¹⁵.



fig. 17 : SpatPlayer 812 : la sortie de chacune des huit zones d'échantillons peut être positionnée et jouée à partir de contrôleurs MIDI

5.2. Contrôles gestuels communs



fig. 18 : JoySynth, le jeu se fait exclusivement à l'aide d'un Joystick standard ou d'une tablette graphique. Les deux anneaux (interpolation des paramètres de synthèse et

position X, Y) peuvent être liés pour obtenir des morphologies à la fois spatiales et timbrales.

Une manière plus avancée d'associer synthèse et contrôles spatiaux consiste ici à relier les gestes qui contrôlent la masse spatiale et les paramètres de synthèse.

Quelques exemples simples (voir simplistes...) :

- § associer l'ouverture d'un filtre à la position avant / arrière ;
- § la hauteur spectrale du son avec la position en hauteur ;
- § la taille de la masse spatiale à la richesse harmonique ;
- § la vitesse du déplacement à la vitesse d'une modulation...

5.3. Processus liés

Une troisième solution consiste à utiliser des processus automatiques, par exemple des modulateurs simples comme des LFO ou des enveloppes, ou des modélisations dynamiques plus complexes, de manière à créer des variations morphologiques combinées des différents critères sonores, masse et empreinte spatiale compris.



fig. 19 : AnimaSampler 3D, la position spatiale des huit échantillons, la hauteur spectrale, le filtrage et le bouclage sont déterminés par le jeu avec un Joystick 3D ainsi que par la combinaison de quelques modèles simples comme l'inertie, la dispersion ou la gravité.

6. ANNEXES

6.1. Environnements modulaires permettant l'exportation de plug-ins multicanaux

- § Max/Msp : limite à huit canaux sous la forme de plusieurs plug-ins stéréo liés, fonctionnement avec une version runtime de Pluggo (AU, VST, RTAS, Mac/Win)
- § SonicBirth : jusqu'à trente-deux canaux, fonctionnement avec une version runtime de SonicBirth (AU & VST, Mac OS X, interface Cocoa)
- § Synthedit : jusqu'à trente-deux canaux, exportation directe de plug-ins autonomes (VST/i, Windows)
- § Synthmaker : jusqu'à trente-deux canaux, exportation directe de plug-ins autonomes (VST/i, Windows)

¹⁵ C'est ce que Native Instruments [16] a récemment fait avec les logiciels Absynth 3 et surtout Kontakt 2 (jusqu'à 16 canaux avec convolution multiphonique).

§ CPS : jusqu'à 16 canaux, exportation via SDK (VST/i, Windows, AU Mac OS X prévu)

6.2. Applications supportant les plug-ins multicanaux

6.2.1. Windows (compatibles avec les AcousModules)¹⁶:

Logiciels multipistes :

- § Acid Pro (Instruments, 26 canaux) - Sony
- § Aodix (Contrôle des masses, Traitements, Instruments, 16 canaux) - Arguru
- § Cubase SX (tous, 6 canaux) - Steinberg
- § Live (instruments) - Ableton
- § Nuendo (tous, 12 canaux) - Steinberg
- § Podium (Contrôle des masses, Traitements, Instruments, 32 canaux) - Zynewave
- § Protools TDM (? , 8 canaux) - Digidesign
- § Samplitude (instruments) - Magix
- § Sequoia (instruments) - Magix
- § Sonar (instruments) - Cakewalk
- § Tracktion (tous, 23 canaux) - Mackie
- § Wavelab (traitements, 8 canaux) - Steinberg

Multipiste et hôte modulaire :

- § EnergyXT (tous, 32 canaux) - Jorgen Ase

Environnements modulaires :

- § AudioMulch (Contrôle des masses, Traitements, Instruments, 24 canaux)
- § Bidule (tous) - Plogue
- § Buzz (tous) - Jeskola
- § Console (tous) - Art Teknika
- § CPS (tous, 16 canaux) - Bonneville
- § Max/Msp (tous) - Cycling74
- § Pure Data (tous) - CCRMA
- § Synthedit (tous, 12 canaux) - Jeff McClintock
- § VSTHost (tous) - Hermann Seib

6.2.2. Mac OS X :

Logiciels multipistes :

- § Cubase SX (6 canaux) - Steinberg - VST
- § Digital Performer (12 canaux) - MOTU - AU
- § Live (instruments) - Ableton - VST / AU
- § Logic Pro & Express (instruments) - Apple - AU
- § Nuendo (12 canaux) - Steinberg - VST
- § Protools TDM (? , 8 canaux) - Digidesign - TDM
- § Tracktion - Mackie - VST

Environnements modulaires :

- § Bidule - Plogue - VST / AU
- § CPS (16 canaux) - Bonneville - AU
- § Max/Msp - Cycling74 - AU / VST
- § Pure Data - CCRMA - VST

6.3. Support des fichiers multicanaux

- § Podium (32 canaux, Win)
- § Bidule (32 canaux, Mac/Win)
- § Max/Msp (32 canaux, Mac/Win)
- § Aodix (16 canaux, Win)
- § Nuendo (12 canaux, Mac/Win)

- § Protools TDM avec plugin (8 canaux, Mac/Win)
- § Cubase SX (6 canaux, Mac/Win)
- § Premiere Pro (6 canaux, Win)

6.4. Autres plug-ins multicanaux

6.4.1. Traitements

- § PristineSpace - réverbération par convolution sur 8 entrées / sorties (Voxengo, Win)
- § les effets intégrés à Digital Performer (Mac) et Nuendo Surround Edition
- § les effets multicanaux AU intégrés à Mac OS X (32x32, traitement identique pour tous les canaux)
- § les effets multicanaux DMO intégrés à Windows (DirectX), transcrits en VST par TobyBear (16x16, traitement identique pour tous les canaux)
- § plug-ins surround de Tony B. et StarPlugs
- § quelques-uns de la série Pluggo (Cycling 74)
- § Waves IR1, version surround

6.4.2. Instruments

- § Absynth 3 (8 canaux 2D) - Native Instruments
- § Halion (échantillons 5 canaux) - Steinberg
- § Kontakt 2 (16 canaux 2D) - Native Instruments
- § MachFive (échantillons 5 canaux) - MOTU

7. BIBLIOGRAPHIE ET SITES INTERNET

- [1] Revue LIEN : L'espace du son I et II, collectif, Musiques & Recherches
- [2] L'art des sons fixés, Michel Chion, Metamkine
- [3] Traité des objets musicaux, Pierre Schaeffer, Seuil
- [4] Article de P.A. Gauthier : Introduction aux fondements, aux technologies et aux applications potentielles de la synthèse de champs acoustiques pour la spatialisation audio sur réseaux de haut-parleurs
- [5] Multiphonie : <http://multiphonie.free.fr>
- [6] Théème contemporain : <http://tc2.free.fr>
- [7] Acousmodules : <http://acousmodules.free.fr>
- [8] Synthedit : <http://synthedit.com>
- [9] SonicBirth : <http://www.sonicbirth>
- [10] SAVIHost : <http://www.hermannseib.com/>
- [11] Noisevault, forum sur la convolution : <http://www.noisevault.com/>
- [12] MIDITab : <http://www.tinygod.com/>
- [13] P5 Glove : <http://www.essentialreality.com/>
- [14] Eyecon : <http://www.frieder-weiss.de/>
- [15] Eyesweb : <http://infomus.dist.unige.it/Eywindex.html>
- [16] Native Instruments : <http://www.nativeinstruments.de/>
- [17] Liens multicanal et surround : <http://www.mtsu.edu/~dsmitche/rim456/456links.html>

¹⁶ Le nombre total d'entrées et de sorties traitées dépend de la conception des hôtes ou des interfaces audio utilisées.