

# Ecoute au casque multicanal (2<sup>ème</sup> partie) Les applications

**N**ous avons abordé le principe de fonctionnement de l'écoute multicanal au casque dans la première partie, voyons aujourd'hui les différentes applications. Les premières, les plus performantes, sont les boîtiers casques multicanal avec un système de head tracking : le Smyth Research SVS Realiser A8 et le Beyerdynamic Headzone sont aujourd'hui les principales solutions commercialisées. Par ailleurs, il existe des procédés de diffusion binaurale sans head tracking ainsi que des méthodes de synthèse par mixage à partir de formats 5.1 ou 7.1. Ces derniers envisagent donc une image sonore multicanal au casque qui suit les mouvements de la tête, pour un seul point d'écoute correspondant à une orientation centrale. Visite guidée !

## Les applications boîtiers casque

### Smyth Research SVS Realiser A8

Le SVS Realiser A8 est une solution très bien pensée par une équipe d'anciens acousticiens experts de chez DTS et APT. Déjà, comme nous l'évoquons dans la première partie, il offre des HRTF personnalisées ce qui repousse les possibilités de spatialisation car chacun peut étalonner le système de

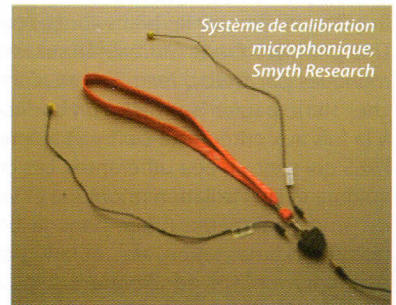
façon adaptée. Bien sûr on peut y voir un côté « écoute égoïste », mais, nous avons tous des HRTF différentes ce qui pose le souci de la compatibilité. En revanche, il comporte différents presets que l'on peut stocker dans la mémoire interne ou sur carte SD, et utiliser pour chacun d'entre nous.

Dans ses principes de base, le Realiser est similaire aux autres systèmes : il applique une altération HRTF aux différentes voies du multicanal. Néanmoins, il fait en plus appel à trois composants critiques : la personnalisation HRTF, le suivi des mouvements de tête par head tracking et la capture des propriétés de n'importe quel système sonore dans son environnement d'origine. La personnalisation est réalisée par la mesure de nos propres fonctions HRTF et le suivi des mouvements de tête se fait par calcul des paramètres de ces fonctions toutes les 5 ms. Ce procédé vise aussi à simuler une écoute multicanal en reproduisant son identité (la réponse en fréquence des enceintes) et l'acoustique du local (son TR) dans lequel on fait la mesure. On peut donc imaginer transporter dans le processeur l'écoute multicanal de notre studio favori, bien optimisée, n'importe où.

La calibration du preset se fait en deux temps, nous calibrons dans un premier temps le système pour mesurer nos



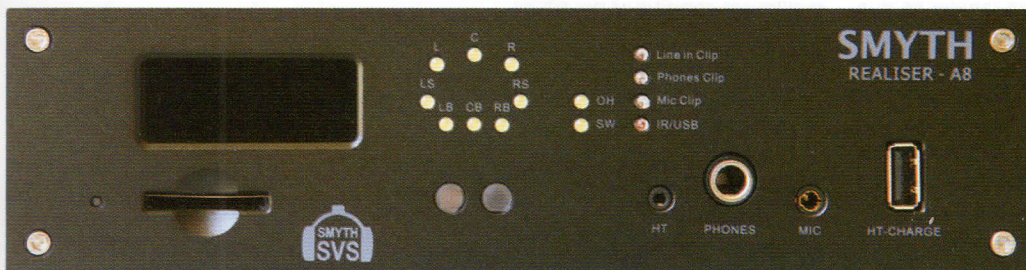
Système de Head Tracking récepteur, Smyth Research



Système de calibration microphonique, Smyth Research

propres fonctions HRTF, la réponse en fréquence des enceintes et la mesure acoustique du local, ces mesures s'appellent les PRIR (Personal Room Impulse Response). Pour mesurer les HRTF, il faut bien sûr disposer d'une écoute 5.1 et de microphones miniatures placés dans nos oreilles convenablement, ces microphones étant bien sûr fournis (la mesure peut se faire dans les laboratoires du constructeur ou de l'importateur). Le boîtier envoie alors un sweep sur chacune des enceintes, pour 3 orientations différentes de l'auditeur, -30°, 0° et +30°. Les positions intermédiaires, comme évoquées dans la première partie de l'article, sont calculées par interpolation. Dans un second temps, nous calibrons le système pour l'adapter au casque utilisé, cela s'appelle la mesure HPEQ, afin de linéariser en fréquence la restitution. Nous obtenons donc au final deux mesures, PRIR et HPEQ, regroupées en un preset. Nous pouvons ensuite garder les mesures PRIR faites et changer de casque ou bien

Face avant du Realiser A8, Smyth Research  
En dessous la face arrière du Realiser A8, Smyth Research



garder le même casque et charger une autre écoute multicanal mesurée auparavant, stockée dans la mémoire. C'est là aussi tout l'intérêt, c'est d'offrir différents types d'écoutes ! L'unité comporte 64 mémoires PRIR et 64 mémoires HPEQ que l'on peut charger dans 4 presets utilisateurs. Le Realiser est vendu avec un casque Stax SR-202 en option, mais peut fonctionner avec tout autre casque stéréo. Les tests ont été faits avec les casques DT990 Pro, DT770, Sony MDR7506 et Stax SR-202, donnant des résultats tous concluants.

Suite aux tests d'écoute réalisés, la réaction de la plupart des gens est de demander de couper l'écoute multicanal pour démarrer les tests... alors que les tests ont déjà commencé à travers l'écoute au casque ! En effet, il existe un mode intéressant dans lequel l'utilisateur peut passer automatiquement de l'écoute au casque multicanal à l'écoute sur enceintes en relevant le casque, grâce au récepteur, ce qui permet de bien comparer les deux configurations ! Ils ont donc pensé à tout ! Les tests ont été faits une première fois sur une écoute AIR 6 Dynaudio Acoustics et une seconde fois sur une écoute PMC AML1 corrigée par un Optimizer Trinnov Audio. Parmi les différents procédés d'écoute multicanal pour casque déjà testés, le Realiser offre de grandes possibilités en termes de sensation d'espace. Après comparaison, les localisations des différents canaux au casque correspondent précisément aux localisations des enceintes de l'écoute multicanal. Les canaux arrière restent toujours très impressionnants car ils portent des directions de provenance nouvelles que l'on n'a vraiment pas l'habitude de percevoir au casque. On retrouve aussi l'identité des enceintes (leur couleur) et du local (sa réverbération). La calibration haute résolution (sweep d'une durée de 12 s contre 3 s en basse résolution) améliore sensiblement la perception externe en frontal ainsi que le rendu acoustique, avec une meilleure perception de profondeur.

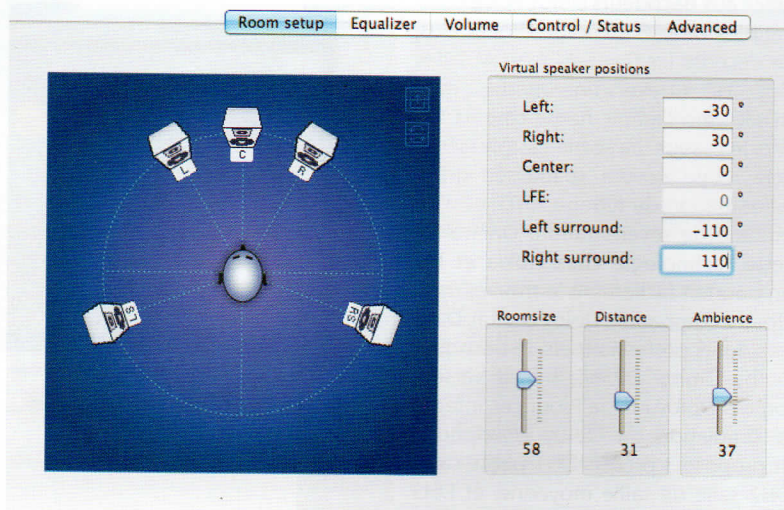
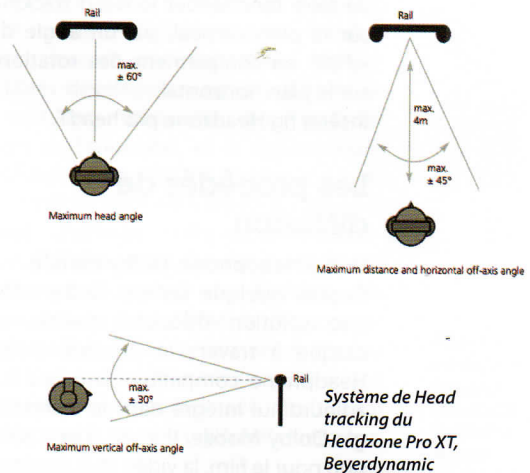
Nous retrouvons dans le Realiser la plupart des réglages de gestion du son multicanal : le choix des angles des enceintes en configuration 5.1 ou 7.1, le réglage du niveau de référence (85 dB C SPL cinéma, 79 dB C SPL TVHD, 74 dB C SPL cellules de vérification PAD), le réglage de la configuration Lfe à + 10 dB ou 0 dB, le bass management avec la fréquence de coupure à 80 Hz, et le

downmix stéréo (possibilité de renseigner les coefficients associés au centre et aux canaux arrière), cette réduction étant diffusée sans procédé de spatialisation, de façon traditionnelle. Les entrées et sorties sont analogiques en RCA, on trouve aussi une sortie casque numérique SPDIF, des sorties audio auxiliaires pour raccorder des transducteurs tactiles (body shakers) afin de renforcer la sensation de vibration avec le corps. Une version professionnelle est prévue au cours du deuxième trimestre 2011 (E/S sur Sub25 analogique, AES et HDMI). On peut synchroniser deux Realiser si l'on souhaite restituer des formats multicanal jusqu'à 16 canaux audio permettant ainsi d'explorer la restitution verticale (10.2, auro 3D...).

Les applications sont nombreuses autant dans le milieu professionnel (cars HD, prise de son...) que pour le grand public (jeux vidéo, films, musique...) mais, c'est surtout globalement une nouvelle façon d'écouter au casque, très séduisante et plus naturelle, comparable au passage de l'écoute stéréo vers l'écoute 5.1. Le Realiser peut servir de référence en rappelant notre écoute 5.1 optimisée et nous permet ainsi de tester la compatibilité de notre mixage. Il est possible d'enregistrer la sortie du Realiser et de transporter le format binaural vers un lecteur mobile afin de profiter de l'écoute spatialisée. On peut aussi imaginer un boîtier optimisé pour la prise de son reportage/documentaire qui permettrait enfin au preneur de son d'avoir un rendu spatial de sa prise de son multicanal autrement que par l'écoute frontale et arrière ou par l'écoute du downmix stéréo restant très limitée !

### Beyerdynamic Headzone

Beyerdynamic développe deux solutions de boîtiers surround, une pour le grand public appelée Headzone, et une autre professionnelle, Headzone Pro ou Pro XT. Le procédé grand public Headzone se présente sous forme d'un boîtier qui reçoit en entrée, via une liaison Spdif coaxial ou optique, un format 5.1 codé Dolby Digital, DTS, Dolby Surround (LtRt) ou un format PCM stéréo (pour l'écoute au casque stéréo traditionnelle). Il intègre donc des décodeurs Dolby Pro Logic, Dolby Digital et DTS. Ces formats peuvent provenir de bandes son de jeux vidéo (Play Station 3 et Xbox 360 en Dolby ou DTS, Wii en Dolby Surround seulement), de lecteur DVD et Blu ray, d'un PC équipé d'une carte son surround. Il n'est pas possible de véhiculer dans ce boîtier un format audio 5.1 PCM ou analogique non compressé. Cependant, il existe un boîtier professionnel Headzone Pro XT, qui peut lui recevoir une entrée 5.1 analogique sur connexion SUB25 ou un signal numé-



Logiciel de paramétrage Headzone Pro XT, gestion des canaux et de l'acoustique, Beyerdynamic fig Headzone levels : logiciel de paramétrage Headzone Pro XT, gestion des niveaux, Beyerdynamic

rique via trois entrées AES ou bien depuis une liaison firewire sur son ordinateur. Le port firewire permet aussi de contrôler le paramétrage par l'application Headzone Pro XT.

Il convient d'abord de renseigner la position des enceintes suivant la norme ITU 775. Le module permet, comme évoqué dans la première partie de l'article, de modéliser l'acoustique de sa régie virtuelle suivant un TR compris entre 250 et 400 ms en agissant sur la réponse impulsionnelle. Le paramétrage se fait à l'aide des critères « taille de la pièce », « distance des enceintes » et « quantité de réverbération » (dosage wet/dry). Il est aussi possible d'agir sur une correction fréquentielle globale du casque à l'aide de quatre correcteurs pour optimiser à son goût l'équilibre spectral. L'unité fonctionne donc sur une seule correction HRTF, non personnalisée, avec une modélisation de l'acoustique faite par traitement de la réponse impulsionnelle. À noter aussi, la possibilité de faire fonctionner le head tracking sur le plan vertical, sur un angle de +/-30° en complément des rotations sur le plan horizontal.

Insérer fig Headzone pro headT

## Les procédés de diffusion

### Dolby Headphone, Dolby mobile

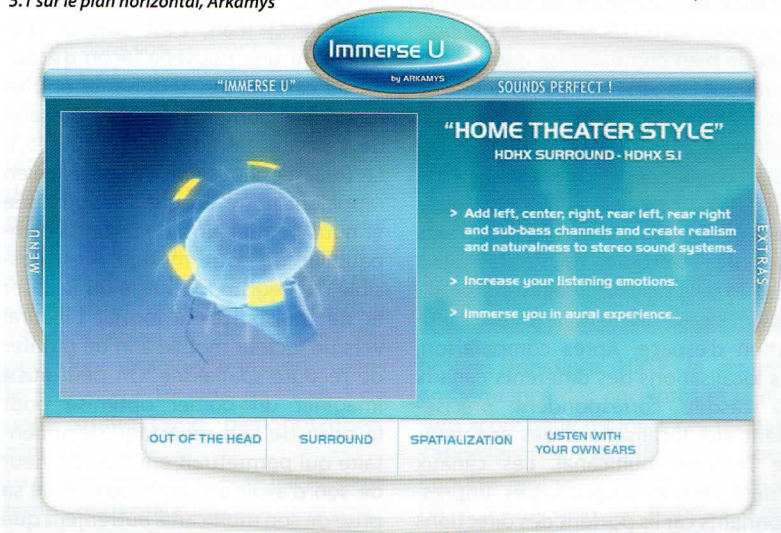
Depuis quelque temps, Dolby offre une solution d'écoute spatiale au casque à travers le procédé Dolby Headphone compatible jusqu'au 7.1, aujourd'hui intégré dans la technologie Dolby Mobile. Il s'agit d'une solution pour le film, la vidéo et la musique intégrée aux portables. Il permet grâce aux décodeurs Dolby Pulse compatibles HeAAC et Dolby Digital Plus, de décoder les flux E-AC3 ou AC3 des vidéo HD à travers une interface mini HDMI vers l'ampli home-cinema ou vers le casque. La sortie casque bénéficie d'une écoute spatialisée grâce à l'utilisation de filtrage HRTF et d'un module de réverbération. On trouve cette technologie chez Nokia et LG, on pourrait facilement le trouver dans l'ipad 2 compatible Dolby Digital. Dans nos outils professionnels, le décodeur Dolby Digital DP564, ou sa version logiciel Dolby Media Producer, intègre la simulation du Dolby Headphone et propose 3 presets DH1 petite salle, DH2 salle de taille moyenne, et DH3

grande salle. Autrement, on trouve la technologie Dolby Headphone aussi sur certains casques pour le jeu vidéo (Logitech, Sennheiser...), Lake l'a intégrée dans son processeur HSM6240, et certains amplis home-cinema le proposent (Denon, Harman Kardon). Une bonne démonstration de ce procédé peut être écoutée sur Internet, dans Google ou You Tube, faites une recherche sur « Dolby Man », un titre présenté par Beardyman et Dolby, amusant et assez démonstratif sur les possibilités de spatialisation.

### Arkamys Immerse U

La société Arkamys est spécialisée dans les technologies de spatialisation du son et propose des solutions d'encodage binaural pour le mobile, le lecteur mp3, pour l'audio conférence, elle offre des services de développement

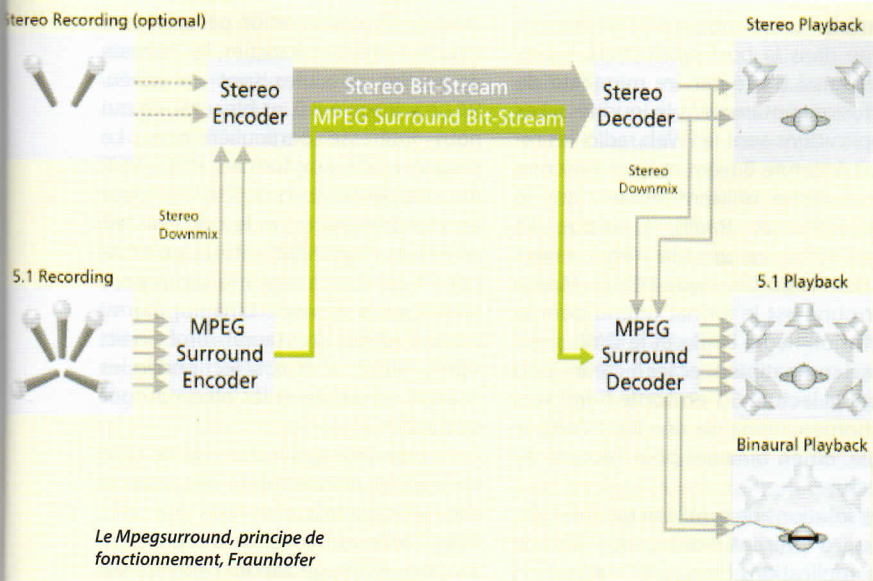
*Procédé Arkamys HDHX 5.1, spatialisation 5.1 sur le plan horizontal, Arkamys*



*Procédé Arkamys HDHX 3D, spatialisation 3D, Arkamys*



pour Iphone et Android sous forme d'applications. On trouve dans leurs services aussi des solutions d'upmix multicanal (format stéréo transformé en 5.1) pour la voiture par exemple, ou la post-production audio (développement Upmix5 pour Pyramix) ainsi que du traitement transaural afin d'améliorer le rendu spatial à partir de deux enceintes. La solution pour le mobile ou le lecteur mp3, appelée Immerse U, est adaptée à l'utilisateur, en fonction de sa morphologie d'oreille et de tête. Cet algorithme est intégré depuis 2007 dans le microprocesseur Noma-dik ST microelectronic utilisé pour les applications multimedia des mobiles, on le trouve dans les mobiles SAGEM depuis 2006, et Air France l'intègre depuis 2006 pour l'écoute au casque des passagers.



Le Mpegsurround, principe de fonctionnement, Fraunhofer

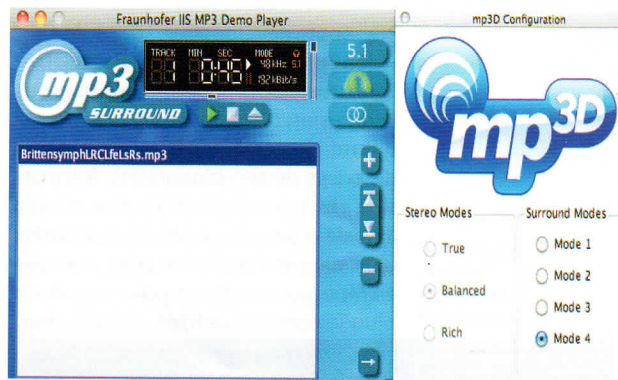
### DTS Surround sensation

DTS propose son procédé d'écoute multicanal au casque appelé DTS Surround sensation, on le trouve pour l'instant sur certains amplificateurs home-cinema de la marque Onkyo. DTS développe depuis fin 2009 aussi pour ASUS le procédé appelé DTS Surround Sensation UltraPC, que l'on trouve embarqué sur les cartes-mères. Ce dernier intègre le procédé DTS Surround Sensation Speaker, une sorte de transaural à partir d'une écoute stéréo sur enceintes et le DTS Surround Sensation Headphone, l'écoute multicanal au casque avec head tracking. On trouve aussi la technologie DTS Neo6 qui permet d'upmixer une stéréo en 5.1 si la source n'est pas multicanal.

### Fraunhofer mp3D et Mpegsurround

Fraunhofer, l'institut de recherche en

Allemagne dont les applications sont très vastes, possède un département audio très actif sur le développement des technologies audio surround. Ils mettent à disposition deux technologies de diffusion binaurale, le format mp3D lié au mp3surround et le mpegsurround. Toutes deux intègrent les mêmes concepts de diffusion du son 5.1 portés par l'association d'un encodage spatial et d'un codec mp3 ou HEAAC pour le flux stéréo, avec une possibilité de diffusion binaurale. La diffusion du son se fait au format stéréo, accompagnée d'un signal d'information spatiale ou « side information » d'un débit d'environ 20 kbps reposant sur les différences entre canaux : l'ICTD (inter channel time differences), l'ICLD (inter channel level differences), l'ICC (inter channel coherence). Le format de départ, 5.1, est downmixé en stéréo

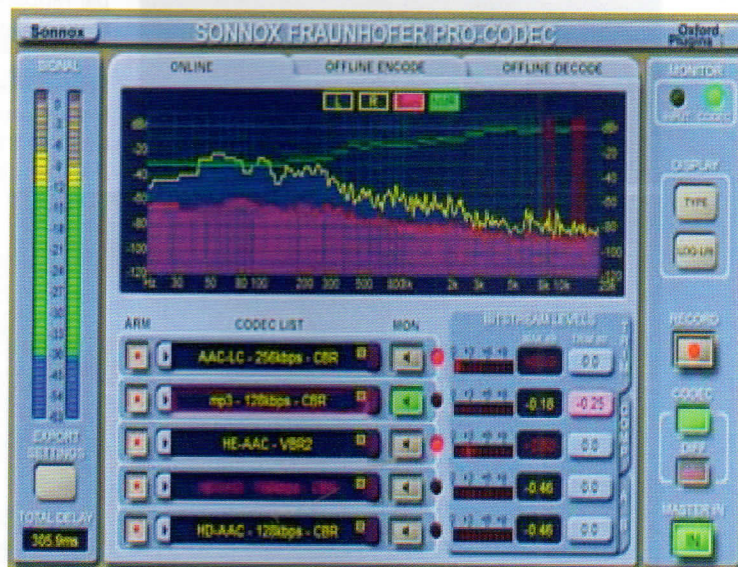
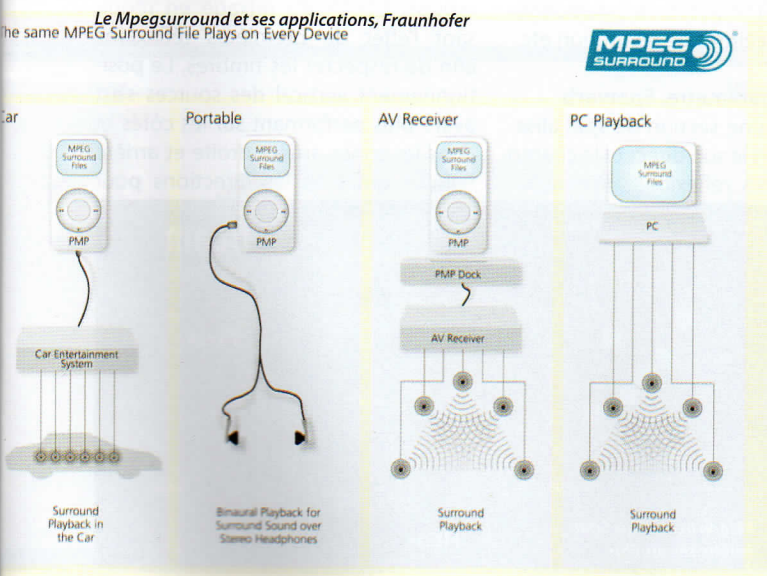


et, après analyse des différents canaux du multicanal, le signal d'information spatiale est dérivé. La diffusion se fait au format stéréo, accompagné du side information. La lecture est compatible stéréo, à partir de la stéréo downmixée (ou bien d'une stéréo conventionnelle), 5.1, grâce à l'information d'espace, et binaural. Le traitement binaural propose à l'auditeur quatre filtrages HRTF différents, ce qui permet d'avoir une meilleure adaptation à la morphologie de tête et d'oreille de chacun.

Le mp3surround, principe de fonctionnement, Fraunhofer Lecteur Fraunhofer mp3surround, Fraunhofer

Les applications mp3surround sont prévues pour la diffusion Internet, le mobile et le lecteur mp3. Il existe notamment des applications compatibles développées par Fraunhofer, le mp3surroundEncoder pour encoder en mp3surround, et le mp3surroundPlayer pour lire un fichier mp3surround. La dernière version de Winamp est d'ailleurs compatible mp3surround. Un autre format, le MP3 SX, permet d'upmixer des formats stéréo en multicanal afin de les écouter spatialisés pour le casque. À l'heure actuelle, les premières applications mobile compatibles son multicanal au casque, ou plus généralement son

Plug-in d'encodage Sonnox / Fraunhofer Pro Codec, Sonnox



# WATT-SON

lug-in Ircam/  
Flux Spat,  
gestion des  
sources, Flux

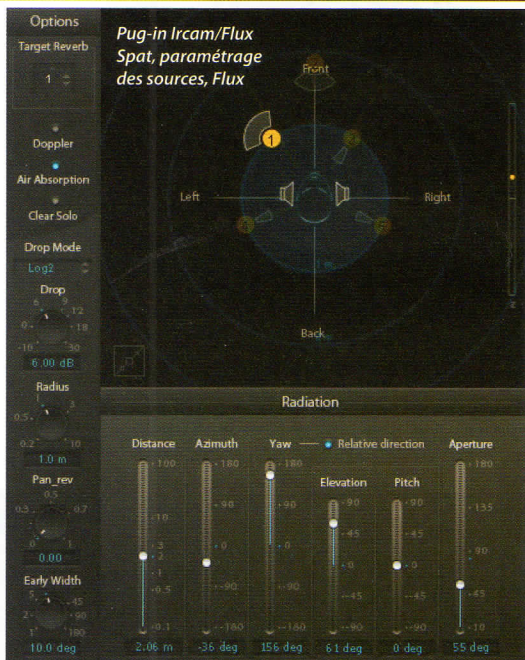
3D, sont développées, dans le jeu vidéo (jeu de course Uber Racer 3D – Sandstorm), ou pour la relaxation par la diffusion d'ambiances (Naturespace diffuse des ambiances faites à partir de prises de son binaurales). À l'occasion du salon NAB 2011, Fraunhofer associé à Sonnox, a annoncé la sortie d'un plug-in Pro Codec pour encoder en Mpegsurround et mp3surround. Ce plug-in compatible RTAS, AU, VST vient

comblent un manque d'outils d'encodage dans la post-production, il permet aussi d'intégrer les metadata de diffusion, notamment le loudness. Les applications sont les Web radio, les radios Antenne Bayern et Rock Antenne en Autriche utilisent notamment le mp3surround, Radio Classique l'a aussi utilisé sur son site Web à travers le flux Radio Classique HD. Le Mpeg-surround est le format retenu pour la diffusion Radio DAB+ et le DMB. Il est aussi compatible avec les lecteurs Ipod pour la lecture 5.1 en sortie hdmi vers le home-cinema via une base compatible, ou en binaural pour l'écoute au casque.

Les solutions de synthèse par mixage Jusqu'à présent nous avons abordé les applications binaurales sur boîtiers casques multicanal et par procédés de diffusion, voyons maintenant les solutions de synthèse par mixage. Il existe aujourd'hui deux solutions professionnelles commercialisées qui permettent d'encoder un format binaural : Ircam tools développé par l'Ircam et Flux, et Audio Stage développé par Longcat Technologies.

module de réverbération par synthèse. Avec 8 entrées et 8 sorties, les formats de sorties possibles sont en stéréo, 5.1, 7.1, jusqu'à 8.0, et binaural, ce qui nous intéresse particulièrement. Le plug-in existe aux formats RTAS, VST, AU, compatible jusqu'à 384 kHz (pour les plus téméraires) et le calcul se fait en 64 bits virgule flottante. Le point de départ consiste à régler le setup pour sélectionner le mode binaural (parmi bien d'autres, transaural, ambisonic, VBAP, DBAP...) et à sélectionner les sources en entrée et les placer autour de l'auditeur.

La première application de ce type de logiciel est de mixer des sources avec leur spatialisation dans une salle. Mais, l'idée qui consiste à reproduire au casque l'image sonore obtenue sur une écoute 5.1, dans un souci de compatibilité, est aussi séduisante. Notre expérimentation a donc consisté à exploiter des mixages en 5.1 afin de les encoder en binaural, nous devons donc placer les sources L, C, R, Ls, Rs et Lfe suivant la norme ITU 775. La distance de positionnement des sources est essentielle car elle influe directement sur le rapport CD/CR. L'utilisation de l'acoustique améliore la sensation d'externalisation de l'image sonore, mais, elle change aussi le rapport CD/CR donc détimbre les sources et modifie la couleur de l'image. Pour certains mixages qui le justifient comme certaines prises de son multicanal, des pièces de musique acousmatique, des mixages pas trop denses, l'utilisation de la distance avec l'intégration d'une acoustique fonctionne. Pour d'autres mixages plutôt denses, notre approche a été de ne pas modifier le rapport CD/CR du mixage en réduisant l'effet de premières réflexions afin de respecter les timbres. Le positionnement vertical des sources s'est avéré plus performant sur les côtés et dans les zones arrière droite et arrière gauche qui sont les directions pour

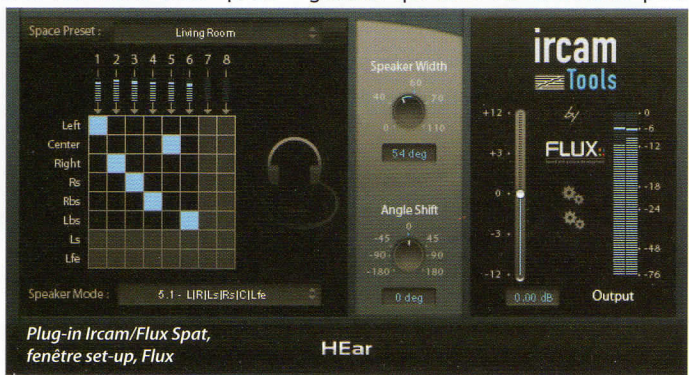


### Ircam/Flux Spatialisateur, Hear

L'Ircam, associé à Flux, a développé en 2010 en plug-in une adaptation du Spatialisateur intégré au bundle « Ircam tools ». Cet outil repose sur un modèle perceptif avancé, il permet de spatialiser des sources en prenant en compte un grand nombre de paramètres acoustiques, comme la variation du niveau sonore avec la distance, l'absorption des fréquences aiguës qui croît avec la distance, la directivité de la source, sa présence, son orientation par rapport à l'auditeur, le positionnement des enceintes de restitution etc.

### Spatsourceparametre, Spatverb

Il comporte une section de spatialisation intégrant le son direct et le champ des premières réflexions ainsi qu'un



lesquelles les HRTF sont les plus accentuées. En revanche, la verticalité au centre ne fonctionnait pratiquement pas. Le soft est livré avec environ 90 filtres HRTF, dont celui du mannequin Kemar. Les HRTF internes disponibles sont fournies par l'IRCAM, mais il sera possible d'importer d'autres fonctions HRTF au format SDIF dans une prochaine mise à jour.

Le plug-in Hear annoncé au Musik Messe cette année, est une version simplifiée qui utilise la partie encodage binaural du moteur du spatialisateur. Il intègre un module d'entrée pour affecter les sources et paramétrer le set up du type de sources (4.0, 5.1, 7.1...). Il permet une simulation de pièce fonctionnant sur une convolution ou une synthèse (le choix n'est pas encore fait actuellement), à partir des premières réflexions du moteur du

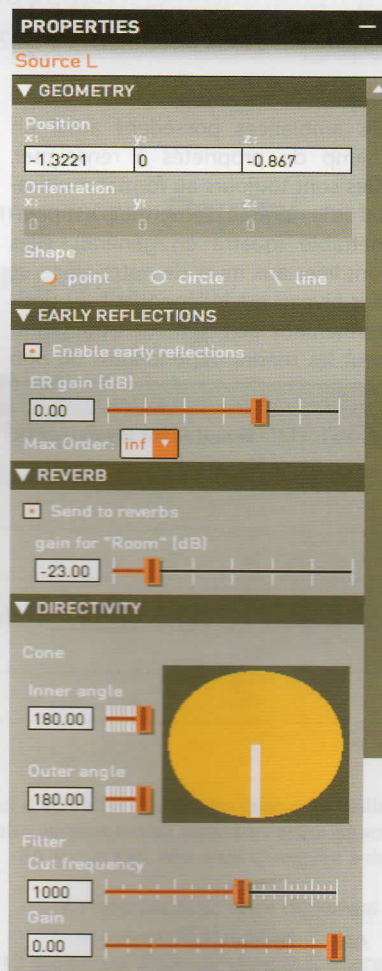
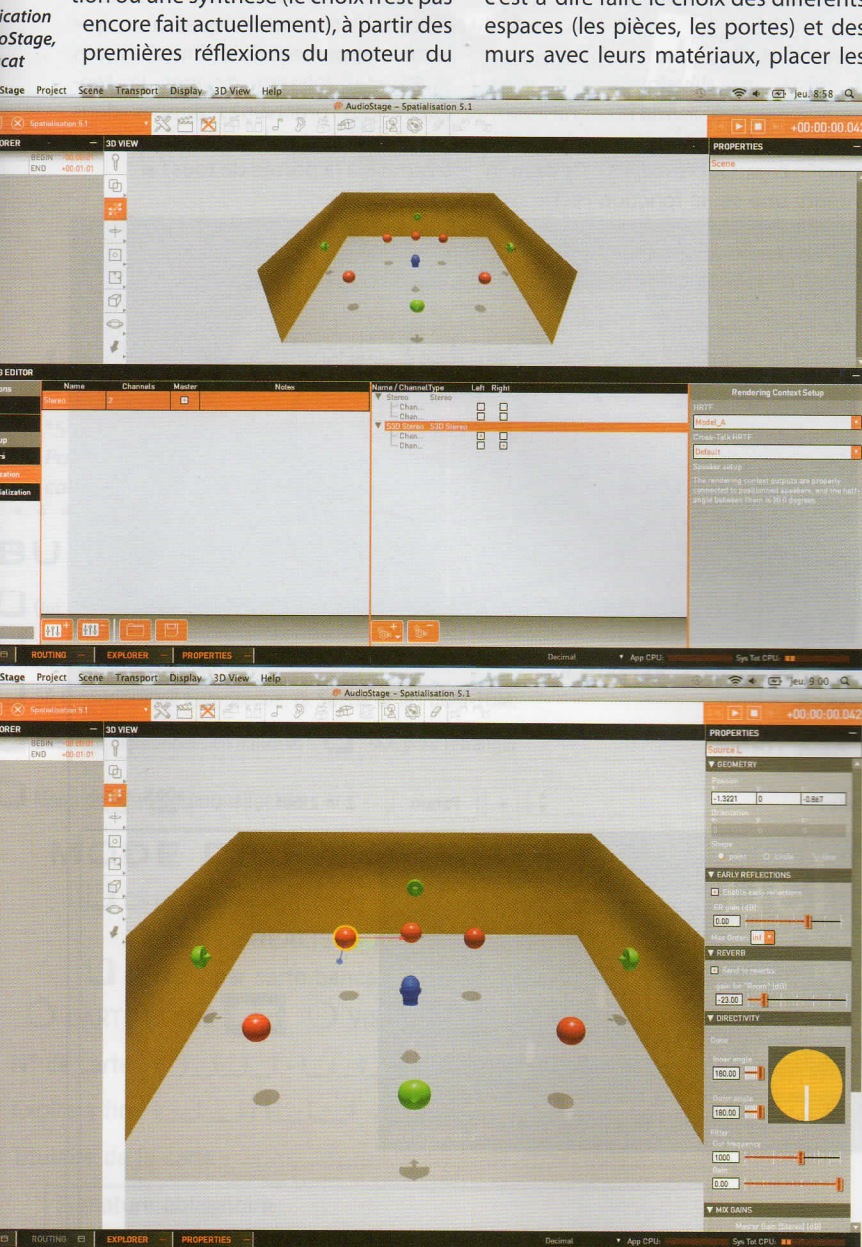
spatialisateur. Une dizaine de presets d'espace seront fournis, mais sans possibilité de les modifier. Le positionnement des sources se fera comme pour le spatialisateur, mais une seule HRTF sera disponible, celle du Kemar. Une option sera peut-être proposée pour des utilisateurs plus avancés, ils pourront charger leurs propres réponses impulsionnelles au format libre SDIF.

### Longcat AudioStage

Longcat Technologies est une société française spécialisée dans les solutions audio 3D, elle développe notamment un logiciel de synthèse AudioStage dont les applications sont plutôt complètes ! La première étape est de « designer » son environnement sonore, c'est-à-dire faire le choix des différents espaces (les pièces, les portes) et des murs avec leurs matériaux, placer les

sources ponctuelles, les caractériser, placer les ambiances en format quad généralement. Une fois le décor installé, tout se joue ensuite sur le positionnement de l'auditeur, son orientation, ses mouvements. L'intérêt est de laisser le logiciel calculer les variations complexes du champ sonore, en fonction du positionnement de l'auditeur et de son déplacement qui seront synchronisés par timecode avec le multipiste de mixage. La synchronisation est pilotée par la timeline et les formats de mixage sont plutôt complets : mono, stereo, VBAP, ambisonic, transaural, binaural. L'application pour certaines scènes de film complexes est très intéressante car elle simplifie la démarche tout en étoffant les possibilités de rendu spatial. Audio Stage est une application autonome qui peut se synchroniser avec nos Pro tools, Pyramix, Logic Audio, Nuendo, de telle sorte qu'on n'ait pas à intégrer de fichier dans l'application. Il suffit de bien gérer les entrées et les sorties affectées, et d'insérer les plug-in qui communiquent avec les deux applications, AudioStage track (pour l'envoi d'une

*Application AudioStage, propriétés de la source, Longcat*



piste vers Audio Stage), AudioStage Bus (pour le retour d'un mixage depuis AudioStage) et AudioStage delay (à insérer sur les autres pistes qui ne communiquent pas avec Audio Stage). Audio Stage comporte un format de sortie binaural et travaille avec une dizaine de courbes HRTF issues d'une méthode d'analyse, portant sur un grand nombre de mesures réelles et de modèles calculés, et paramétrée à partir de résultats de tests perceptifs.

#### Propriétés des sources

Chaque source doit être caractérisée par sa position, sa forme (ponctuelle monophonique, cercle de 2 points d'émission ou plus, ligne de 2 points d'émission ou plus), la quantité de premières réflexions, la quantité de réverbération, sa directivité, son orientation, le paramétrage de l'effet de distance sur le son direct et le champ des premières réflexions (filtrage du son direct et des premières réflexions simulant la présence ou non d'obstacle, le facteur de distance qui change le comportement de la source par rapport à l'atténuation du niveau et à l'effet Doppler, paramétrage de la loi d'atténuation de la distance).

#### Propriétés des ambiances

Les ambiances possèdent aussi un champ de propriétés à renseigner, elles sont toujours au format multicanal et le nombre d'émetteurs est paramétrable (quatre en général), elles sont liées aux murs de notre pièce, et leur niveau est indépendant du positionnement de l'auditeur. L'utilisateur peut les rendre dépendantes ou non

des mouvements de tête de l'auditeur, il peut paramétrer un envoi vers la réverbération et doser les facteurs de distance comme pour les sources (filtrage du champ direct simulant la présence ou non d'obstacle, le facteur de distance et la loi d'atténuation de la distance).

#### Propriétés de l'auditeur

L'utilisateur paramètre le positionnement de l'auditeur, son orientation, le facteur de distance ainsi que le facteur d'effet Doppler.

#### Propriétés de la réverbération

L'utilisateur peut modifier la taille de la salle, le nombre de canaux, le type de salle, le filtrage (damping), la largeur (caractéristiques de décorrélation), le pre-delay et son niveau.

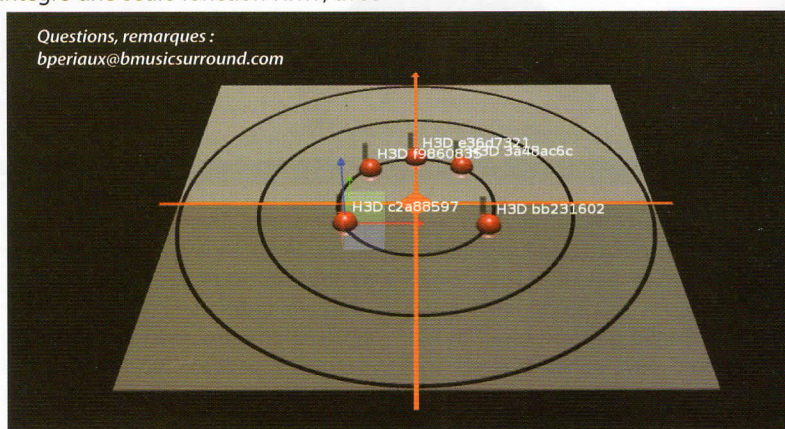
#### Longcat H3D

Il existe un développement d'AudioStage pour le rendu binaural essentiellement, appelée H3D sous forme de plug-in compatible AU, VST. Ce plug-in intègre une seule fonction HRTF, avec

un effet de salle, et permet de placer les sources dans le plan horizontal et vertical.

## Conclusion

Aujourd'hui il existe différentes solutions de diffusion binaurale professionnelles et grand public, compatibles avec les formats de mixage 5.1 et intégrées dans des codages. Ces codages évoluent sans cesse, augmentant le nombre de canaux du format, avec notamment la possibilité de localiser les sons en hauteur. Par ailleurs, des logiciels de synthèse sonore 3D permettent d'encoder des formats binauraux stéréo, que l'on peut diffuser tels quels. La compatibilité récente des fichiers 5.1 codés dans les mobiles et les tablettes numériques, ainsi que le développement de boîtiers casques multicanal laissent deviner la tendance des prochaines années dans l'évolution technologique des modes d'écoute, à la portée de tous ! ●



FX: Track 1 "REPERAGE"

VST: H3D Binauralizer (eval) (Longc

Comment:

Preset: Default

Default  Param 2 in 2 out UI 100% wet

**H3D**  
binaural spatializer

Show 3D view

L/R  
-0.616 m

Bwd/Fwd  
0.741 m

Bot/Top  
0.000 m

Trial version 1.1

Add Remove

3.8%/3.8% CPU 0/0 spls