

## Arkamys l'écoute au naturel

La société française Arkamys, spécialisée dans les techniques psycho-acoustiques de spatialisation, présentait le jeudi 31 janvier un projet entamé voici déjà quelque temps avec le LIMSI et le CNRS. Prenez votre tête et vos oreilles en photo, Arkamys fait le reste, et vous assure une écoute au casque naturellement spatialisée, optimisée pour vous. Détails sur un projet assez fou...



*Visual Sound Staging les techniques de spatialisation Arkamys permettent par exemple, à partir d'une source stereo, de créer une scène sonore virtuelle de la largeur du pare-brise devant les passagers d'une automobile*

**U**n rapide historique d'Arkamys... La société est créée par Georges Vieilledent en 1998. Compositeur, celui-ci a eu l'intuition d'un procédé de spatialisation révolutionnaire, qu'il s'empresse de développer et de breveter. Arkamys s'installe un temps au Château d'Hérouville, et enchaîne les traitements en 5.1 de bandes son cinéma pour les DVD et les CD de musique. Les algorithmes psycho-acoustiques maison tournent alors sur PC industriel. En 2003, des investisseurs décident de transposer les découvertes d'Arkamys dans d'autres domaines. Le premier appareil intégrant les traitements (égaliseur, bass enhancer) est le lecteur multimédia Archos 604, en 2006, bientôt suivi du téléphone mobile SAGEM MY700X, où l'écoute au casque avec environnement spatialisé est déjà présente.

### Changement dans la continuité

Le tournant est alors pris, d'autres brevets déposés: Arkamys sort du mode « analogique, pro, studio musique ou audi cinéma, paiement à l'heure » au mode « numérique, grand public, licence », dans deux

domaines: le mobile et l'embarqué (autoradios notamment, la société collaborant activement avec les constructeurs automobiles français). Arkamys collabore avec des partenaires technologiques spécialistes du semi-conducteur (ARM, Philips, FreeScale, TI, ST Micro...), pour les processeurs desquels sont portés ses algorithmes psycho-acoustiques. En 2008, Arkamys, qui compte une quinzaine de salariés, commence à recueillir les fruits de ce virage à 180°. Le chiffre d'affaires remonte, celui des prestations étant compensé par celui des licences, en pleine ascension. Le but est d'atteindre l'équilibre en 2009, et lancer la course aux volumes, de façon à atteindre les 100 millions d'appareils « Arkamysés » dans le monde en 2010.

*« Entre l'idée originelle et ce qu'on fait aujourd'hui, l'écart semble important, mais on retrouve des similitudes », confie Philippe Tour, PDG d'Arkamys. « Par exemple, nous faisons toujours attention au naturel du son, et à la spatialisation d'écoute, au casque ou sur enceintes. Arkamys fait de l'audio innovant, dans le domaine du confort d'écoute, en gardant une trace indélébile de ses origines ».* On ne saurait mieux décrire le projet dans lequel la société s'est lancée, en partenariat avec le LIMSI et le CNRS: *« Écoutez avec vos propres oreilles »*

### HRTF

Le projet est né d'un constat: avec le succès des baladeurs MP3, l'écoute au casque est devenue un phénomène de société. Arkamys s'est demandé ce qu'elle pouvait apporter, en termes de spatialisation et de naturel d'écoute, dans ce domaine. Tout le monde l'a remarqué: quand on écoute au casque, on a l'impression que l'image sonore se trouve dans la tête, et non devant et autour de soi, comme dans la réalité. Le phénomène est connu, et provient du fait que les écouteurs envoient direc-

tement l'énergie sonore au tympan, alors qu'au naturel, les ondes sonores se réfléchissent sur les oreilles, traversent la tête... Le cerveau de chacun s'est programmé en fonction de ces particularités physiques (chacun a ses propres oreilles, avec ses propres pavillons, et sa propre tête, tous décrits par des paramètres dimensionnels). Pour localiser un son, il se base sur des différences de timbre et d'arrivée aux tympans, en termes savants, l'ILD, *Interaural Level Difference*, et l'ITD, *Interaural Time Delay*.

Pour rétablir une sensation d'environnement spatial en écoutant au casque, il faut donc recréer ces différences, en établissant une HRTF, *Head Related Transfer Function* (en français: fonction de transfert relative à la tête), d'après des mesures physiques précises effectuées en laboratoire, dans les trois dimensions, des particularités de la tête et des oreilles de chacun. Des séances longues et coûteuses... Le LIMSI en a recueilli plusieurs milliers, qui composent une base de données unique au monde.

### Spatialisation au quotidien

On peut aussi simplifier les choses, et créer une HRTF « universelle »; mais le cerveau ne se laisse pas tromper! Pour avoir une impression de spatialisation convaincante, il faut, d'une façon ou d'une autre, « écouter avec ses propres oreilles ». Utiliser la HRTF d'un autre, c'est comme lui emprunter ses lunettes de vue: ça ne fonctionne pas vraiment. Au quotidien, la spatialisation nous permet de discriminer les objets, de séparer plusieurs profils de locuteurs, d'organiser dans l'espace les événements sonores, ou de porter son attention d'un interlocuteur à l'autre. On estime la précision de localisation à  $\pm 5^\circ$  en horizontal, pour un champ de  $360^\circ$  couvert en azimut et en élévation (à comparer aux  $120^\circ \times 70^\circ$  de notre champ visuel).

« Une petite société comme nous peut faire de l'innovation, mais pas se lancer dans la recherche fondamentale, ça coûte trop cher, constate Philippe Tour. D'où notre rapprochement avec le CNRS et le LIMSI (Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur), à Orsay, où travaille le Professeur Brian Katz, en compagnie de 120 chercheurs permanents et 60 doctorants. Le LIMSI travaille sur tout ce qui est interface homme/machine, tout ce qui touche à la réalité virtuelle et à la réalité augmentée, et le Professeur Katz est à la tête du groupe de recherche de spatialisation et de 3D audio, incluant la localisation et l'immersion sonores ».

### De la photo au son

Arkamys aborde le domaine de l'écoute personnalisée en faisant un pari : « L'application cible, dans nos rêves les plus fous, était, après avoir acheté son téléphone portable, de prendre ses oreilles en photo, et le profil de sa tête, puis d'envoyer les photos à un serveur, qui, après traitement, renverrait un fichier personnalisé des paramètres acoustiques liés à la forme du pavillon de l'oreille et de la tête, explique Philippe Tour. Ce fichier serait utilisé par le terminal pour émuler les oreilles de son propriétaire. On retrouverait ainsi « ses » oreilles à l'écoute, malgré le casque intra-auriculaire : davantage de confort, de réalisme, et un environnement sonore tridimensionnel, le tout sans changer d'équipement de base, ni la chaîne de reproduction ». Public visé tous ceux qui écoutent la musique au casque, des iPods (plus de 100 millions vendus sur 120 millions de baladeurs MP3) aux téléphones mobiles (pas loin de 100 millions par an!).



Le projet : apporter un niveau de qualité de spatialisation suffisant sur du matériel grand public

### À l'écoute

Même si le projet « Écoutez avec vos propres oreilles » est loin d'être achevé, son avancement permet déjà de présenter des démos sonores au casque : des castagnettes se déplaçant gauche/droite/derrière, puis les mêmes avec un traitement 3D issu de techniques binaurales (enregistrement par oreilles « artificielles »). La localisation est déjà meilleure. La démo devient encore plus intéressante lorsque les sons sont traités par des réponses HRTF d'oreilles issues de personnes distinctes. Puis, à oreilles constantes, on fait varier la taille de la tête. Ces variations font ressortir nettement un changement de largeur sonore, d'environnement (en termes de timbre, de coloration, d'élévation...), même si le cerveau s'adapte assez vite ensuite, laissant place à une certaine indétermination : le cône de confusion.

Comment apporter un niveau de qualité de spatialisation suffisant sur du matériel grand public ? C'est tout l'enjeu du projet. « Les photos et l'analyse automatique donnent certes une HRTF personnalisée, mais d'un niveau de qualité inférieur à celui obtenu par mesures en laboratoire. Néanmoins, le résultat est déjà très bon. Aujourd'hui, nos recherches visent à éliminer les critères qui n'apportent pas grand-chose, ou qui ne sont pas suffisamment différenciateurs. Il y a encore trop d'éléments aujourd'hui ».

Arkamys a donc décidé de passer par un stade intermédiaire. Fin 2008, la société proposera une quinzaine de presets de HRTF. Un système de test d'écoute au portable, avec questions/réponses, permettra d'établir le profil plus approprié à l'auditeur, qui appellera les données correspondantes dans la base de données intégrée au téléphone. « Même avec ces valeurs un peu approximatives, on gagne énormément en confort d'écoute, assure Philippe Tour. Puis, quand nous aurons encore optimisé nos traitements, et que la puissance des processeurs de portables aura augmenté (elle est aujourd'hui d'environ 120 MIPS), nous pourrions passer au stade supérieur, et concrétiser l'idée originale ». Soit encore deux ans de travail avec le CNRS!

**Franck Ernould**