

FUSILIER Laurent

Professeur responsable : M. VOUMARD T.

Technologie Informatique

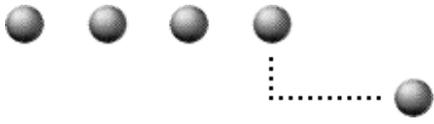
Cartes Audio PC & Audionumérique

Version 1.1 corrigée le 28 jan 2001

- *Électronique 3^{ème} année - Décembre 2000 -*

Table des Matières

1.	Introduction et résumé	3
2.	L'histoire des cartes audio pour PC.....	3
2.1	Le son du buzzer	3
2.2	Les débuts avec Adlib.....	3
2.3	La résolution 16 bits pour la Sound Blaster.....	4
3.	La technologie actuelle.....	4
3.1	Schéma de principe et caractéristiques d'une carte.....	4
3.1.1	Constitution de la carte son.....	4
3.1.2	Caractéristiques physiques de la carte son.....	7
3.1.3	Caractéristiques électroniques.....	7
3.2	Zoom sur les composants utilisés.....	8
3.2.1	Les convertisseurs.....	8
3.2.2	Les DSP.....	9
3.3	Les formats et les interfaçages audionumériques.....	10
3.3.1	Les formats de fichiers du AIFF au WAVE.....	10
3.3.2	Le MP3.....	11
3.3.3	Les pistes MIDI.....	12
3.3.4	Les interfaçages audionumériques SDIF, S/P-DIF et AES/EBU.....	13
3.3.5	Le format numérique ADAT.....	16
3.4	Les compatibilités softwares.....	16
4.	Les performances actuelles.....	17
4.1	L'audionumérique.....	17
4.1.1	Les limites de l'échantillonnage.....	17
4.1.2	Les problèmes de base du numérique présents dans une carte son.....	18
4.1.3	Changement de fréquence d'échantillonnage sans passer par l'analogique.....	19
4.2	Le PC et sa carte son pour un résultat professionnel.....	19
4.3	Son 3D et multicanaux.....	20
4.3.1	EAX et A3D.....	20
4.3.2	Dolby Digital AC3 décodé en hard.....	20
4.3.3	Interface de transmission multi-canal numérique MADI.....	21
5.	Champs d'application.....	21
5.1	Le loisir.....	21
5.2	Home Studio PC.....	22
5.2.1	De la prise de son au mixage multi-pistes.....	22
5.2.2	La réalisation de bonnes maquettes avec un petit budget.....	22
5.3	Cartes sons et softwares dédiés à l'enregistrement pro.....	23
5.4	Le mixage assisté par PC.....	24
5.4.1	L'automation.....	24
5.4.2	Les logiciels de montage / mixage.....	24
6.	Annexe.....	25
6.1	La sensibilité de l'oreille humaine.....	25
6.2	Les cartes son standards.....	26
6.2.1	Avantages et inconvénients de l'ISA et du PCI.....	26
6.2.2	Liste et description technique des cartes grand public.....	27
6.2.3	Principe des technologies EAX et A3D.....	28
6.3	Cartes son et audio pro / semi-pro.....	31
6.3.1	Carte son pro pour studio et console d'automation.....	31
6.3.2	Le logiciel d'enregistrement / mixage <i>Pro Tools</i>	33
6.3.3	Plug-in.....	34
6.3.4	Les enregistreurs numériques.....	35
6.3.5	Machine de (pre-)mastering autonome semi-pro.....	36
6.4	Bibliographie.....	36



NOTE : Du fait de l'intérêt porté par plusieurs professeurs de l'EISI pour ce rapport, j'ai approfondi le sujet et la limite de 15 pages n'est pas respectée. Une bonne partie des informations est classée en annexe pour ne pas le surcharger davantage.

1. Introduction et résumé

Aujourd'hui, le marché des cartes son est en pleine évolution. On ne parle plus de compatibilité Sound Blaster et de paramètres IRQ mais d'effets 3D et de Plug and Play avec le bus PCI. Chacun essaie d'imposer ses marques, c'est pourquoi Diamond propose face à la Sound Blaster Live! de Creative Labs, une nouvelle carte son : la MX300.

Dans ce rapport nous passerons tout d'abord par l'histoire du son sur micro ordinateur. Nous enchaînerons ensuite sur un exposé de la technologie actuelle du point de vue des standards de communication pour ensuite développer plus en profondeur le point de vue électronique d'une carte. Afin de rendre ce rapport le plus complet possible il semblait juste de mentionner les formats de fichiers audio et la compression MP3 qui sont dorénavant liés à l'utilisation d'une carte son. Il en va de même pour les standards de liaisons numériques synchronisées SDIF, S/PDIF, AES/EBU tout comme les pistes MIDI pour les musiciens. Une fois parlé du hard, nous passerons au software avec une introduction à DirectX et ses concurrents. Enfin, nous prendrons du recul face au PC pour définir l'utilisation réelle de toutes les belles possibilités de connexion et de traitement du signal qu'offre ces cartes dans le monde du Home Studio.

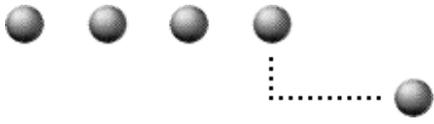
2. L'histoire des cartes audio pour PC

2.1 Le son du buzzer

Bien que les ATARI ST et les AMIGA 500 disposaient du son échantillonné avec une résolution de 8 bits depuis les années 1985, les PC n'ont pu se vanter de telles possibilités qu'au début des années 1990. Le Macintosh d'Apple était le seul ordinateur de bureau à s'être introduit dans le milieu de l'audio. Un ATARI faisait partie des outils de travail de l'artiste musicien jouant sur synthétiseur. En effet, grâce à son interface MIDI intégrée, l'ATARI a permis à bons nombres d'éditeurs de développer des logiciels dédiés à la MAO sur cette machine. Le Home Studio avait enfin trouvé une machine dans son budget. Depuis le premier PC d'IBM à 8088 jusqu'à l'époque du 80286, les joueurs sur PC ont dû se contenter du son issu du buzzer. Dans les studios d'enregistrement professionnels on a longtemps utilisé les Macintosh d'Apple comme gestionnaires de liaison MIDI et machine MAO. C'est depuis les années 1995 que les PC commencent à prendre du poids dans le milieu du son.

2.2 Les débuts avec Adlib

Adlib est l'un des premiers standards de son sur PC. Cette carte son de résolution 8 bits à la base proposait en standard une sortie son amplifiée à volume réglable et une entrée mic/line. L'Adlib Gold était quant à elle pourvue d'un port MIDI. Quelques logiciels de musique ont été développés mais surtout beaucoup de jeux ont tiré profit de ce standard. Quelques cartes concurrentes compatibles Adlib comme la Sound Master sont apparues plus tard.



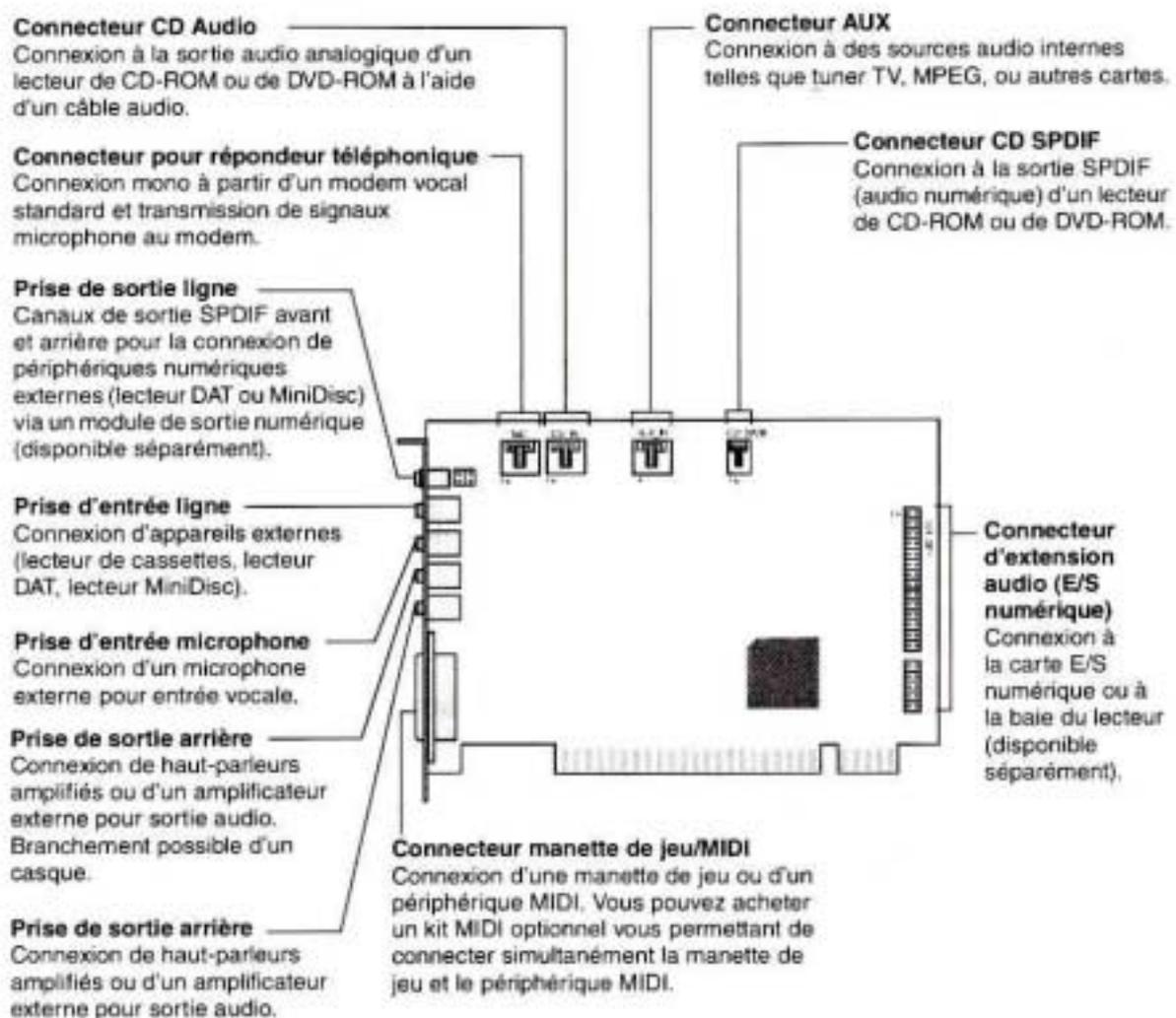
2.3 La résolution 16 bits pour la Sound Blaster

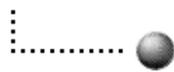
Une fois que Creative Labs est arrivé avec sa Sound Blaster au début des années 1990, la cohabitation Adlib / Sound Blaster sur le marché n'a pas duré. La Sound Blaster a apporté la résolution 16 bits, un son stéréo de qualité, le port joystick de série sur toutes les cartes, les utilitaires évolués et les effets numériques intégrés à prix concurrentiels. Le jeu vidéo a tout de suite utilisé la Sound Blaster et cette carte est devenue un standard avec la mise sur le marché de Windows 95.

3. La technologie actuelle

3.1 Schéma de principe et caractéristiques d'une carte

3.1.1 Constitution de la carte son

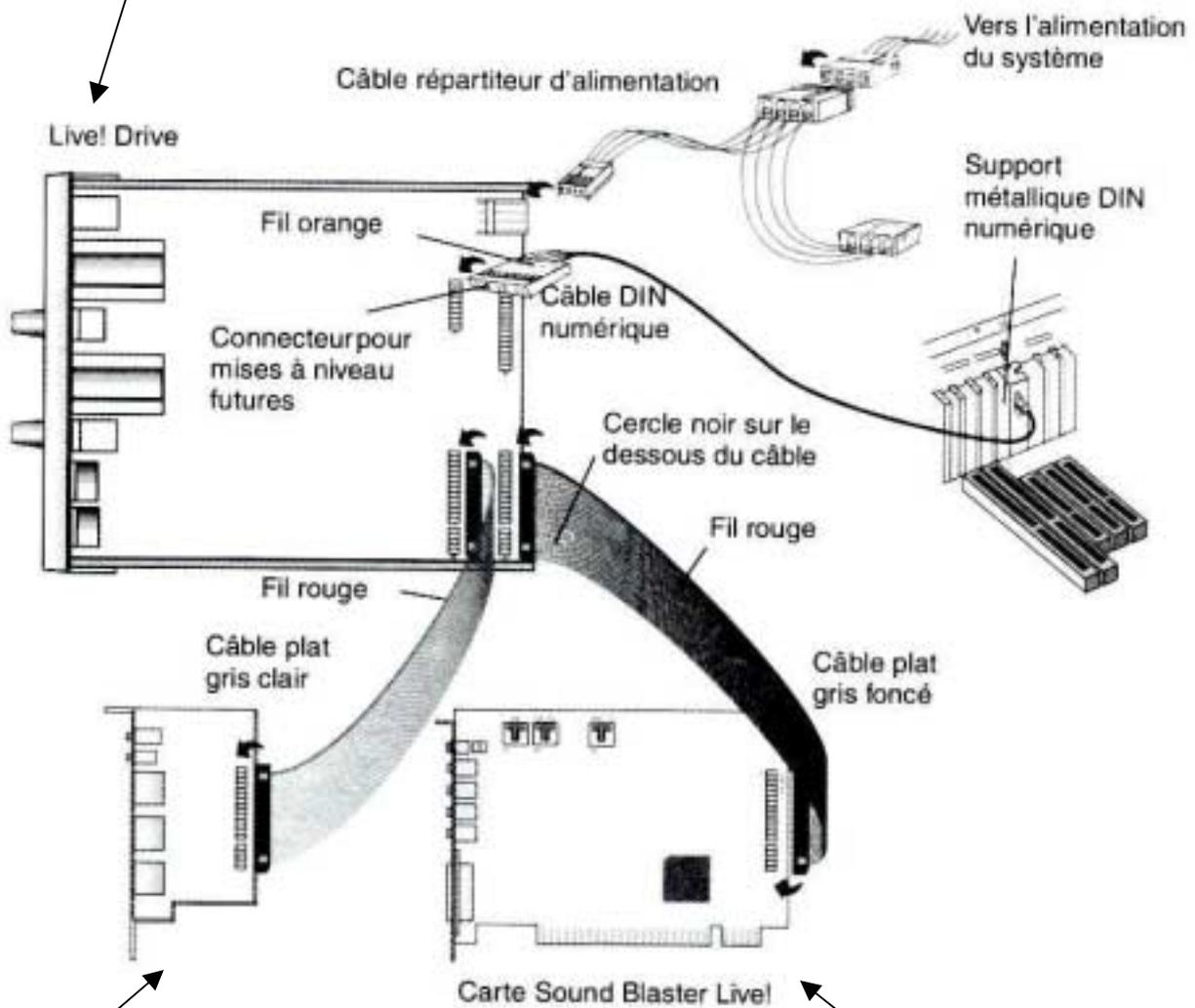




Prenons à titre d'exemple la Sound Blaster Live Platinum qui est une bonne carte d'entrée de gamme qui regroupe les divers accessoires actuellement disponibles sur le marché.

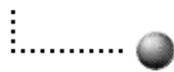
Système Sound Blaster Live Platinum :

Bloc 5 1/4 fixé comme un lecteur CD-Rom. Il ajoute des connections MIDI, numériques et analogiques directement accessibles sans retourner l'ordinateur.



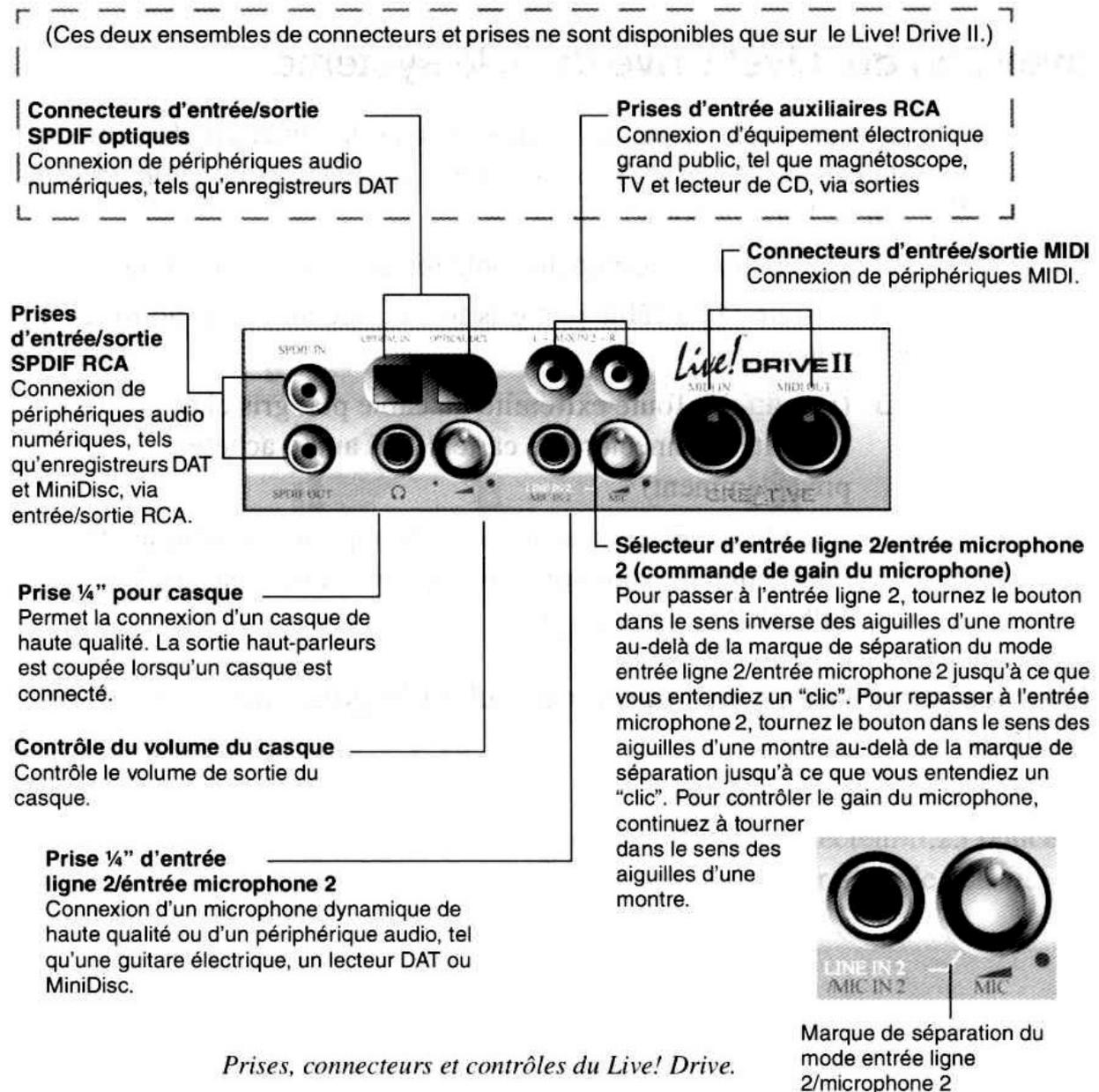
Une carte supplémentaire est à enficher dans un slot du PC.
Elle permet d'ajouter des connections supplémentaires.

La carte son proprement dite. Elle contient le DSP, les convertisseurs et la mémoire RAM et ROM.

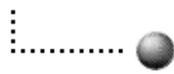


Connectique extérieure sur face avant du PC dans une trappe 5'1/4 :

Le panneau avant du Live! Drive comprend les prises, les connecteurs et les contrôles suivants :



Prises, connecteurs et contrôles du Live! Drive.



3.1.2 Caractéristiques physiques de la carte son

Les entrées et sorties : Pour transporter le son aux enceintes, une carte se doit de posséder deux sorties, une avant et une arrière. Une entrée microphone, joystick, ainsi qu'une entrée ligne pour les enregistrements sont également un minimum. Ensuite, une bonne carte son doit posséder au moins une sortie numérique pour le son en provenance des lecteurs DVD. Cette sortie, dite S/PDIF, peut être soit au format optique TOSLINK, soit au format coaxial, soit au format mini-jack comme sur la SBLive !1024 mais cela n'est pas la solution la plus pratique. Enfin, ceux qui ont la fibre musicale peuvent trouver des cartes avec entrées et sorties Jack 6.3mm, S/PDIF et Midi (Guillemot ISIS ou Creative Labs Sblive ! Platinum).

Le format PCI : Peripheral Component Interface: Port de communication entre un périphérique (carte graphique, carte réseau...) et la carte mère. Cette norme a remplacé la norme ISA qui ne permettait pas des débits suffisants. Le bus PCI est 32 bits alors que l'ISA est 16 bits.

Les nouvelles cartes son se détachent définitivement des anciennes générations de cartes son (ISA) par leur interface PCI. Le recours à cette interface permet tout d'abord une installation simplifiée au maximum et les IRQ sont automatiquement gérées par le BIOS (le bus PCI étant plug & play). Sur les anciennes cartes ISA, il fallait assigner les IRQ manuellement. De plus les cartes interfacées PCI peuvent utiliser la fonction du "Bus Mastering", ce qui leur permet d'effectuer des opérations sans passer par le processeur central et par conséquent d'économiser des ressources système. En clair l'utilisation de l'interface PCI pour les cartes son est largement bénéfique.

3.1.3 Caractéristiques électroniques

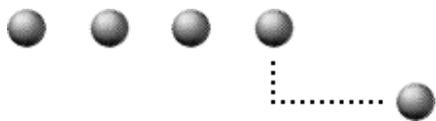
Table d'onde et voies synthétiques : Pour générer les notes de musique les cartes sons peuvent le faire de deux manières : par synthèse ou par table d'onde (wave table).

Par synthèse la carte va générer chaque note de musique en utilisant une équation simpliste : les notes entendues ressembleront plus ou moins à celles des véritables instruments de musique.

Par la table d'onde la carte stocke dans une ROM ou une RAM chaque échantillon de note de musique pour chaque instrument MIDI qu'elle supporte. Chacun de ces échantillons a été digitalisé à partir de véritables instruments et en conséquence la qualité est bien meilleure que la technologie de synthèse mais coûte un peu plus chère. Notez toutefois que suivant les marques les échantillons sont de plus ou moins bonne qualité (souvent plus la carte est chère mieux c'est...).

Le chip sonore : Le DSP EMU-10K1 est celui qui équipe toutes les cartes de la gamme SB Live! et fournit de bons effets d'environnements. Il apporte un support sans faille de l'EAX et fournit de bonnes performances en matière de son numérique. D'autres chips sont évidemment intéressants comme le YMF744 de Yamaha, le 4D-Wave-NX de Trident (absent en France) ou le Canyon 3D d'ESS. Les cartes budget à base de chip Crystal/ Cirrus Logic sont inintéressantes pour les joueurs et les utilisateurs de DVD.

Les APIs supportées : Le nombre et la nature des APIs supportées par une carte dépend directement du type de chip intégré et du moteur de son 3D utilisé. Toute carte son se doit de supporter au minimum le Direct Sound 3D. Les SBLive ! Player, Value, 1024 et Platinum



supportent en plus l'EAX 1.0, 2.0, 3.0, l'A3D 1.0 et l'I3DL2. La Fortissimo et les cartes à base de Canyon 3D supportent l'EAX 1.0, 2.0 (Fortissimo uniquement) l'A3D 1.0 et I3DL2. Les cartes à base de Vortex 2 supportent l'EAX 1.0, l'A3D 1.0, 2.0 et 3.0 et l'I3DL2.

Les fonctionnalités midi : Les pistes Midi étant devenues quasiment obsolètes en matière de jeu, cet aspect ne concerne que les musiciens. Les cartes 3D orientées multimédia les plus avancées dans ce domaine sont la Fortissimo grâce à la technologie XG de Yamaha et les SB Live!. La table d'onde n'a pas forcément besoin d'être intégrée en hardware sur la carte et la carte peut utiliser la mémoire vive pour stocker les samples.

Le Bundle : Une carte son aux multiples fonctionnalités doit être accompagnée de logiciels capables de tirer parti de la carte. Un module de configuration et de paramétrage est indispensable. Il doit permettre d'activer ou de désactiver certaines fonctions, intégrer un égaliseur et une balance des sons avant et arrière. Un logiciel de compression et de décompression de MP3 est bienvenu ainsi qu'un ou plusieurs jeux tirant parti des APIs 3D supportées par la carte.

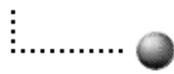
Niveau de la technologie actuelle des cartes son (Octobre 2000)			
Résolution des convertisseurs (DSP traitement numérique)	16, 20, 24 (16 à 32) bits	Entrées / sorties analogiques	1 à 20
Fréquence d'échantillonnage	44.1, 48, 96 KHz	Entrées / sorties numériques	1 à 2
RAM sur carte	4 à 48 Mo	Racks externes et internes 5'1/4	1 à 2
Rapport S/B	>93dB (96dB)	Support Dolby Digital AC3	oui/non
THD+N	0.002 %	Voies d'ondes hardware	32 à 64
Les cartes actuelles sont en multicouches avec plan de masse cuivre étendu.			

Du fait de l'explosion du marché des DVD et de la transition de l'audio analogique vers le numérique, nos prochaines cartes son seront certainement dotées de fonctionnalités avancées en matière de compression et de décompression. Ainsi, la future carte de Creative Labs, certainement dotée d'un DSP EMU-10K2, sera capable de décoder l'AC-3 en hardware. C'était également le cas pour la SQ3500 d'Aureal mais celle-ci a aujourd'hui peu de chances de voir le jour.

3.2 Zoom sur les composants utilisés

3.2.1 Les convertisseurs

Si la carte son n'est pas déjà équipée de convertisseurs A/N ou N/A internes au DSP, on y trouve des convertisseurs annexes. Certains convertisseurs comme les PCM1716 (24 bits / 96 KHz A/N) de Burr Brown traitent directement deux canaux dans un seul chip. Les convertisseurs (intégrés au DSP ou non) sont de technologie 16, 20 voir même 24 bits sur les



dernières cartes. Les fréquences d'échantillonnage (dépendant de la capacité du DSP) peuvent aller du standard numérique CD de 44.1 KHz à 48 (ou 96 KHz en 24 bits).

On remarque cependant que dans le domaine grand public on aime la course aux bits et on tend à afficher des caractéristiques alléchantes tels que 24 bits / 96 KHz. Il est à noter que les cartes pro n'utilisent bien souvent "que" du 16 ou 20 bits 48KHz. La qualité sonore ne dépend donc pas directement que des chiffres indiqués sur les fiches techniques. La résolution de 24 bits du DSP est bien souvent réduite à 18 voir 16 bits utiles à la sortie à cause du bruit de fond généré par le reste de la carte et le design simpliste du PCB. Il ne faut surtout pas négliger la fabrication. Une carte son doit absolument comporter des plans de masses et d'alimentation pour diminuer les impédances donc les courants parasites dans l'alimentation. La partie analogique est très sensible à cette caractéristique. Le prix des cartes son est en effet en rapport plus ou moins direct avec le design et la qualité de construction.

Notez que certains constructeurs annoncent la présence de convertisseurs 24 bits et utilisent ensuite un DSP traitant en 16 bits ; le convertisseur travaillera en 16 bits (qui peut le plus peut le moins) en synchronisation avec le DSP. Ce n'est donc pas parce que le fabricant du convertisseur propose un chip de 24 bits maximum qu'il sera obligatoirement utilisé à cette résolution par le fabricant du matériel, cela va de soit.

3.2.2 Les DSP

Motorola 56001 :

Ce DSP est un composant programmable pour diverses applications de traitement de signal. Il n'est plus beaucoup utilisé sur les cartes son car les fabricants préfèrent développer ou faire développer leur propre circuit (Creative Labs...) pour des raisons de prix et d'indépendance. Il est néanmoins utilisé dans la première carte arrivée en PCI plug & play, la Audiomedia III. Il permet de gérer 8 pistes en temps réel avec sections d'égalisation grâce au logiciel Session 8. Il est très bien adapté aux musiciens sur cette carte.

Texas Instrument TMS320C31 :

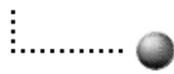
C'est un processeur 32 bits de Texas Instrument, cadencé à 40MHz (Texas est le leader incontesté sur le marché du DSP). Il équipe la carte 4 pistes numériques StudioCard d'Antex. On peut installer 4 cartes comme celle ci sur un même micro et obtenir ainsi un studio virtuel tout numérique 16 pistes.

Creative EMU 10K1 :

L'EMU 10K1 est le cœur de la Sound Blaster Live! c'est un puissant processeur qui permet de reproduire un nombre assez conséquent d'effets sonore: Reverb, Echo, Chorus, Pitch mais il se charge également de reproduire les positions 3D du son sans pour autant influencer les performances système contrairement par exemple à la Sound Blaster 128. En effet sur cette dernière les calculs de la position du son sont calculés par le processeur central malgré l'utilisation du bus PCI ; d'où une perte de performance dans les jeux exploitant le son 3D. Ceci est dû au fait que le processeur qui anime la Sound Blaster 128 est beaucoup moins puissant que l'EMU 10K1 qui équipe la Sound Blaster Live! et requière l'aide du CPU.

Yamaha CBX-D3 et CBX-D5 :

Le CBX-D3 de Yamaha gère 4 pistes, tout en étant capable d'en enregistrer deux simultanément. Il dispose de quatre sorties analogiques et d'une sortie numérique stéréo. La gamme direct-to-disc de Yamaha comprend un CBX-D5 qui ajoute à cela une section



d'égalisation, des effets, ainsi qu'une entrée numérique. Deux CBX-D5 peuvent être chaînés afin de former un système 8 pistes. Le logiciel Cubase permet de configurer les effets et l'égalisation directement à l'intérieur du séquenceur.

Autre chips : YMF744 de Yamaha, le 4D-Wave-NX de Trident (absent en France) ou le Canyon 3D d'ESS. Les cartes budget à base de chip Crystal/ Cirrus Logic sont inintéressantes pour le joueur.

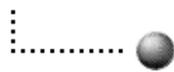
3.3 Les formats et les interfaçages audionumériques

3.3.1 Les formats de fichiers du AIFF au WAVE

Un format de fichier audio spécialisé en musique autorise la sauvegarde de sons multi-échantillonnés (plusieurs sons cohabitent dans le même fichier) et d'informations s'y rapportant, telles que la répartition des échantillons sur le clavier (mapping). Si le format est plutôt destiné à des applications audionumériques telles que direct-to-disc, des informations concernant des cue-lists et différents marqueurs seront sauvegardés, et il sera vraisemblablement possible d'enregistrer des échantillons sur plus de deux canaux. Enfin certains concepteurs n'hésitent pas à inclure des plages MIDI sous forme de messages de type système exclusifs ou encore des suites d'instructions pour processeur de traitement de signal dans leur fichier son.

Le format AIFF (Audio Interchangeable File Format) était au départ surtout utilisé sur les ordinateurs de la gamme Apple mais a envahi les autres plates-formes et est devenu un standard de fait des échantillons de type instrumentaux. L'AIFF utilise une notation scientifique étendue qui nécessite pas moins de 80 bits pour coder la seule fréquence d'échantillonnage. Le format AU/SND vient quant à lui du monde Unix et est principalement utilisé sur des stations de travail Sun mais il s'agit aussi du standard sonore du Next. Bien qu'assez rudimentaire (pas de boucle, pas de multi-échantillons...) il intègre la sauvegarde des données dans un grand nombre de formats signés ou non signés, compressés ou non avec les lois MU et A, en virgule flottante ou sous forme entière et tout cela avec une grande variété de résolutions. Le format IFF 8SVX est né quant à lui avec la définition du format IFF (Interchangeable File Format). Dédié aux sons échantillonnés de 8 bits de résolution, il est utilisé sur les ordinateurs Amiga. Le format VOC fut établi par Creative Labs pour les premières applications livrées avec ses cartes Sound Blaster pour PC. Enfin pour clore ce tour d'horizon : le format WAVE est un standard et s'est imposé en même temps que le système dont il provient, à savoir Microsoft Windows. Si le format WAVE est relativement bien adapté au stockage de sons pour les applications multimédias, il reste trop concis pour les applications musicales. On prendra pour preuve le manque de définition initiale du format de fichier. De même, aucune assignation ou mapping n'est prévu.

Pour convertir les formats de fichiers il existe des freewares comme Sox et des logiciels commerciaux comme WaveConvert, ReSample ou Sample Link.



3.3.2 Le MP3

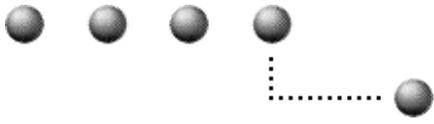
On ne parle plus de son sur PC sans mentionner le MP3. Que se soit sur Internet, sur MD ou en home studio, le MP3 est en train de nous envahir. Un petit rappel technique mettra les choses au clair :

Une minute d'audio au format CD (16 bits échantillonnés à 44.1 KHz en mode stéréo) représente 10 Mo d'espace disque. Evidement, des fichiers de cette taille sont "lourds" à manipuler. Pour gagner de la place on peut jeter une partie de l'information en faisant passer le son de stéréo en mono, permettant de diviser par deux la taille du fichier. Ensuite on peut s'attaquer à la fréquence d'échantillonnage (44.1 vers 22.05 KHz, voire 11.025 KHz) et à la résolution (16 bits vers 8 bits). Si ces méthodes sont tout à fait applicables à une conversation enregistrée, il n'en va pas de même pour la musique ! La perte d'information devient très rapidement gênante... Le principe de l'encodage MP3 réside dans les facultés de perception de l'oreille humaine. L'encodeur MP3 va compresser le son en supprimant des informations peu facilement discernables par notre oreille. Ainsi comme le montre la courbe de réponse en fréquence de l'oreille humaine en annexe 6.1A, nous sommes plutôt doués pour entendre les médiums. Nous sommes par contre beaucoup moins sensibles aux extrémités du spectre (c'est d'autant plus cas avec l'âge, voir annexe 6.1B).

La première tâche d'amaigrissement que va effectuer le codeur MPEG est de supprimer les extrêmes graves et aigus. Ensuite il va s'attaquer à quelque chose de plus subtil et moins barbare : les effets de masque. Nous avons du mal à entendre un son faible lorsqu'il est émis conjointement avec un son fort. Il en va de même pour les sons brefs qui sont émis sur des intervalles de temps très courts parmi de la musique forte. De là à supprimer tout ceci, il n'y avait qu'un pas que les développeurs ont franchi. Au final on atteint un taux de compression de 1:12, une minute d'audio stéréo ne prend plus qu'un seul Mo (10 Mo en format CD).

Tout ceci n'est véritablement valable que pour des installations Hi Fi domestiques et les baladeurs numériques, car lors de l'écoute on "profite" aussi du bruit extérieur (50dB SPL dans un milieu calme). Les informations absentes étaient de toute façon indiscernables du bruit ambiant.

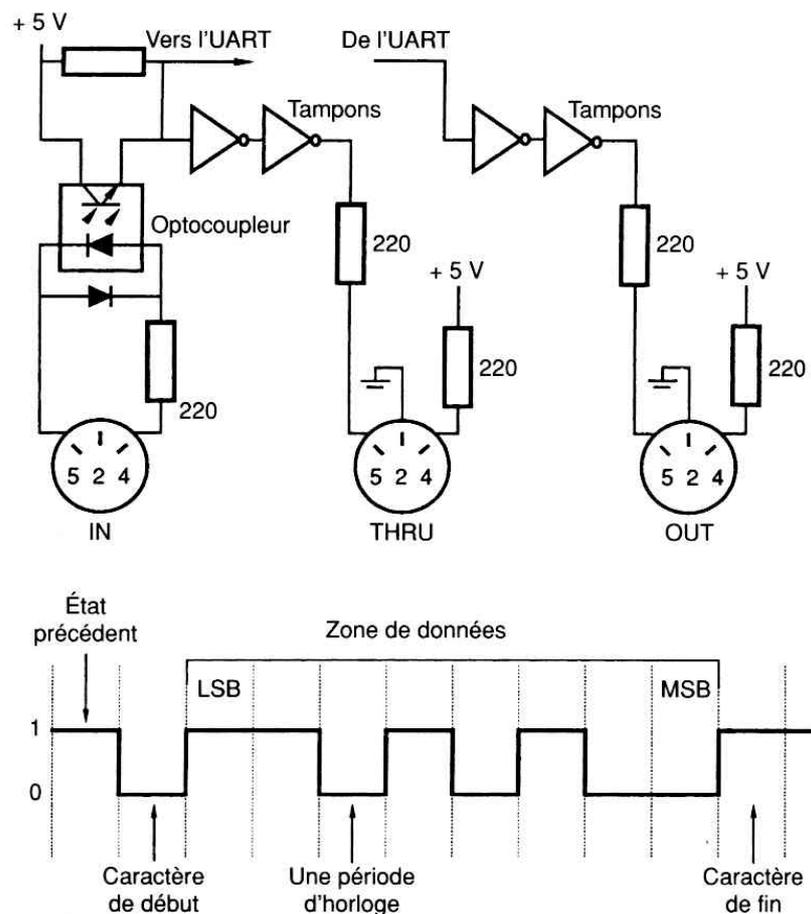
Pour l'heure, le MP3 est tout a fait bien implanté sur Internet et profite grandement à l'audio portable. Un successeur au MP3 est pourtant dans les cartons et devrait sortir sous peu, muni d'un meilleur rapport qualité/poids.



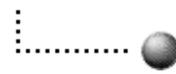
3.3.3 Les pistes MIDI

MIDI (Musical Instrument Digital Interface) n'est pas une interface audionumérique au sens strict du terme. C'est une interface de commande d'instruments de musique et d'appareils de studio mais qui présente un mode de fonctionnement destiné en principe à l'échange de données entre échantillonneurs, ou entre un échantillonneur et un ordinateur pour le montage. Elle permet de transporter entre différents appareils et en temps non réel, des informations audionumériques.

MIDI est une interface sérielle unidirectionnelle, transportant des données de façon asynchrone, avec une rapidité de modulation de 31.25 K Bauds, sous forme de messages de 8 éléments binaires. L'interface électrique et le format du message sont illustrés ci dessous :



Il ne transite aucun son par le MIDI. Les seules données qui transitent sont des événements codés qui déterminent par exemple la hauteur d'une note à jouer, sa durée, sa vélocité mais également les informations relatives à la pédale de sustain, les numéros de programme des sons et bien d'autres encore. De ce fait les volumes échangés sont extrêmement réduits et peuvent donc circuler rapidement sans générer de retard ni nécessiter une technologie particulièrement lourde. C'est en partie ce qui explique que la norme MIDI n'a quasiment pas évolué depuis sa création.



Les fichiers MIDI ont une extension *.mid* sous forme informatique et peuvent être transposés de MAC à ATARI ou PC, à condition de s'être assuré de la compatibilité du support de stockage avec la machine en question.

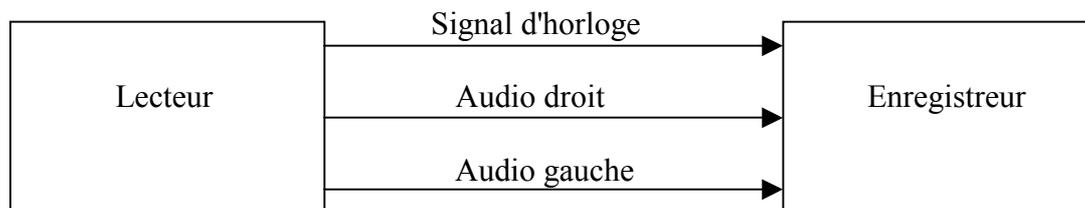
Le nombre de voies de synthèse sur une carte son détermine le nombre de sons synthétisés pouvant reproduire une piste MIDI (voir 3.1.3 *Tables d'ondes*). La Sound Blaster Live! admet jusqu'à 512 voies. Elle offre en plus un éventail de fonts sonores de 2 à 32 Mo en RAM avec un maximum d'effets sur le playback MIDI.

3.3.4 Les interfaçages audionumériques SDIF, S/P-DIF et AES/EBU

SDIF :

L'interface de SONY la plus courante, appelée SDIF2, est prévue pour le transport d'un canal audio par *liaison physique*, avec une résolution pouvant atteindre 20 éléments binaires (bien que la plupart n'en utilise que 16 pour les applications CD). Cette interface a été utilisée par d'autres constructeurs dans un souci de compatibilité. Il est vraisemblable que son utilisation va aller en s'amenuisant, l'interface bicanale normalisée S/P-DIF devenant de plus en plus utilisée.

Schéma de principe du SDIF2 :



L'interface SDIF2 est asymétrique et utilise un câble coaxial de 75 Ω terminés par des connecteurs BNC pour chaque canal. Le signal y transite par niveau TTL 5V. Les informations audio sont accompagnées d'une liaison physique contenant l'horloge de synchronisation sous forme de signal carré correspondant à la fréquence d'échantillonnage. Le débit d'information qui en résulte est de 1.53 Mbits/s à 48 KHz et de 1.21 Mbits/s à 44.1 KHz.

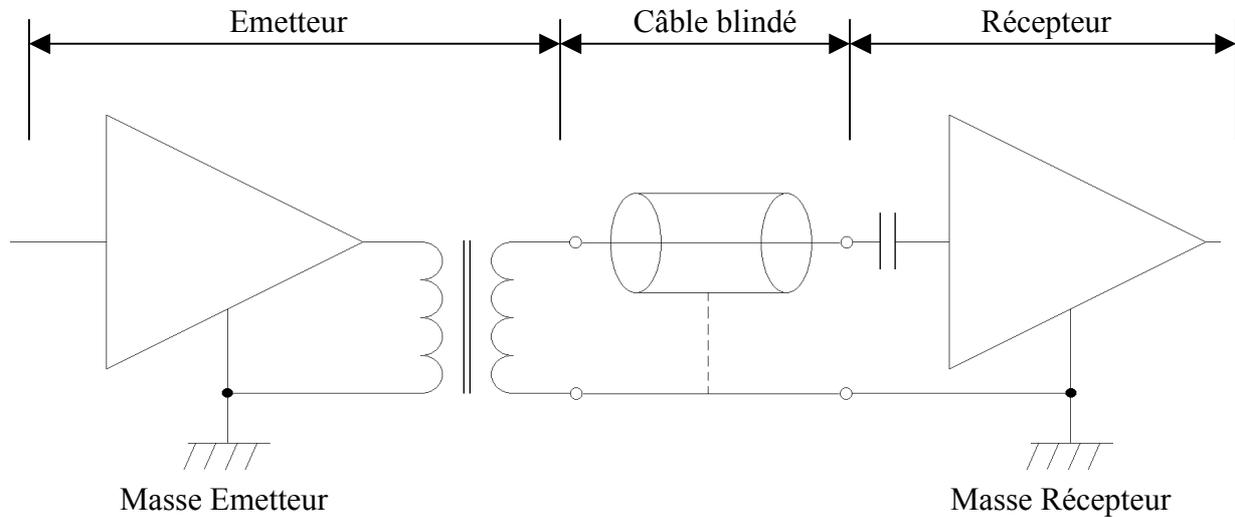
L'utilisation principale du SDIF2 est le transport de données audio émanant d'appareils professionnels SONY comme les enregistreurs PCM1610 et 1630 ou encore quelques machines DAT. Différentes stations de travail sur disque dur l'utilisent aussi pour le chargement et déchargement des données audio.

S/P-DIF :

Cette interface est l'interface numérique grand public qui a trouvé son origine à la création du CD par Sony et Philips en 1984. Elle signifie "Sony Philips Digital InterFace" et est souvent notée SPDIF. **Le SPDIF est une interface bicanale normalisée** (liaison sérielle). La liaison est asymétrique à l'opposé de la version professionnelle AES/UEB. Les mots audio transmis sont de 16 à 20 bits (voir même 24 bits).



Schéma de principe de l'interface SPDIF :



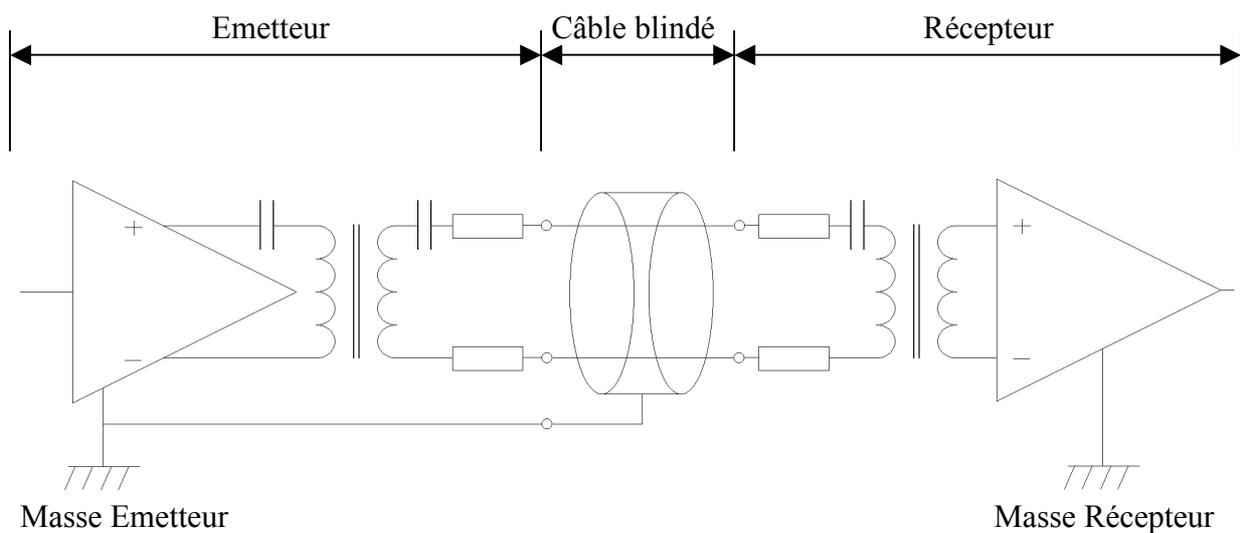
Le transformateur assure une isolation galvanique. Une telle précaution est obligatoire en studio du fait des bouclages de masse par les châssis et des retours par la prise de terre.

AES/EBU ou AES/UER :

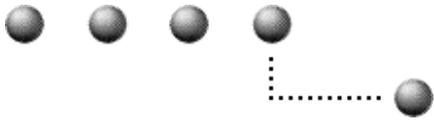
L'AES (Audio Engineering Society) a joué un rôle majeur dans la définition des normes d'interconnexion numériques en audio. L'AES s'est beaucoup occupé du domaine professionnel tandis que Sony et Philips se sont surtout axés sur le grand public (SPDIF avec le CD). L'AES/UER est aussi une interface bicanale normalisée (la première sortie). La transmission est cette fois symétrique.

UER (=EBU) signifie "Union Européenne de Radiodiffusion".

Schéma de principe de l'interface AES/EBU :

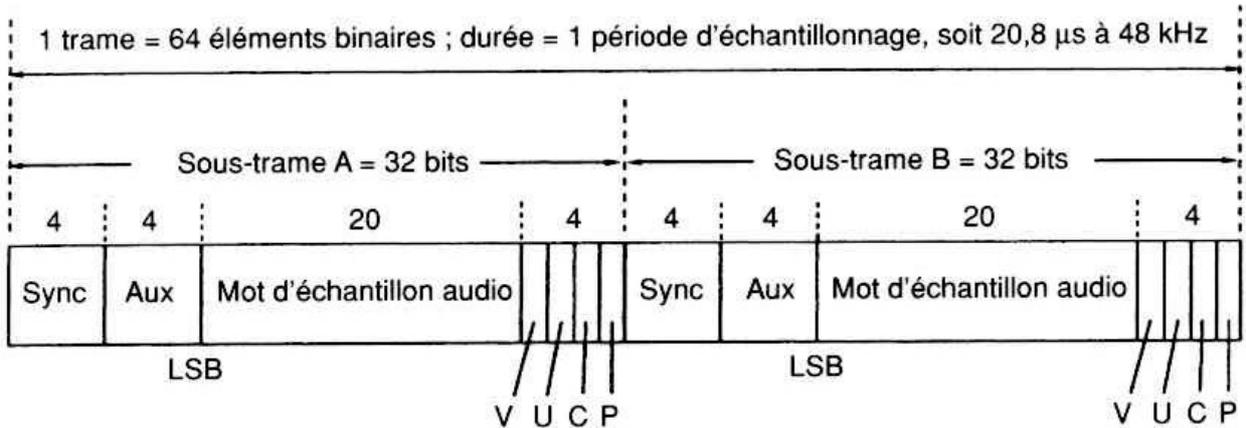


L'isolation galvanique est parfaite et la ligne est adaptée en impédance. Toute composante continue du signal est annulée par les condensateurs de liaison pour ne pas risquer de saturer le noyau magnétique des transformateurs.



SPDIF et AES/EBU :

Format d'une trame de l'interface bicanale normalisée :



(V) est le caractère de validité de la trame.

(C) est une donnée d'état de voie. Il y transite aussi l'information sur la fréquence d'échantillonnage.

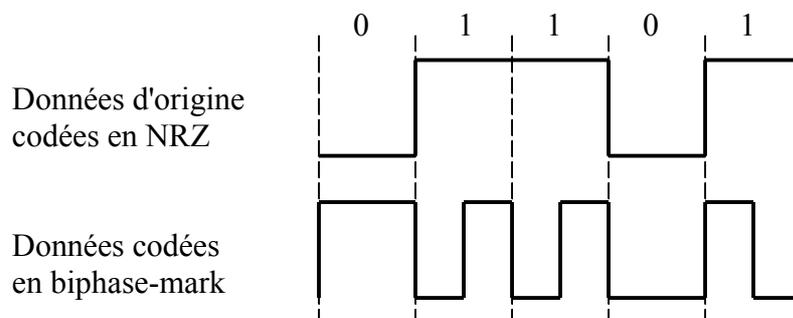
(P) est le bit de parité.

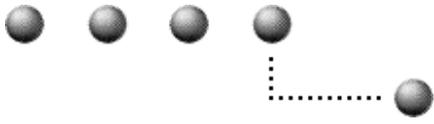
(U) est une donnée utilisateur variant d'un fabricant à l'autre pour transmettre des infos du lecteur au convertisseur.

Les données audio sont transmises en commençant par le LSB. Les éléments de poids faibles inutilisés sont forcés à zéro (il y a 20 bits sur la trame et le CD n'en transmet que 16). La position du MSB dans la trame est donc invariante quelle que soit la longueur du mot.

Pour pouvoir utiliser des transformateurs d'isolement, il faut rendre le signal exempt de composante continue. On utilise le code biphasé-mark. Les données sont combinées avec un signal d'horloge deux fois plus rapide que le cadencement des éléments binaires. Remarquez que cette technique permet de s'affranchir des problèmes de polarité puisque seules les transitions comptent.

Exemple de codage d'une voie :





Les données d'état de voie (portées par le caractère C dans chaque sous-trame) sont rassemblées sur une certaine durée de manière à constituer un ensemble de données contenant des infos relatives au signal transmis. Ce qui permet de préciser la fréquence d'échantillonnage au récepteur :

Bits 24 à 27	Fréq. D'échantillonnage	Utilisation
0000	44.1 KHz	Studio, CD, DAT, MD,DVD, Cartes son...
0100	48 KHz	Studio, DAT, DVD, Cartes son
1100	32 KHz	DAT (premiers lecteurs DAT)
Bits 28 à 29	Précision de l'horloge	
00	Niveau II	Normal
01	Niveau III	Grand public (± 12.5 % de tolérance)
10	Niveau I	Studios professionnels
11	Réservé	

L'interface asymétrique est soit pourvue d'une connexion optique dite "Toslink" pour fibre soit une connexion pour câble coaxial de type RCA. L'interface professionnelle symétrique se trouve dotée d'une prise XLR 3 broches (ou fibre optique). La norme CEI 958 stipule que l'on doit utiliser des câbles coaxiaux de $75 \Omega \pm 20\%$ entre 0.1 et 6 MHz.

Une différence sensible entre l'interface symétrique et l'interface asymétrique est que, pour cette dernière, l'amplitude du signal doit être de seulement $0.5V \pm 20\%$ crête à crête, tension de très loin inférieure à celle de la liaison symétrique (version professionnelle) qui transite des signaux de $4V \pm 5\%$ par liaison standard RS422.

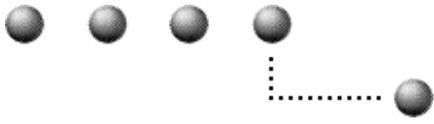
Certains prétendent que, puisque l'interface asymétrique utilisait une ligne de transmission coaxiale, d'impédance bien précise (norme CEI 958), elle constituait une meilleure liaison que l'interface symétrique. Cela est largement compensé par les avantages qu'offre cette dernière en matière de réjection des signaux parasites, ainsi que par les niveaux de tension plus élevés qui y sont utilisés.

3.3.5 Le format numérique ADAT

ADAT est un format d'enregistrement de données audionumériques créé par l'Américain Alesis pour ses enregistreurs numériques de studio et qui s'est peu à peu étendu au home studio. On le trouve quelques fois inclus sur des cartes son destinées à la musique plutôt qu'au jeu et au multimédia grand public. Il gère 8 canaux audio indépendants. La carte Wave Center de Frontier Design Group et la MOTU 2408 sont par exemple équipées de l'ADAT. Des cassettes S-VHS sont utilisées comme support des enregistrements numériques. Les données sont stockées en 16 bits linéaire (sans compression de dynamique). La fréquence d'échantillonnage peut varier de 42.7 KHz à un peu plus de 50 KHz. À 48 KHz, une cassette peut stocker 40 minutes de son par piste. L'ADAT représente une alternative au DAT mais il est moins répandu dans les milieux professionnels.

3.4 Les compatibilités softwares

Parlons de similitudes : chaque carte grand public se doit de supporter au moins Direct Sound 3D plus une autre API de son 3D évoluée telle que l'A3D ou l'EAX. Pour ceux qui continuent



à jouer à Duke Nukem 3D ou qui utilisent d'anciens soundtrackers, la compatibilité DOS est toujours présente et leur permet d'utiliser les nouvelles cartes son avec un minimum de problèmes.

Les cartes graphiques 3D, pour être exploitées, nécessitent que les applications fassent appel à une partie logicielle appelée : librairie. Par exemple pour les cartes graphiques 3D, Direct 3D est une librairie. Et bien il en est de même pour les cartes son 3D, la plus répandue des librairies est Direct Sound 3D, module intégré à Direct X compatible avec n'importe quelle carte son 3D. La Sound Blaster Live! est bien sur compatible Direct Sound 3D mais ce dernier n'intègre pas toutes les fonctionnalités et effets avancés qu'offre la Sound Blaster Live!. Creative Labs pour palier à ce défaut a mis au point de son côté une extension de la librairie de Microsoft (c'est pourquoi on retrouve dans des jeux comme Need For Speed 3 l'option: D3D+EA): L'Environnemental Audio Extension (EAX) utilisé par les cartes son 3D de Creative Labs (SB 128 et SB Live!). La principale innovation disponible dans cette extension est la possibilité de reproduire les sons en fonction de l'environnement dans lequel ils se trouvent. Par exemple l'intonation d'un coup de feu ne sera pas le même dans une forêt (à l'air libre) que dans un gigantesque hall. En clair la restitution est encore plus réaliste. Un autre avantage de l'Environnemental Audio malgré que ce soit une extension propriétaire est que les programmeurs n'ont que quelques lignes de codes à ajouter dans un jeu pour exploiter les divers effets offerts par l'Environnemental Audio. Creative Labs espère rendre ainsi l'Environnemental Audio aussi populaire que le Glide de 3DFX et par ce fait, se rendre maître du marché. Aujourd'hui les espérances de Creative Labs commencent à être réalisées ; le nombre de jeux exploitant l'Environnemental Audio est de plus en plus conséquent.

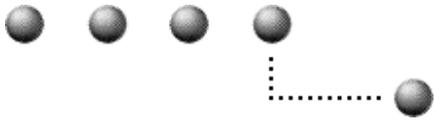
L'Environnemental Audio intéresse énormément les développeurs de jeux qui souhaitent donner toujours plus de réalisme à leurs créations. Autre énorme avantage par rapport à ses concurrents (surtout par rapport à l'A3D V2.0 d'Aureal), l'Environnement Audio est évolutif sur la Sound Blaster Live! c'est à dire qu'à l'aide d'une mise à jour logiciel, la Sound Blaster Live! peut produire de nouveaux effets. Ainsi la Sound Blaster Live! possède désormais, grâce à l'Environnemental Audio V3.0 (téléchargeable sur le site de Creative Labs), 512 voix en polyphonie alors qu'elle n'en possédait que 256 à l'origine.

4. Les performances actuelles

4.1 L'audio numérique

4.1.1 Les limites de l'échantillonnage

La règle de base de l'échantillonnage est le théorème de Shannon. Il précise que l'on doit échantillonner à au moins deux fois la bande passante du signal à enregistrer. Shannon démontre donc qu'on peut retrouver une sinusoïde en ne connaissant que deux valeurs de la fonction durant sa période. L'oreille humaine étant capable d'entendre des sons jusqu'à 20 KHz, c'est pourquoi le standard digital CD, entre autre, impose un taux d'échantillonnage de 44.1 KHz. Échantillonner à 44.1 KHz évite le repliement du spectre sur lui même (voir 4.4.2). Si pour des raisons de compression de signal, on décide de ramener la fréquence d'échantillonnage d'une source 16 bits / 44.1 KHz à 16 bits / 22.05 KHz, on perdra théoriquement 50 % de l'information sonore contenue dans la source. Je dis bien



théoriquement, car la bande passante est coupée vers le haut du spectre à environ 10 KHz ; or la densité maximale d'informations d'un programme musical se situe dans le médium aux alentours de 1 KHz. Dans le cas de figure cité, le morceau sera toujours tout à fait écoutable mais il perdra en réalisme et en ampleur (les hautes fréquences bien que peu denses caractérisent la "présence" de la musique et sa clarté).

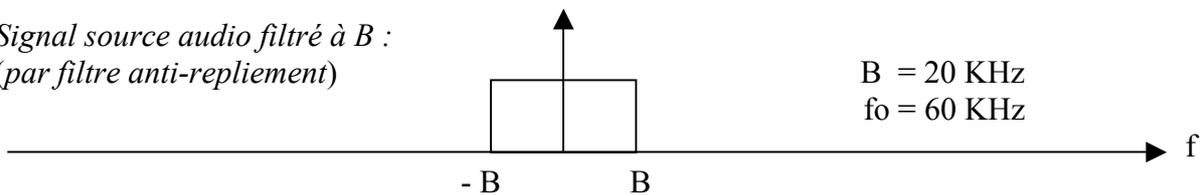
Remarque : En radio FM la bande passante est limitée à 15KHz. En grandes ondes elle est bornée à 5KHz. Cela donne une idée de l'influence de la fréquence limite.

4.1.2 Les problèmes de base du numérique présents dans une carte son

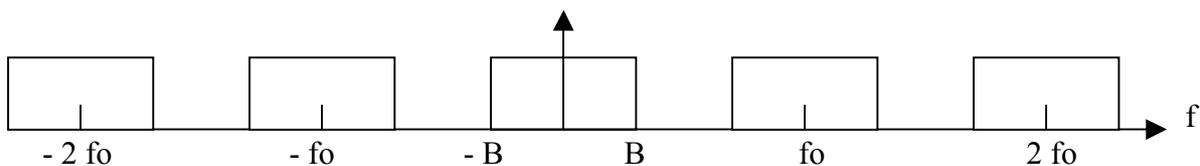
Bien que le commun des mortels pense encore que le numérique représente l'absolue perfection, la réalité est toute autre. En effet, le simple fait d'échantillonner un signal induit un bruit... Ce bruit est appelé bruit de quantification. Le bruit de quantification audible n'est autre que la résiduelle basse fréquence du procédé de conversion A/N ou N/A.

Comme cité au paragraphe 4.1.1, d'après le théorème de Shannon, il faut échantillonner à au moins 40 KHz pour couvrir toute la bande passante de notre oreille. Le fait d'échantillonner duplique le spectre du signal de multiples de la valeur de la fréquence d'échantillonnage. Après conversion digitale vers analogique, on récupère le signal d'origine mais il reste à se débarrasser de ce même signal "placé en haute fréquence". Pour cela, vu la pente d'atténuation faible des filtres passes bas analogiques simples, il a été choisi de sur-échantillonner (4, 8 voir 16 fois) en interne pour se satisfaire ensuite d'un filtre passe bas banal qui élimine les hautes fréquences du spectre.

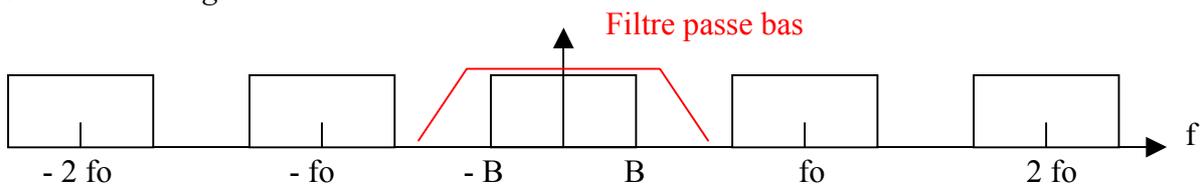
Signal source audio filtré à B :
(par filtre anti-repliement)



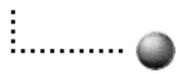
Signal échantillonné :



Restitution du signal :



Ici $f_o \gg B$, donc le théorème de Shannon est respecté ; il n'y a pas de repliement du spectre.



4.1.3 Changement de fréquence d'échantillonnage sans passer par l'analogique

Il se peut que l'on ait besoin de convertir un enregistrement source échantillonné à 44.1 KHz en 48 KHz pour des raisons de compatibilité avec un matériel numérique quelconque (enregistreur, effet rack...). On peut le faire sans devoir retourner dans le domaine analogique et échantillonner à nouveau le signal.

La conversion de fréquence d'échantillonnage n'est pas, à proprement parler, un processus transparent ; mais dans les convertisseurs modernes, les effets secondaires induits sont minimes. Dans sa forme simple, elle consiste à passer d'un débit d'échantillons d'entrée à un autre, ces deux débits étant liés par un rapport simple. Cette manipulation nécessite le calcul mathématique, par interpolation, de nouveaux échantillons à partir de ceux disponibles dans le signal d'entrée. Le calcul de nouveaux échantillons s'opère par filtrage numérique des échantillons d'origine. Ce processus s'effectue sous le contrôle d'une horloge commune aux débits d'entrée et de sortie. Une telle méthode, exempte d'instabilités temporelles, amène certains des échantillons de sortie à coïncider temporellement avec les échantillons d'entrée ; toutefois, seul un nombre limité de possibilités est offert.

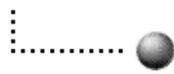
4.2 Le PC et sa carte son pour un résultat professionnel

La dynamique de l'oreille humaine est de 140 dB. En 16 bits, les enregistrements audio sont théoriquement capables de contenir une dynamique de 96 dB. Avec le 24 bits on approche les 120 dB théoriques. Ces valeurs ne sont en fait qu'indicatives car les divers bruit de fond et diaphonies entre les cartes dans les consoles et les enregistreurs réduisent considérablement la dynamique réelle disponible. Il faut noter qu'une formation de musique classique n'est capable de générer qu'une dynamique de 40 dB (différence de niveau du programme musical entre les passages pianos et les mouvements forts). Un groupe de rock se suffit de 20 à 30 dB en général. Mais cela ne signifie pas qu'un système audio capable de ne restituer qu'une dynamique de 40 dB suffirait à obtenir une qualité hi-fi ! Il faut encore une réserve de niveau entre le bruit de fond et le signal pour distinguer la musique...

Aujourd'hui les studios d'enregistrement professionnels travaillent surtout sur des platines DAT (16 bits 48 KHz) ou sur des enregistreurs numériques tels que les SONY PCM3348HR (Pulse Code Modulation – 48 tracks High Resolution) et Mitsubishi d'une résolution atteignant 24 bits en 96 KHz. On peut maintenant faire de l'enregistrement direct-to-disc sur PC en stockant sur disque dur ou sur disque JAZ. Cela évite les transferts de données vers les enregistreurs extérieurs et permet de rester en tout numérique pour le mixage. Les studios tendent à utiliser ce procédé pour quelques pistes critiques, mais c'est un réel avantage matériel et financier pour l'utilisateur musicien ou le possesseur de home studio. La gravure d'un CD de démonstration ou de test devient tout à fait abordable et rapide.

Pour obtenir un résultat professionnel, le local de prise de son, les instruments, les micros et les câbles ainsi que la console de mixage doivent être d'excellente qualité. C'est pourquoi même avec la meilleure carte son "*maxi 3D booster*" du marché et de piètres micros, il serait difficile voir impossible d'égalier un studio professionnel même analogique au niveau de la qualité sonore.

On tend plutôt, avec ce matériel, à enregistrer plus proprement le mauvais signal original !



4.3 Son 3D et multicanaux

Le son 3D existe depuis pas mal de temps sur PC mais il ne s'est jamais révélé impressionnant. Le son 3D a d'abord fait son apparition sur les enceintes. À l'aide d'un bouton intitulé 3D on activait un pseudo-effet 3D vraiment très peu convainquant, ceci ressemblait plus à un argument marketing qu'à une prouesse technologique. Ensuite certaines cartes son ont proposés du son 3D mais seulement avec l'utilisation de deux enceintes (ajout de réverb). Or il est difficile avec deux enceintes de donner une profondeur au son d'où une restitution 3D peu impressionnante. Enfin, aujourd'hui sortent des cartes son possédant deux sorties haut parleurs pour connecter deux paires d'enceinte (une paire devant l'utilisateur et une paire derrière l'utilisateur). Avec ces dernières connectées, on obtient enfin un vrai son 3D "proche" de la restitution cinéma.

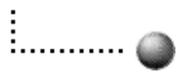
4.3.1 EAX et A3D

La Sound Blaster Live est une référence en entrée de gamme pour celles et ceux qui veulent faire de la musique grâce à sa connectique et à ses possibilités MIDI. Côté 3D, en revanche, le tableau est moins rose. Si l'API EAX (Environmental Audio Extensions) de la SB Live est largement moins complexe à implémenter dans un jeu que l'A3D2 d'Aureal (voir 3.4), c'est aussi parce qu'elle est plus simpliste. Mal utilisé, ses effets tombent à plat. Les effets de reverb sont quelques fois grossiers et trop exagérés. Normal, car toute la philosophie du son 3D chez sur la SB Live vient de l'utilisation de ces effets de réverb pour amener une ambiance volumineuse. Le programme définit la grandeur de la pièce dans laquelle le joueur ou le musicien se trouve, et l'EAX se charge de calculer les délais à appliquer aux différents sons. L'EAX fait plutôt bricolage mais a le mérite d'apporter un effet d'ambiance sans requérir de puissance CPU car tout est calculé par le processeur de la Sound Blaster.

Côté Vortex2 et A3D, les choses sont totalement différentes. Passons rapidement sur un problème de drivers un peu pénible (incompatibilité sur les machines multi-processeurs en DirectSound) pour nous attaquer à la technique. Contrairement à l'EAX, la méthode A3D consiste à modéliser entièrement le trajet du son dans l'environnement 3D, le tout en temps réel par rapport à la position du joueur. Les algorithmes employés sont bien plus complexes et le résultat final est généralement époustoufflant, même sur deux enceintes ou au casque. L'EAX nécessite plutôt quatre enceintes pour commencer à être crédible. L'A3D peut prendre en compte la texture des parois (sol, murs, plafond), gère l'occlusion (un bruit dont la source est derrière un mur ou dans une pièce voisine), ainsi que la hauteur des sons, alors que l'EAX fonctionne comme si tout se passait dans un seul plan. L'inconvénient est qu'une grande partie du travail de calcul est effectuée par le processeur du PC. Il faut compter une perte de 5 à 10% d'images par seconde. La prochaine génération de carte Aureal devrait intégrer l'EAX (si Aureal existe encore à ce moment car il est question de dépôt de bilan).
(voir annexe 6.2.3 pour les techniques d'ambiance)

4.3.2 Dolby Digital AC3 décodé en hard

Pour l'heure le décodage des informations en multi-canal Pro Logic (DVD 5.1) par le procédé AC3 est réalisé en software. C'est à dire que le processeur du PC est mis à contribution. Si vous regardez un DVD Vidéo en 4.1 (le 5.1 n'est pas possible) avec une carte gérant la



quadriphonie plus le sub-woofer sur votre PC, vous avez plutôt intérêt à avoir un processeur rapide. Sans cela, le défilement des images risque fort de ne pas être continu du fait de la continuelle sollicitation du CPU par le driver pour décoder la bande son.

Il n'en sera bientôt plus rien. Bien que les processeurs PC soient de plus en plus performants et que les derniers peuvent d'ailleurs largement décoder le son et gérer les images avec aisance (au tour de la carte graphique de bosser !), les prochaines cartes son de gamme moyenne sortiront avec le décodeur AC3 dans le DSP. Il n'y aura plus besoin de logiciel pour effectuer le travail.

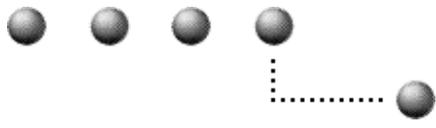
4.3.3 Interface de transmission multi-canal numérique MADI

Pour ce qui est de la transmission audionumérique d'un enregistrement multi-canal, on utilise le standard MADI. Il est tout à fait similaire au S/P-DIF dans le principe (voir 3.3.4). On transmet simplement autant de fois plus vite qu'il y a de paire de canaux supplémentaires et on ajoute bien entendu les trames nécessaires à la transmission de ces voies.

5. Champs d'application

5.1 Le loisir

La carte son d'aujourd'hui avec ses quatre sorties analogiques est idéale pour visionner des DVD ou pour jouer dans une atmosphère de type cinéma. L'écoute de CD audio en passant par une section d'amplification et une paire d'enceintes de monitoring de studio se révèle tout à fait convaincante face à une excellente chaîne hi-fi d'appartement. Le musicien trouve son compte dans une carte d'entrée de gamme comme la SB Live! Grâce au port MIDI toujours présent. Les cartes proposent plusieurs entrées dans tous les formats ce qui permet de faire ses propres montages de bande son pour ses films caméscope. On peut même se prendre pour un ingénieur du son en enregistrant et en mixant jusqu'à 8 pistes en tout numérique en cliquant sur des boutons virtuels.

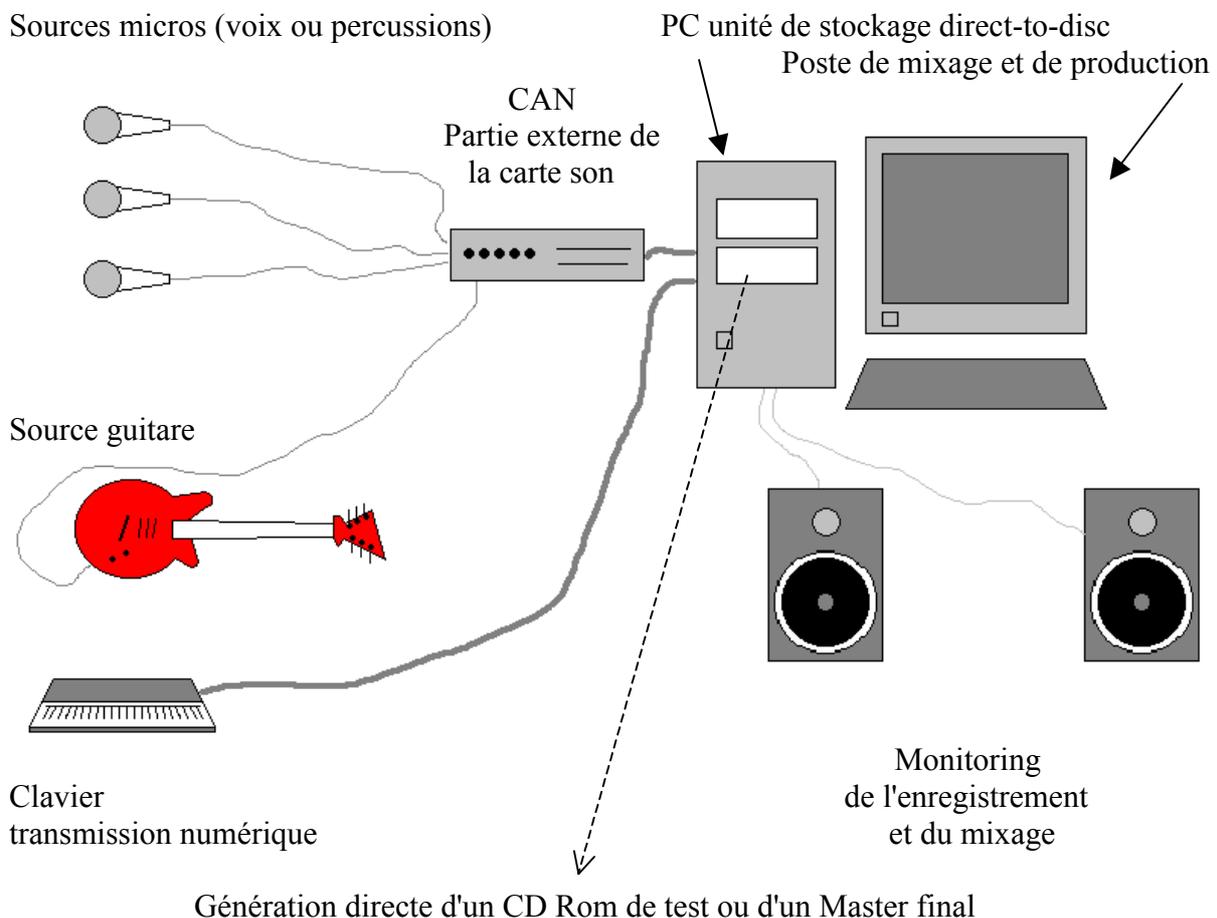


5.2 Home Studio PC

5.2.1 De la prise de son au mixage multi-pistes

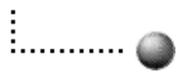
L'avantage proposé par les cartes son actuelles est considérable pour le home studio. On peut pour une somme vingt à cent fois moindre qu'il y a dix ans réaliser un studio tout numérique sur disque dur comptant jusqu'à 48 pistes et pouvant enregistrer jusqu'à 4 pistes simultanément !

Le schéma ci dessous illustre le fonctionnement du nouveau home studio de l'an 2000 :



5.2.2 La réalisation de bonnes maquettes avec un petit budget

Pour les utilisateurs musiciens et les mini studios, le tout numérique audio sur un ordinateur est idéal. Un PC est beaucoup moins encombrant qu'une console de mixage, l'ensemble tout numérique y compris le stockage des pistes est bien meilleur marché que le matériel analogique professionnel et ne nécessite pas d'entretien (recalage des bandes après rembobinage...). Comme l'utilisateur potentiel de ce genre de matériel n'est pas ingénieur du



son, il peut se contenter d'encombrer son moniteur d'icônes et de vues disparates d'une vraie console pour mixer (on ne peut pas tout avoir...).

Dans bien des cas, le multi-piste est mis à profit car tous les musiciens ne sont pas disponibles en même temps pour les sessions d'enregistrement. Sur ce point, le fait que les cartes son ne permettent généralement pas l'enregistrement simultané de plus de quatre pistes ne gêne guère (à l'exception des prises de son sur un gros set de batterie). L'avantage du multipiste face aux prises différées et aux overdubs (superposition d'une prise effectuée à un autre endroit) est tout à fait conservé, bien sûr.

Pour le mixage, bon nombre d'éditeurs proposent des plug-in (les remplaçants informatiques sous forme de programmes des racks d'effets et des préamplis de studio au format 19") qui permettent d'insérer des effets tels que réverbérations, compression de dynamique, chorus sur les différentes pistes.

Au niveau du pre-mastering et du mastering, les logiciels prennent directement les fichiers son générés pour chaque chanson, permettent de faire des fondus enchaînés et de lier les chansons afin de préparer l'ensemble de la musique pour la réalisation du master. Tout cela se fait sur le PC sans revenir à l'analogique. La création d'un master est un jeu d'enfant. On grave le produit du pre-mastering sur un CD Rom ou on envoie, via la liaison SPDIF de la carte son, le contenu de l'enregistrement sur un enregistreur DAT ou Mini-Disc (voir annexe 6.3.4).

Ainsi, le particulier peut réaliser lui-même toute la procédure d'enregistrement audio de la musique jusqu'au master final (16 bits 44.1 KHz obligatoire à ce niveau) en vue d'une duplication à grande échelle ou d'une réalisation autonome d'une petite série.

5.3 Cartes sons et logiciels dédiés à l'enregistrement pro

Carte son pro :

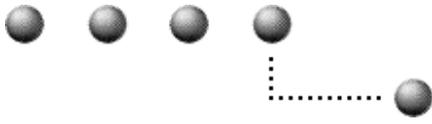
SoundScape Digital Technology a annoncé au début du mois de novembre la sortie d'une carte audio révolutionnaire traitant 32 pistes audio.

La SoundScape MixPander PCI est une carte multi-DSP prévue pour les stations de travail audionumériques très haut de gamme. Elle offre la possibilité de connecter 512 canaux par bus d'extension sur l'arrière de la carte. Cette carte prend parti de tous les Plug-in disponibles sur le DAW. La V3.0 Dynamic Mix Automation permet avec le logiciel SSEditor d'étendre automatiquement les possibilités de mixage et de traitement du signal audio à travers la console SoundScape's Console Manager (voir annexe 6.3.1).

Logiciel de mix studio :

Le plus populaire des logiciels de traitement du signal audio sur PC est sans aucun doute Cubase VST. Mais le logiciel Pro Tools de Digidesign est la référence absolue en matière d'enregistrement et de mixage studio pro (voir annexe 6.3.2). Il est utilisé sur quasi toutes les nouvelles créations musicales de type music pop et hip hop pour les boucles et les samples ainsi que pour la généralité des overdubs. Un grand studio professionnel proposera toujours l'outil Pro Tools parmi ses équipements standards analogiques traditionnels (en mixage ou en mastering).

Effet de mode ou réelle amélioration ? On ne peut pas vraiment dire. Le logiciel apporte certes un bon nombre d'outils mais à force de triturer le son de tous les côtés, atteint-on une meilleure restitution sonore de la prestation live de l'artiste qu'avec une prise directe ?



5.4 Le mixage assisté par PC

5.4.1 L'automatisation

L'automatisation des pistes d'enregistrement permet le contrôle du volume de plusieurs tranches simultanément ou à différents instants suivant un programme prédéfini.

Cette fonctionnalité a longtemps été réservée aux grands studios possesseurs de consoles SSL (Solid State Logic) combinant le traitement du son en analogique et les commandes de "mute" ainsi que l'automatisation de façon informatique.

Mackie Design est une marque qui propose pour les petits studios des platines de gestion de l'automatisation. Connecté à un ordinateur (Macintosh en 1995 et PC depuis 1998, voir annexe 6.3.1) ce périphérique peut exécuter un programme d'automatisation. Cela permet aux utilisateurs de consoles analogiques ou de petites consoles numériques de réaliser des programmes de commande de volume automatisés des pistes enregistrées.

En audio numérique sur PC, certains logiciels de mixage permettent l'automatisation mais sur un nombre plus ou moins restreint de pistes (ex : ProTools de Digidesign).

5.4.2 Les logiciels de montage / mixage.

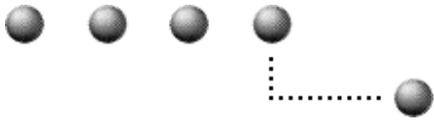
Grâce à l'apparition des DSP puissants sur les cartes audio pour ordinateurs et d'excellents logiciels tels que Cubase VST ou Pro Tools, le mixage et le traitement du son sur PC est devenu possible. Grâce à l'ordinateur, des tâches répétitives et des effets temporels brefs deviennent applicables aux différentes pistes enregistrées.

En effet sur une console analogique, il est difficile, à moins d'avoir cinq bras avec les doigts synchronisés, de manipuler les "mute" et de descendre les faders des tranches pour obtenir des fondus ou des effets de profondeur par disparition d'un instrument dans un fond sonore (imaginez faire des fondus sur un set de batterie avec 15 micros de prise de son et en laissant la caisse claire plus forte que la grosse caisse, le tout, tout seul et à la main).

L'informatique permet de réaliser un programme de commande de toutes ces fonctions et des égalisations afin de contrôler parfaitement la production musicale.

On peut via les interfaces utilisateur Windows NT ou MAC OS obtenir des FFT à différents points du mixage. Il est aussi possible de comparer plusieurs tranches entre elles sur des fenêtres d'oscilloscope et ainsi de déterminer les zones d'accrochage ou l'approche de saturation. Un avantage parmi tant d'autres est la possibilité de visualiser le signal sur une tranche de la console au ralenti ; ce qui permet d'ajuster les programmations de gain en fonction de jeu du musicien (une sorte de compression du signal au moment voulu).

La facilité de test des différentes configurations d'effet est très rapide à réaliser grâce aux Plug-in. En effet, on ne parle plus de patch-bay ou l'on commute les racks d'effets sur les départs auxiliaires de la console de mixage. Ici, on lance un Plug-in de réverb, s'il ne convient pas, on clique sur un chorus et on obtient instantanément le résultat. Le fait de pouvoir sauvegarder les trames, sans toucher à la source sonore, présente l'avantage de laisser à l'ingénieur du son tout loisir de comparer ses modifications et ainsi de se rendre compte de la dégradation ou de l'amélioration qu'il a apportée à la production.

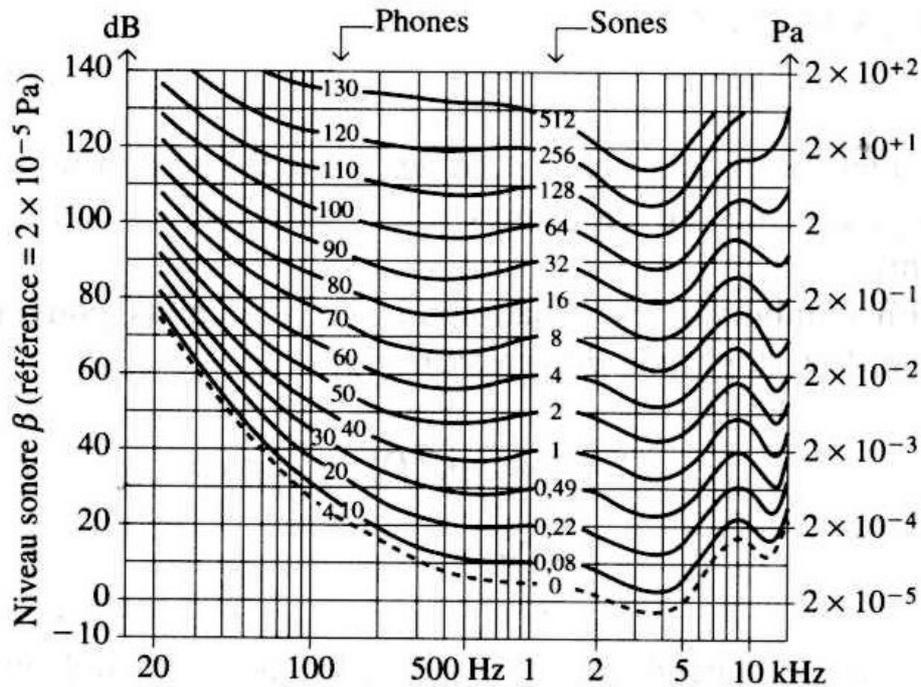


6. Annexe

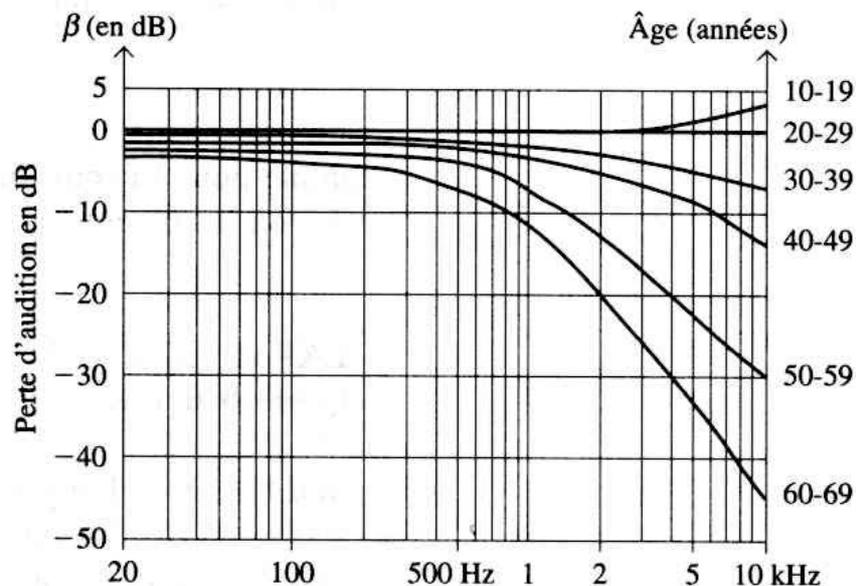
6.1 La sensibilité de l'oreille humaine

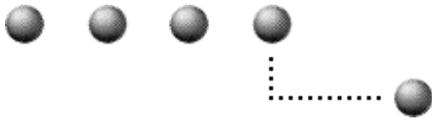
Courbe de sensibilité auditive binaurale :

(β est le niveau sonore devant être généré pour une impression de niveau constant)



Perte d'audition moyenne en fonction de l'âge :





6.2 Les cartes son standards

6.2.1 Avantages et inconvénients de l'ISA et du PCI

Nous allons voir, ci dessous, quels sont les avantages et les inconvénients des deux formats physiques de cartes son.

Inconvénients des cartes ISA.

Pour être compatible avec le standard "sound blaster" (sound blaster (que j'appellerai SB) / sound blaster pro (SB pro) / sound blaster 16 (SB16) qui sont des cartes fabriquées par Creative Labs et qui sont devenues des standards du fait de leur réussite commerciale) ces cartes ont besoin d'utiliser les IRQ 5 ou 7 qui sont normalement réservées aux imprimantes. En cas de mauvais paramétrage vous risquez bien de perdre l'accès soit au port parallèle (imprimante mais aussi Zip, scanners et autres), soit à la carte son, soit aux deux. De plus vous ne pourrez utiliser un second port parallèle (toutefois rares sont les utilisateurs à équiper leurs machines d'un second port parallèle). De plus les cartes ISA compatibles SB16 ont besoin d'une autre IRQ ce qui peut aussi poser problème...

Certaines cartes ISA anciennes ne sont pas "plug and play" et leur paramétrage se fait par jumper ou par un logiciel spécial : débutant s'abstenir.

Le plug and play en ISA n'est pas parfait... Pour chaque jeu sous DOS il faut paramétrer l'IRQ, le DMA et le port mémoire et le refaire à chaque fois que l'on change (ou que le plug and play change) les paramétrages de la carte son. Si la carte n'est pas "plug and play" il faudra aussi régler les IRQ pour votre système d'exploitation.

Avantages des cartes ISA.

Du fait que de plus en plus de cartes d'extensions soient au format PCI votre PC peut se trouver à court de slots PCI libres dans ce cas utiliser une carte ISA peut libérer un slot PCI...

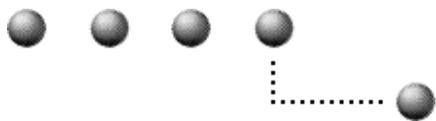
Les cartes PCI ont une émulation logicielle des cartes Sound Blaster (SB, SB pro et SB 16) qui n'est pas parfaite et demande parfois une configuration : certains vieux jeux ne fonctionneront jamais avec une carte PCI (par exemple Ultima 7 est allergique à EMM386 et QEMM, or l'émulation logicielle SB des Sound Blaster live! et Live! Player doit se faire en utilisant EMM386) or pour les cartes ISA cette émulation est logicielle et résout bien des problèmes. Si votre machine est beaucoup équipée en cartes PCI vous risquez d'être à court d'IRQ malgré le partage des IRQ qu'il permet. Dans ce cas une carte son compatible SB ou SB pro vous occupera l'IRQ 5 ou 7 mais libèrera une autre IRQ utile aux cartes PCI.

Les cartes compatibles Sound Blaster sont supportées par Linux et OS/2 : souvent votre carte, si elle est de marque connue, sera supportée par ces O.S.

Inconvénients des cartes PCI :

Leur faible compatibilité SB, SB pro et SB16 qui est émulée par logiciel et que certains jeux DOS ne voudront jamais utiliser. Toutefois pour les jeux partiellement compatibles il faut espérer que les constructeurs amélioreront leur émulation. Duke Nukem 3D qui tourne avec une SB Live! en émulation SB donne des effets sonores médiocres et le jeu plante alors qu'il fonctionne correctement en désactivant le support son (pourquoi ? vu que le créateur des SB est aussi le créateur de la Live ?!).

La consommation mémoire de ces cartes est importante. En effet les cartes ISA possédant des échantillons sonores les ont dans une ROM et les plus évoluées ont une RAM dans laquelle



peuvent se charger des "banques" d'échantillons sonores supplémentaires. Or, pour limiter les coûts, certaines cartes PCI utilisent la mémoire du PC pour stocker leurs banques sonores. Ainsi la SB live! peut utiliser de 4 à 32 MO de mémoire pour les échantillons sonores : parfait pour le musicien mais dangereux pour les petites configurations mémoires (prévoyez 64 MO de mémoire pour jouer ou si vous êtes musicien).

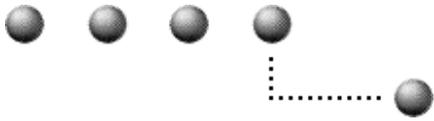
Elles ne sont pas encore supportées par Linux et encore moins par OS/2. Toutefois il faut espérer que la situation s'améliorera pour Linux.

Avantages des cartes son PCI :

Elles sont très faciles à configurer. En effet toutes les cartes PCI sont "plug and play" et vous n'avez pas à vous occuper de les configurer : plus la peine de chercher une IRQ, un DMA et une adresse mémoire libres. Elle tiennent compte, pour les plus évoluées, des dernières technologies : son 3D, Direct Sound, Dolby stéréo, AC3 et autres. Microsoft et Intel ayant décidé de tuer le bus ISA vous limitez les "risques" pour l'avenir.

6.2.2 Liste et description technique des cartes grand public

Card Name/Model	MonsterSound MX300	SoundBlaster LIVE	SB LIVE Value	PCI 338-A3D	WF 192XG
Manufacturer	DIAMOND	CREATIVE Lab	CREATIVE Lab	AZTECH Lab	YAMAHA
Chipset (Maker)	Vortex+ 2.0 (AUREAL - AU8830)	EMU10K1 (CREATIVE)	EMU10K1 (CREATIVE)	Vortex 1.0 (AUREAL - AU8820)	YMF724(XG)
Processing power	600+ MIPS	1,000+ MIPS	1,000+ MIPS	300 MIPS	1250 MIPS*
3D engine	16 channel Hardware-based A3D engine	32 DirectSound 3D streams @ 16 bit, 48 kHz	32 DirectSound 3D streams @ 16 bit, 48 kHz	16 bit, 48 kHz DAC	73 DirectSound 3D streams 16 bit, 48 kHz DAC
32-Bit Digital Audio Engine	26-point convolution interpolation	8-point interpolation 32-bit, 48 kHz	8-point interpolation 32-bit, 48 kHz	32-bit 48KHz	24MHz processor speed 32bit bus width
Wavetable engine	320 Voice (total) 64 (hardware)	512 Voice (total) 64 (hardware)	512 Voice (total) 64 (hardware)	64 Voice (total) 32 (hardware)	192 midi XG voice (64 hardware voice)
DMA Channels	96 DMA channels: 80 DS3D streams. 16 A3D streams	40 DirectSound streams 16 EAX ch	40 DS streams 16 EAX ch.	48 (16+32)	73 DirectSound streams
Speaker discrete Audio Output	HRTF for 2 out Front/Rear Out	HRTF for 2 out Front/Rear Out	HRTF for 2 out Front/Rear Out	HRTF for 2 speakers.	HRTF for 2 speakers.
Sound effect modelling	A3D 2.0 Wavetracing engine	EAX accelerator E-mu Environmental Modeling	EAX accelerator E-mu Environmental Modeling	Aureal 1.0	CRL Sensaura engine
Wavetable sample	4MB onboard (DLS capable)	2/4/8MB system Memory Maximum 32MB	2/4/8MB system Memory Maximum 32MB	1-4MB system Memory	2MB onboard + 2MB s/w
DOLBY DIGITAL (AC-3) support	YES (now)	Not Available (Under-Planning)	Not Available (Under-Planning)	NO	NO
Soft-DVD support	YES	NIL	NIL	NIL	NIL
Digital I/O	YES (S/PDIF)	YES. Digital I/O card supplied	Capable. Digital I/O connector	NO	NO
Soft-DVD support	YES	NIL	NIL	NIL	NIL
Signal / Noise Ratio	96dB	96dB/100dB(full)	96dB/100dB(full)	>93dB	>95dB
THD+N	0.002%	0.002%	0.002%	0.003%	



6.2.3 Principe des technologies EAX et A3D



Microsoft has incorporated functionality into DirectX that allows game designers to incorporate 3D positional audio into their games. But the current DirectSound 3D API does not provide enough information to move beyond the existing 3D audio technology. Specifically, there is no method of specifying any sonic environment. Thus no reverberation can be applied. Distance is simulated only by loudness, and the sound designer for a game has a choice of recording the sounds of objects including reverberation (which won't localize well), having a "dry" sounding game, or foregoing use of 3D audio. Neither of these choices is appealing.

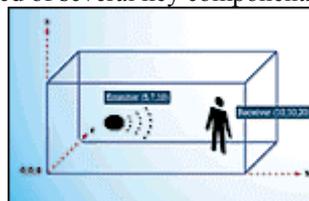
Fortunately, DirectSound 3D allows enhancement of the API by the use of Property Sets, and Creative, working with Microsoft and other industry leaders, has finalizing a property set which will allow the addition of reverberation to the DirectSound 3D API. This property set is called the Environmental Audio Extensions (EAX). The property set is non-proprietary; indeed Creative is working with Microsoft to incorporate the Environmental Audio Extensions into a future revision of DirectSound 3D.

The operation of a DirectSound 3D property set is shown schematically in figure 5. For the standard DirectSound methods, when DirectSound is invoked, the sound card driver is queried by the operating system, and acceleration of the standard methods is arranged if supported; if not software emulation is performed. Then if the application is prepared to take advantage of the additional capabilities implemented in a property set, it queries DirectSound as to whether the property set is supported, and this query is passed on to the sound card driver. If the property set is supported, the query succeeds and the additional methods in support of the capabilities become available to the application. Note that the features in the property set need not be accelerated in hardware. While the Sound Blaster Live! Card will support EAX with hardware acceleration, the property set can be made available via software emulation as well.

The Environmental Audio Extension property set controls a number of properties which control the reverberation and audio reflections. The basic properties are enumerated in table 1.

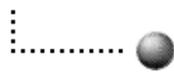
Environmental Audio is the next audio platform by Creative. Its revolutionary technology recreates real-world multi-dimensional audio on your PC. It immerses you in sound so vivid, you experience games, music, and other existing audio applications rather than just hear them.

By nature, the human ear is intolerant of audio imperfections. The Environmental Audio Platform addresses this problem by introducing a system comprised of several key components.



E-mu Environmental Modeling

Environmental Audio Software Technologies created by E-mu Systems®, Inc., a subsidiary of Creative, that provides high-end audio equipment to Hollywood studios, will change the way you perceive audio forever. They include: E-mu Environmental Modeling™, which accurately positions audio objects in a 3D space by rendering audio reflections and; Creative Multi Speaker Surround™, which allows real-time panning and mixing of



multiple sound sources using two or more speakers. These technologies will greatly enhance audio content from the past, the present, and the future.

Environmental Audio Speaker System is a new line of multi-channel speaker systems from Creative that will deliver the full potential of Environmental Audio. The PCWorks™ FourPointSurround™ speaker system is the best companion for your Sound Blaster Live!. It offers four compact satellite speakers and a powered subwoofer. The Desktop Theater™ 5.1, a great companion for your PC-DVD system, is a five-satellite plus powered subwoofer speaker system with an amplifier and a built-in Dolby® Digital decoder.

AUREAL's A3D 2.0 Wavetracing Technology

A3D 2.0 Overview Building on the breakthrough success of A3D, Aureal is introducing A3D 2.0 as the next generation of its positional 3D audio standard. Designed to take full advantage of Aureal's upcoming Vortex 2 chip, A3D 2.0 is fully backwards compatible with A3D while introducing the following advances:

Vortex 2 support: more 3D sources, higher sample rate, bigger HRTF filters
Aureal Wavetracing™: real-time acoustic reflection, reverb and occlusion rendering
A2D: host CPU based A3D emulation mode for non-accelerated PCs
A3D API: all-in-one interface to support A2D, A3D, A3D 2.0 and DirectSound3D
Advanced resource management features
A3D authentication protection

More 3D sources

Current A3D systems can render 8 concurrent sound sources in 3D space at any given time. While sufficient for today's games, the next generation of 3D applications is pushing this number to 16 sources, as provided by Aureal's Vortex 2 chip for a richer listening experience. Additionally, Vortex 2 provides up to 64 3D reflection sources, used by Aureal's Wavetracing technology to render sound reflections off of walls and additional objects in the 3D environment.

Higher sample rate and bigger HRTFs

Current A3D systems render audio at 22kHz sample rate. Vortex 2 significantly improves 3D audio positioning accuracy and overall quality by raising the rendering rate to 48kHz. At the same time, the length of HRTF filters (Head Related Transfer Function: the set of audio filters that form the core of positional 3D audio processing) has been doubled to apply 3D processing to the full 48kHz frequency spectrum of a sound source. The result is a new standard of quality for positional 3D audio (before anyone else has come close to reaching the current standard set by A3D).

Aureal Wavetracing technology

Developed over many years in conjunction with clients such as NASA, Matsushita and Disney, this new technology is a key advancement for A3D 2.0. Aureal Wavetracing parses the 3D geometry description of a space to trace sound waves in real-time as they are reflected and occluded by passive acoustic objects in the 3D environment. This means that sounds cannot only be heard as emanating from a sound source in 3D space (as in A3D), but also as they reflect off of walls, leak through doors from the next room, get occluded as they disappear around a corner, or suddenly appear overhead as you step into the open from a room. Reflections are rendered as individually imaged early reflections and as reverb late field reflections. Acoustic space geometries and wall surface materials are specified via the new A3D 2.0 API. The result is another quantum leap in audio rendering realism similar to the one experienced by listeners when switching from stereo audio to current generation A3D rendering.

Figures 1-3 illustrate Aureal Wavetracing in action in different 3D space geometries:

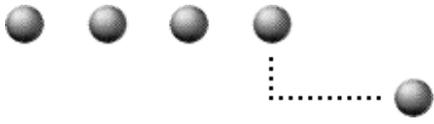


Figure 1: no geometry, only a listener and a sound source, resulting in standard A3D direct path rendering (red line)

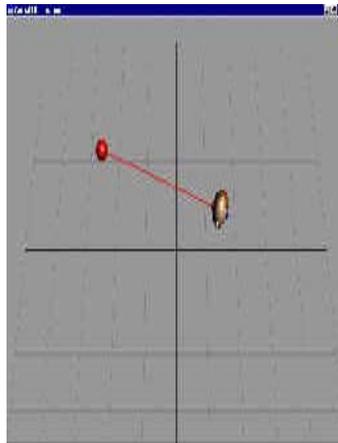


Figure 2: simple reflection case: listener, sound source and 3 walls that reflect the sound (green lines)

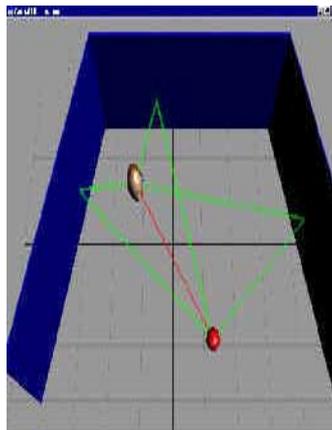
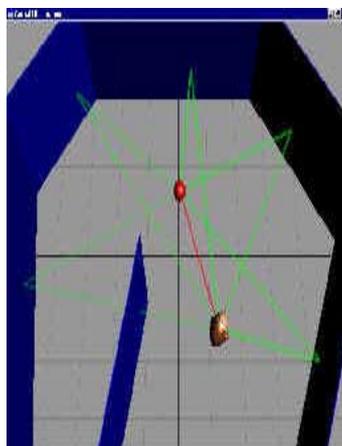
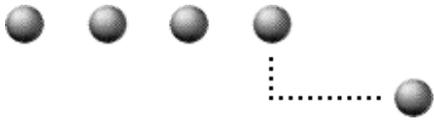


Figure 3: more complex reflection/occlusion case: listener, sound source, direct path (red line), and 6 walls that are reflecting the sound (green lines), with one reflection being occluded





6.3 Cartes son et audio pro / semi-pro

6.3.1 Carte son pro pour studio et console d'automation

Soundscape's Powerful Multi-DSP mixpander Card

Soundscape Digital Technology is delighted to announce the most eagerly anticipated hardware addition to the Soundscape product range since the award winning 32 track R.Ed DAW. The Soundscape **mixpander**™ PCI card provides a massive amount of additional DSP processing power for Soundscape R.Ed and SSHDR1-Plus Digital Audio Workstations. It connects to the 512 channel Expansion Bus Port on the rear panel of Soundscape DAWs and integrates with the Soundscape Mixer transparently, taking advantage of all the real-time DSP effects plug-ins already purchased and authorised for the DAW. The V3.0 Dynamic Mix Automation feature in the SSEditor software extends automatically to **mixpander** and external control of mixing and effects is provided through Soundscape's Console Manager.



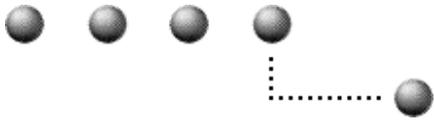
mixpander is designed to add serious amounts of additional DSP processing to cope with any size of mixing task and has the power and bussing structure that can be compared to that of top flight digital consoles, plus a rack of outboard effects processor units. **mixpander** has full 24 bit, 96kHz operation for complete compatibility with R.Ed, and this makes R.Ed the only system available that is able to run DSP based real-time plug-ins like the TC Reverb and TC Dynamizer plus other effects from Apogee, Aphex, Arboretum Systems, Wave Mechanics and Sonic Timeworks all at 96kHz.

mixpander/9 contains 9 of the latest Motorola 563xx DSPs on both sides of a full length PCI card. The total processing capability is up to 2.6 GIPS (Giga Instructions per Second). This is more than 11 times the processing capability that's already included inside the R.Ed unit and 15 times the processing power of an SSHDR1-Plus. Suffice to say, it's enough processing power to cope with even the largest mixing and effects processing jobs.

mixpander/5 contains 5 Motorola 563xx DSPs for up to 1.4 GIPS of processing power and is 5 times more powerful than R.Ed or 8 times more powerful than SSHDR1-Plus.

Why do you need DSPs ?

If you believe the advertising of many 'host based' products that claim that all you need is a fast PC then you would think that there's no need for dedicated DSP (Digital Signal Processor) devices. However for audio processing, one DSP running at 100MHz provides as much processing power as a 500MHz CPU and can provide true real-time processing, without the poor latency (delay) issues that are the downfall of host based systems. When you compare actually what one **mixpander/9** board offers, there's no general purpose computer that can provide anywhere near the same performance, at any price. The top audio Professionals have long realised that there's no substitute for having the right tools for the job and **mixpander** is designed purely for processing real-time digital audio effects. By comparison, a general purpose PC is designed for many tasks and audio processing probably didn't even figure in this.



Typical mixpander Mixer (3 screen grabs) :

58 mixer channels in total. 32 channel, 32 bus, 5.1 Surround Mixer. 4 bands of fully parametric EQ, Dynamics (Gate,Expander,Compressor,Limiter) and 8 sends per channel. 5 x TC Reverbs, Dolby Surround Encoder and Decoder, Aphex Aural Exciter Type III, Aphex Big Bottom Pro, CompressorX and TC Dynamizer in stereo mixdown master channel, LCRS and 5.1 master channel outputs, 6 x stereo delays, Chorus, Hyperprism Bass Maximiser, Phaser, Flanger, HighPass and BandPass Filters.

Console d'automation Mackie Design :

Ultramix Mackie Design Automation

Computers are great for intricate, repetitive tasks. Like sequencing, word processing, spreadsheets... and now mixdown automation. Mackie's UltraMix® Universal Automation system lets you create, record, overdub, edit, store and recall complex fader moves and mutes. Gone forever are those desperate, "one last try" six-handed mixes at 2AM.

Basically, UltraMix automation is a way to automate various mixing tasks so they can be done quickly, efficiently, and by a normal human being with the standard two hands. Think of it as a tape recorder for fader and mute moves: UltraMix records and "plays back" any fader moves, mutes, or whatever it

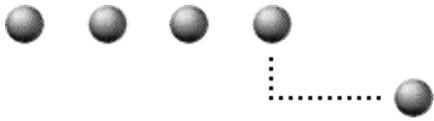
is that you create. When you play that mix back with your actual recorded tracks, UltraMix "superimposes" its moves over your originals. At any time you can change an UltraMix mix, and at any time you can play it back: next week, next year, in the year 2525. Your original recordings remain intact -- UltraMix lets you do all those involved fade-ins and mutes without damaging your original session.

UltraMix provides MIDI machine control for popular digital multitrack recorders and plays standard MIDI files from within the UltraMix Pro™ software. Just hit PLAY on the UltraPilot™ controller and let UltraMix Automute your entire song -- it's like having 34 high-quality noise gates that eliminate noise any time there's no music on a channel.

When you're through with your mix, it's saved on disk for recall -- tomorrow, next week, or next month. You can change it, "clone" it, or add new mix channels at any time.

The basic UltraMix system automates 34 channels -- 32 input channels and master Left & Right. So it's perfect for two CR1604-VLZs, or various combinations such as a CR1604-VLZ and an MS1202-VLZ, or two MS1402-VLZs, etc. In fact, you can automate other brands of mixers or any line-level input device, including effects processors, tone modules, and keyboards. And you can expand the system by increments of 34 channels all the way up to 130. Who knows, there may be a Mackie 8•Bus console in your future.





6.3.2 Le logiciel d'enregistrement / mixage *Pro Tools*

Pro Tools / 24 systems are the industry's leading digital audio workstations, combining incredible power and performance with ease of use. Pro Tools / 24 is a true 24-bit, integrated digital recording, editing, processing, mixing and mastering system. It incorporates the world's most advanced audio editing and mixing interface and is cross-platform for Macintosh and Windows NT operating systems.

Le logiciel :

Digidesign ProTools|24 MIXPlus™

24-bit 64-Track Audio Recording System

Pro Tools|24 MIXplus is the ultimate system for digital audio production. It more than doubles the mixing and DSP power of the already potent Pro Tools|24 Mix system by adding an additional MIX Farm Card.

Pro Tools|24 MIXplus is an exceptionally powerful system, giving you all the DSP muscle you need to create an entire album from start to finish, or score a complete film project. Imagine running 32 audio tracks with pristine 4-band EQ, dynamics, five sends on every track, 10 delay-based effects, plus reverb effects - simultaneously! That's the power of MIXplus.

Pro Tools|24 systems are the industry's leading digital audio workstations, combining incredible power and performance with ease of use. Pro Tools|24 MIXplus is a true 24-bit, integrated digital recording, editing, processing, mixing and mastering system. It incorporates the world's most advanced audio editing and mixing interface and is cross-platform for Macintosh and Windows NT operating systems.

Application:

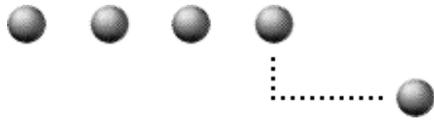
Flagship audio production system ideal for any professional recording, post-production, sound design, or multimedia project.

System Components:

MIX Core Card, MIX Farm Card, DigiRack TDM and AudioSuite Plug-Ins, the latest version of Pro Tools software.

Additional Required Components:

At least one audio interface - either the Digidesign 888|24 I/O, 882|20 I/O, 1622, ADAT Bridge I/O, or the Apogee AD8000.



L' interface 24 bits 888/24 I/O de Digidesign pour ProTools :

Digidesign 888 24 I/O™

24-Bit Multi-Channel Audio Hard Disk Interface for Pro Tools

Top quality 24-bit 8-in, 8-out (XLR) audio production and A/D, D/A conversion for high-end studio applications.

The Digidesign 888 24 I/O brings today's highest fidelity digital audio production into the reach of every recording professional. With 24-bit analog-to-digital converters, the 888 24 I/O is unrivaled in its price range. Designed for uncompromising performance when recording, editing, mixing, and mastering, the 888 24 I/O is destined for the spotlight. In fact, the world's most accomplished producers and audio engineers are already using it to help create their next hit record or blockbuster film.

If you have an expanded Pro Tools system, you can combine multiple Digidesign 888 24 I/Os for up to 72 (software dependent) channels of discrete analog or digital I/O. You can even use the 888 24 I/O as a stand-alone A/D or D/A converter.

6.3.3 Plug-in

Exemple de Plug-in (logiciel de traitement de signal) de la marque Digidesign :

Digidesign D-Verb™

TDM, RTAS and AudioSuite Reverb/Ambience Plug-In

From deep, spacious halls to intimate rooms, D-Verb brings professional-quality reverb and ambience processing to your Pro Tools session.

The TDM version of D-Verb allows real-time automation control over every parameter to achieve that perfect sonic character. D-Verb is now optimized for **Pro Tools|24 Mix** systems, with twice the instance count. D-Verb also supports AudioSuite file-based processing, for use with any Pro Tools system. D-Verb can be run on single or multiple tracks, auxiliary inputs, and group masters in mono, stereo or mono-to-stereo. With an attractive interface, easy on-screen editing, superb audio quality, and the ability to do the work of multiple outboard reverb processors, D-Verb is a great performer and a great value.



6.3.4 Les enregistreurs numériques

L'enregistreur autonome de studio le plus répandu :

Tascam DA78HR

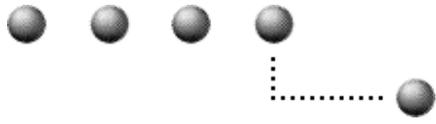
8-Track 24-bit Digital Recorder



The DA-78HR is the world's first 24 bit linear MDM.

DTRS machines have become a standard worldwide in studios of all levels, with proven reliability, quick response, and unparalleled audio quality. The DA-78HR takes it to the next step, offering 24 bit audio and built-in time code capabilities. What's more, the built in digital mixer and on board SPDIF digital I/O for transfers from DAT or CD could be used for a quick mixdown, or for bouncing tracks externally. The DA-78HR can work with any other DTRS machine in the DTRS Sync line, so it can be added to the collection.

- Selectable 16 bit or 24 bit High Resolution audio
- 24 bit A/D and D/A converters
- >104dB Dynamic range
- 20Hz - 20kHz frequency response ± 0.5 dB
- 1 hr. 48 min. recording time on a single 120 tape
- On-Board SMPTE synchronizer - chase or generate time code
- On-Board support for MIDI Machine Control
- Internal digital mixer with level and pan for internal bouncing, or for quick mixes
- Track slip from -200 to +7200 samples Expandable up to 128 tracks (16 machines)
- Word Sync In/Out/Thru
- Analog output on DB25 balanced and RCA unbalanced
- Digital output on TDIF and 2 channels of SPDIF



6.3.5 Machine de (pre-)mastering autonome semi-pro

Enregistreur de mastering SONY PCM :

Sony PCMR300

DAT Recorder



The Sony PCMR300 is an affordable, semi-professional DAT recorder designed primarily for home studio use with unbalanced analog and digital I/O.

- Offers Start ID, End ID, Skip ID control on front panel.
- Flexible setup menu.
- Remote controllable
- Super Bit Mapping In the AD circuitry
- Error rate display can be selected on the display
- Coaxial and optical digital interface.
- A/D and D/A monitoring modes.
- Recording and playback in Long play mode
- Switchable ID06 mode (SCMS copy code)

6.4 Bibliographie

Sound Reinforcement HandBook / Second Edition – G. DAVIS, R. JONES - YAMAHA

Le Guide des Interfaces Audionumériques – F. RUMSEY, J. WATKINSON - Eyrolles

Micro & Musique HS 4

PC Team HS 2

Joystick Magazine n° 107 (Dossier Vortex 2 et SB Live!)

Merci à Gérard pour les Joystick Mags.