



AUDIOPHILE PRESSING

DIGITAL RECORDING

ENREGISTREMENT NUMÉRIQUE

POURQUOI L'ENREGISTREMENT NUMERIQUE?

Les dernières années ont vu de grands progrès dans la qualité de reproduction de la musique obtenue grâce aux disques longue-durée en vinylite. Mais il reste deux problèmes limitant le "réalisme" de la musique reproduite par disque. Tous deux ont trait au processus intermédiaire d'enregistrement sur bandes magnétiques, bandes à partir desquelles presque tous les disques sont "réalisés".

Le premier problème découle de l'amplitude dynamique limitée entre les passages musicaux les plus forts et les plus doux susceptibles d'être pris en compte par les appareils d'enregistrement sur bandes magnétiques habituels, aussi perfectionnés soient-ils. Par exemple, les oeuvres pour orchestre contiennent souvent des amplitudes dynamiques dix à vingt fois supérieures à celles que peuvent reproduire sans dommage les enregistrements sur bande magnétique. Pour capter l'amplitude la plus large, les ingénieurs du son doivent donc comprimer l'interprétation originale, rendre plus doux les passages les plus forts, et plus forts les passages les plus doux. Cette compression ne restitue pas le réalisme acéré d'une exécution de concert.

Le second problème est celui du bruit, ou du souffle de la bande. Et comme les bandes matrices sont souvent éditées et réenregistrées plusieurs fois avant la version définitive, chaque manipulation successive ajoute de nouveaux bruits.

11-49563-4

COMMENT LE SYSTEME NUMERIQUE FONCTIONNE

Dans les enregistrements sur bande magnétique numérique, ces problèmes n'existent plus ni l'un ni l'autre. Au lieu d'enregistrer des sons complexes sur bande comme signaux électriques continus, ou "analogues", la musique se traduit en une série de valeurs numériques "codées". Les ondes musicales originales captées par microphones lors d'une séance d'enregistrement sont échantillonnées plusieurs milliers de fois par seconde, et chaque valeur d'échantillon ou amplitude reçoit sa valeur numérique adéquate. Ces "nombres" sont ensuite exprimés en une série de pulsations électriques uniformes. Ce sont ces pulsations qui sont enregistrées magnétiquement sur la bande.

Quand la bande est utilisée pour réaliser la gravure à partir de laquelle les disques sont finalement pressés, un décodeur retraduit les "nombres" en un original fidèle de l'onde musicale elle-même. Le décodeur est totalement insensible au moindre souffle de bande. Il ne "lit" que les nombres, de sorte que les bruits de la bande "analogue" se trouvent éliminés. Et si des "nombres" sont utilisés en quantité suffisante pour exprimer chaque amplitude échantillonnée, l'amplitude dynamique d'un enregistrement numérique peut aisément contenir la totalité dynamique de n'importe quelle exécution musicale. Il n'est donc plus nécessaire de comprimer arbitrairement la musique.

LES AVANTAGES DU SYSTEME NUMERIQUE

Les avantages supplémentaires du système numérique sont entre autres une distorsion nettement moindre et une précision de hauteur absolue éliminant toute vibration, toute fluctuation. Un enregistrement numérique est donc en tout point plus fidèle à l'exécution originale que n'importe quel disque réalisé à partir des traditionnelles bandes matrices "analogues". Comme vous l'entendrez la première fois que vous mettrez ce disque, les enregistrements "numérique" vous offrent chez vous une musique bien plus proche de celle que vous avez l'habitude d'entendre dans une salle de concert.

LEONARD FELDMAN



DIGITAL RECORDING
AUDIOPHILE PRESSING



HOLST: THE PLANETS MAAZEL ORCHESTRE NATIONAL DE FRANCE

Produced by Roy Emerson

This recording is playable on all record playback equipment.
Technical information on this Mastersound™ recording is enclosed.

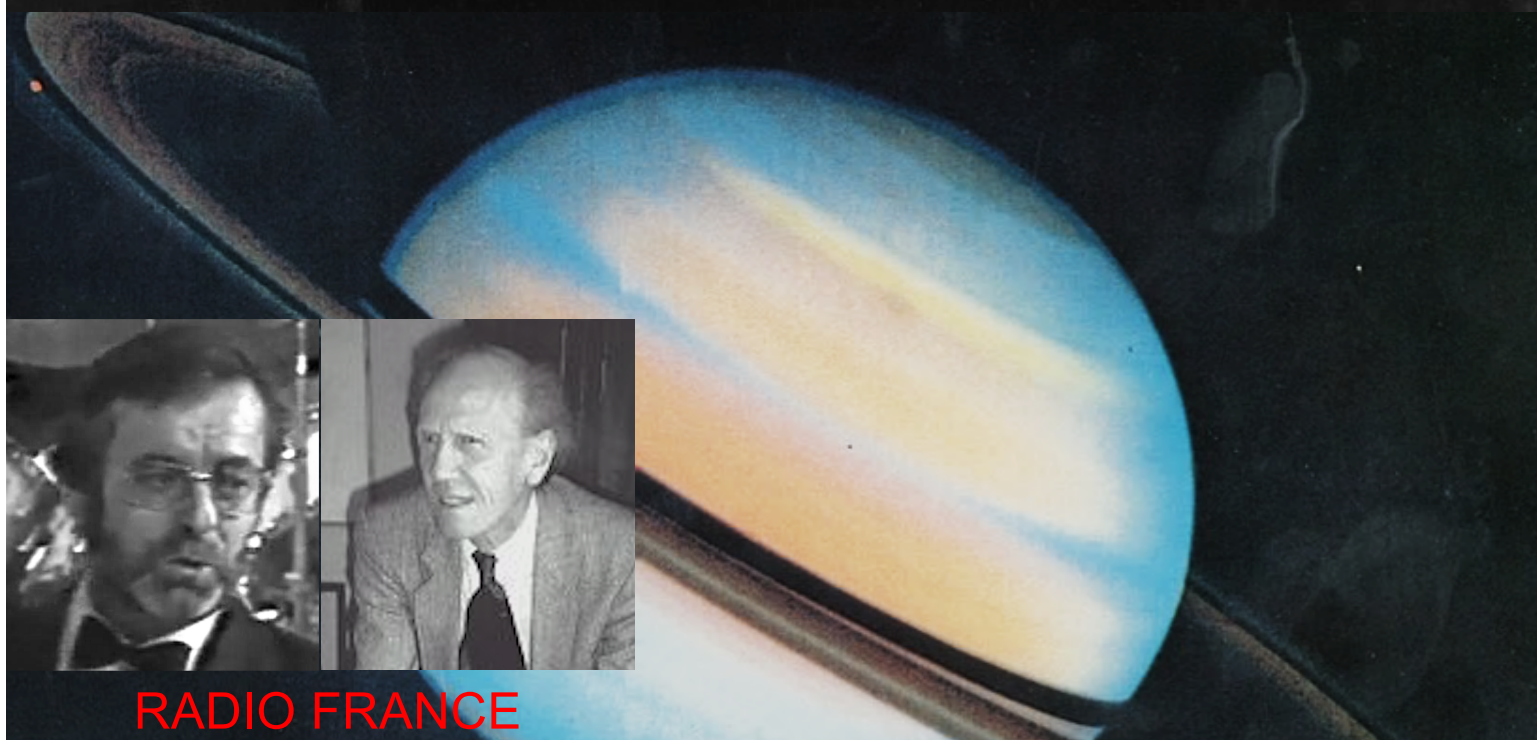
1981

D 37249

CB 331

10

GUSTAV HOLST
THE PLANETS / LES PLANETES / DIE PLANETEN, OP. 32
L'ORCHESTRE NATIONAL DE FRANCE
DIR. LORIN MAAZEL



RADIO FRANCE

Engineers: Guy Level, Jacques Boifgallais / Digitally recorded using the 3M Digital recorder / Mastered from the original studio digital recording at the CBS Recording Studios, New York, on the CBS DisComputer™ System / Art direction: Henrietta Condak / Cover photo courtesy of NASA / © 1981 CBS Inc. / 1981 CBS Inc. / Manufactured by CBS Records / Printed in Holland / "CBS," "Masterworks," "Mastersound," and "DisComputer" are trademarks of CBS Inc. / WARNING: All Rights Reserved. Unauthorized duplication is a violation of applicable laws.

1978 Système de masterisation audio numérique 3M

Mieux connu pour ses gammes de supports à bande et d'enregistreurs analogiques professionnels, avec sa série M de machines multipistes et 2 pistes, la division Mincom de 3M a passé plusieurs années à développer un système d'enregistrement numérique.



Le premier enregistreur numérique multipiste, l'enregistreur 32 pistes de 3M, était au prix de 115 000 \$.

Mieux connue pour ses gammes de supports à bande et d'enregistreurs analogiques professionnels, avec sa série M de machines multipistes et 2 pistes, la division Mincom de 3M a passé plusieurs années à développer un système d'enregistrement numérique, dont deux ans de recherche conjointe avec la BBC. Le résultat fut le 3M Digital Audio Mastering System, qui se composait d'une platine 32 pistes (16 bits, 50 kHz audio) sur bande de 1 pouce et d'un enregistreur de master 4 pistes de 1/2 pouce.

Les deux platines fonctionnaient à 45 ips, offrant un temps record de 30 minutes à partir d'une bobine de 7200 pieds, 12,5 pouces ou de 45 minutes à partir d'une bobine de 14 pouces et 9600 pieds. L'aspect le plus curieux du système 3M était peut-être son schéma de conversion. Comme aucun véritable convertisseur 16 bits n'était disponible, il combinait des convertisseurs séparés 12 bits et 8 bits pour créer des performances 16 bits.

Le système complet était composé d'un enregistreur 32 pistes, d'une platine de mastering 4 pistes et d'un contrôleur d'édition numérique.

Bien que le système 3M soit à un an des livraisons réelles, l'ingénieur Tom Jung (maintenant de DMP Records) a accepté de tester les prototypes au Sound 80 à Minneapolis, en les utilisant comme système de sauvegarde pendant les sessions coupées directement sur le disque. disque laqué, pas disque dur! Les bandes de session numériques ont été jugées supérieures aux disques maîtres, et en décembre 1978, les premiers albums commerciaux coupés sur le système ont été publiés: Flim & The BB's, par le groupe de jazz Flim & The BB's, et Aaron Copeland's Appalachian Spring, par le St Orchestre de chambre Paul. Ce dernier a été nommé pour trois Grammy Awards, gagnant pour la meilleure performance de musique de chambre.

Au prix de 150000 dollars (115000 dollars pour les 32 pistes et 35000 dollars pour les 4 pistes), les premiers systèmes à deux machines ont été installés au début de 1979 à Sound 80 et à Los Angeles aux studios A&M, à l'usine de disques et à Warner Bros. ' Amigo Studios. Parmi les premières sorties pop notables coupées sur le système 3M figuraient Bop Till You Drop de Ry Cooder (conçu par Lee Herschberg) et The Nightfly de Donald Fagen, conçu par Roger Nichols.



Magnétophone numérique 3M 32 pistes, introduit en 1978.



3M's Digital Audio Mastering System from 1978 – the device between two tape recorders is a controller

LANCEMENT DE LA SERIE MASTERSOUND^{md} DE CBS

ENREGISTREMENTS DE QUALITE SUPERIEURE

En tant qu'une des toutes premières compagnies de disques du monde, et en tant qu'inventeur des microsillons tournant à 33 1/3 de tours par minute, CBS Disques a, de tout temps, été à l'avant-garde des innovations technologiques et a toujours fait honneur à ses engagements en matière de perfection technique et de pureté musicale. Les immenses ressources techniques et financières détenues par la société internationale qu'est devenue CBS Disques sont aujourd'hui affectées à un programme complet d'amélioration de chacun des aspects des procédés d'enregistrement musical utilisés par la compagnie. La série MASTERSOUND^{md} en est un des aboutissements; c'est la première gamme d'enregistrements à plusieurs facettes produite par l'industrie de l'enregistrement qui possède une telle qualité intrinsèque; c'est une gamme qui s'adresse aux mélomanes les plus exigeants et les plus difficiles. La série MASTERSOUND^{md} fait appel aux toutes dernières techniques dans chaque étape du processus d'enregistrement et de production, ce qui permet d'atteindre une nouvelle dimension en matière de précision et de fidélité acoustique.

Avant d'étudier les nouvelles conceptions utilisées dans la série MASTERSOUND^{md}, il ne serait peut-être pas inutile d'expliquer brièvement les mécanismes de base de reproduction des sons:

Un son consiste en de légères variations de la pression de l'air engendrées par un élément oscillant comme une corde, une colonne d'air placée en résonance, une peau de tambour tendue, les cordes vocales d'un être humain. Nos mécanismes auditifs et notre cerveau peuvent, avec une très grande précision et netteté, transformer ces variations en sons reconnaissables.

Le premier phonographe de Edison transformait mécaniquement les ondes sonores en variations qui se présentaient sous la forme d'un sillon gravé sur un cylindre de cire. Une aiguille parcourant ce sillon et faisant vibrer une colonne d'air pouvait, théoriquement, une fois reliée à un pavillon, reproduire le son d'origine.

Ces variations de la pression de l'air peuvent également être converties, à l'aide d'un microphone, en une tension électrique. Si le microphone remplit bien ses fonctions (et, de nos jours, une grande variété de microphones font de l'excellent travail), la tension créée est directement proportionnelle au son lui-même; l'amplitude de la tension est plus grande pour les sons forts que celle générée pour les sons plus doux, et les sons plus aigus créent une tension qui varie plus fréquemment. On peut dire, en ce sens, que la tension créée est analogue au son, tout comme le sillon de Edison

était un système mécanique basé sur l'analogie.

Les disques en vinyle actuellement sur le marché fonctionnent selon un principe similaire; le sillon est simplement beaucoup plus complexe puisqu'il se compose de deux canaux différents qui renferment les éléments utiles pour l'écoute en stéréo. Les ondulations qui forment le sillon sont transformées en une impulsion électrique par la cellule de lecture stéréophonique; cette impulsion est ensuite amplifiée et commande les haut-parleurs (qui, à leur tour, retransforment l'impulsion électrique en des ondes sonores, en faisant vibrer par l'impulsion une espèce de membrane, ce qui crée des variations de la pression de l'air). Les magnétophones les plus courants, qu'ils utilisent des bobines, des cassettes ou des cartouches à 8 pistes, enregistrent le signal émis, par des variations du flux magnétique, en l'appliquant sur le revêtement magnétique de la bande. Ces variations doivent tout autant être proportionnelles au signal même.

Les disques fabriqués actuellement sont en principe réalisés en enregistrant le son sur bande magnétique. Après le montage sonore et d'autres opérations électroniques, la bande maîtresse sert à creuser un sillon dans un matériau mou à base de laque qui recouvre un disque en aluminium. Cette matrice de laque est ensuite recouverte de métal; on réalise alors des pièces intermédiaires appelées "moules" et enfin des négatifs en métal qui sont utilisés pour mouler (presser) les disques en plastique de vinyle.

Par le fait même que tous ces procédés portent sur un signal en variation constante, analogue à l'onde sonore originale, ils entrent en fait dans la classification appelée enregistrement analogique. C'est, sans aucun doute, un concept tout à fait réalisable - comme le prouve le grand nombre d'enregistrements réalisés depuis plusieurs années - qui, quand il est bien mis en pratique, peut permettre d'atteindre des résultats vraiment extraordinaires.

Malheureusement, chaque étape de cette technique est parsemée de difficultés. Toute imperfection électrique ou mécanique rend l'analogie au son original de moins en moins parfaite, ce qui diminue la fidélité de la retranscription. De plus, pour rendre les choses encore plus difficiles, tout écart ou toute déformation qui surviendrait dans chacune des étapes s'ajouteraient, ce qui fait que des imperfections relativement faibles se cumulent et, conjuguées, peuvent être très préjudiciables au résultat final.

ENREGISTREMENT NUMERIQUE

Même les meilleurs magnétophones utilisés par les professionnels dans les studios d'enregistrement sont susceptibles de renfermer certaines imperfections qui sont intrinsèques au processus même d'enregistrement analogique. Ces problèmes peuvent être engendrés par une distorsion harmonique et d'intermodulation relativement élevée, au chevrottement et au sautilllement (légères variations de la vitesse à laquelle la bande passe devant les têtes d'enregistrement et de lecture), à la diaphonie (interférence de signaux entre les canaux) et à l'effet d'écho (interférence de signaux d'une couche de la bande aux couches adjacentes de la bobine).

Les problèmes inter-reliés du bruit et de saturation de la bande sont encore plus graves. Le revêtement magnétique ne peut recevoir qu'une certaine quantité de magnétisme et toute tentative d'insérer d'autres signaux sur la bande provoquerait une surcharge et une distorsion catastrophiques. À l'autre extrémité du spectre des amplitudes, toutes les bandes renferment une certaine quantité de bruit intrinsèque qu'il est impossible d'éliminer complètement, même à l'aide des circuits d'atténuation du bruit les plus perfectionnés. Le problème du bruit est d'autant plus grave que le bruit de la bande

est un sifflement très aigu, irrégulier, que la musique ne parvient généralement pas à masquer et qui peut atteindre des fréquences qui sont très perceptibles par l'oreille.

Ces deux facteurs sont un vrai dilemme pour l'ingénieur du son. Il doit maintenir les sons les plus doux enregistrés sur la bande à un niveau plus élevé que le bruit mais ne peut laisser les sons plus forts atteindre le niveau de saturation. Cette "plage" entre les sons les plus forts et les plus doux que la bande peut offrir est appelée gamme dynamique. Si d'excellents magnétophones peuvent arriver à offrir une bande dynamique de 60 à 65 db - ce qui est suffisant pour certaines sortes de musique - c'est loin de suffire à certains programmes. Un orchestre symphonique complet jouant dans une salle silencieuse peut générer une gamme dynamique de dix à vingt fois supérieure à ce qu'il est possible de retranscrire.

La seule solution qu'ait l'ingénieur est d'arriver, d'une façon ou d'une autre, à adapter la gamme dynamique. Il peut avoir recours à des circuits qui écrêtent les pointes: les plus fortes ou compriment le signal (ou les deux), ou il peut encore, manuellement, augmenter le gain d'amplification de l'enregistrement pendant les passages doux et diminuer le gain d'amplification pendant les passages forts. D'une façon ou d'une autre, la fidélité du signal enregistré n'est plus parfaite. Un grand nombre d'experts affirment que la gamme dynamique restreinte qui en résulte est un des principaux facteurs qui limitent la fidélité de la musique retranscrite.

Même si des progrès constants ont été réalisés sur les composantes électroniques et mécaniques et sur la qualité de la bande elle-même (ce qui a permis de réaliser d'excellents enregistrements analogiques), il semble difficile d'améliorer encore l'équipement analogique. Heureusement, une technologie révolutionnaire a été mise au point.

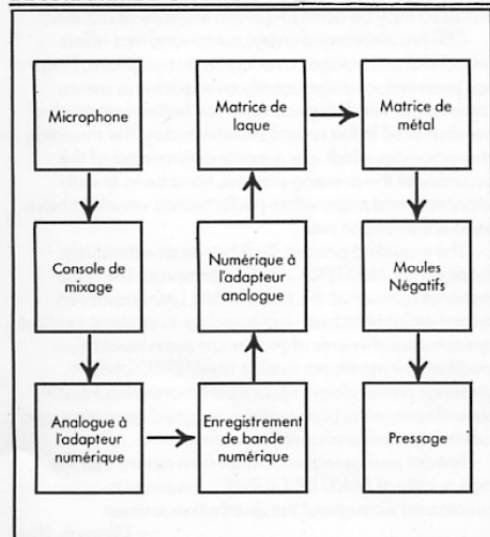
Au lieu d'enregistrer le signal analogique correspondant à l'onde sonore originale, l'enregistrement numérique convertit l'onde en nombres. Chaque seconde de la durée sonore est divisée en segments minuscules (de 44,000 à plus de 50,000 segments, selon le type d'enregistreur numérique utilisé) et un des 65,000 et plus nombres possibles est assigné à chaque segment pour représenter l'amplitude du signal à l'instant précis. Chaque nombre est enregistré à part sur un magnétophone spécial qui utilise une bande magnétophographique ou analogique qui puisse recevoir la grande largeur de bande nécessaire.

Le stockage de ces nombres se fait par le système des nombres binaires au lieu du système décimal. Dans le système des nombres binaires, il n'existe que deux nombres possibles, 0 et 1, au lieu des dix chiffres allant de 0 à 9. Ce système convient particulièrement bien aux circuits électroniques puisque les deux chiffres peuvent être représentés par un commutateur en position de marche ou d'arrêt, par une tension positive ou négative, etc.

CHARTRE DES NORMES D'UN ENREGISTREMENT NUMERIQUE

	Bande-maîtresse numérique	Bande-maîtresse analogique
Réaction de fréquence	20-20,000 Hz (±0.5 dB)	30-15,000 Hz (±1 dB)
Signal au bruit	< 90 dB	64 dB
Déformation harmonique totale	.03%	0.5%
Chevrottement et sautilllement	Infiniment petit	.035%

DIAGRAMME D'UN PROCEDE D'ENREGISTREMENT



Les ordinateurs fonctionnent selon le même système et on peut dire que l'enregistrement numérique est en fait un rejeton de la technologie informatique.

Seize des chiffres binaires (aussi appelés "bits") sont utilisés pour le stockage de chaque nombre. Un calcul rapide permet de se rendre compte qu'il fait bien plus d'un million de bits pour enregistrer ce qui représentera une seconde de musique. Et ce chiffre n'inclut pas les bits supplémentaires qui sont ajoutés pendant le processus d'enregistrement pour vérifier la précision de l'enregistrement et pour rectifier toute erreur possible.

Qu'est-ce que toute cette virtuosité de l'électronique nous apporte? Même si un grand nombre de bits composent un court instant, ils sont très simples à stocker par un magnétophone numérique. La différence entre 0 et 1 est, dans ce cas, énorme, et il est beaucoup plus facile de discerner cette différence que d'essayer de rester fidèle à la très sensible forme d'onde analogique. Les imperfections relativement faibles qui étaient perceptibles dans un enregistrement analogique sont éliminées, ce qui supprime tout effet d'écho et réduit la diaphonie à des niveaux extrêmement bas, pratiquement inexistantes. La distorsion harmonique, qui peut facilement atteindre plusieurs pour cent avec les magnétophones analogiques est réduite à moins de 0.03 pour cent. Et comme le magnétophone numérique est commandé par un mécanisme d'horloge à quartz extrêmement précis (tout comme le sont les ordinateurs), aucune variation mécanique ne peut diminuer la précision de la reproduction; le pleurage et le sautilllement sont à des niveaux impossibles à mesurer.

Un autre élément très important est l'insensibilité presque totale des enregistreurs numériques au bruit de bande traditionnel. Un magnétophone numérique de 16 bits peut générer une gamme dynamique et un rapport du signal au bruit de bien plus de 90 db, sur la bande maîtresse, ce qui est plus que suffisant pour recevoir toutes sortes de musique sans compression ni réglage manuel du gain.

MATRICES DEMI-VITESSE

Une fois la bande maîtresse réalisée, l'étape suivante est l'incrustation de la matrice de laque. C'est en fait tout un art, extrêmement délicat, de l'électromécanique, qui peut affecter énormément la qualité du disque qui sera obtenu.

Toutes les matrices de laque MASTERSOUND^{md} sont creusées par un tour à graver commandé par ordinateur, appelé DISComputer^{md}. Le DISComputer^{md}, mis au point par les experts de CBS, et propriété de CBS, commande, à l'aide de techniques de microprocesseur très perfectionnées, le mouvement complexe de la graveuse enregistreuse avec une plus grande précision, de façon à réaliser un transfert plus fidèle de la bande maîtresse à la laque. Les disques de laque utilisés sont choisis avec soin en raison de leur meilleur rapport signal-bruit et de la facilité de maniement qu'ils offrent.

La confection de matrices se fait normalement en temps réel, ce qui signifie que la bande maîtresse avance à la même vitesse que durant la phase d'enregistrement et que la matrice de laque tourne à la vitesse standard de 33 1/3 de tours par minute. Il est également possible, bien que ce soit plus difficile et plus dispendieux, de faire fonctionner les deux machines deux fois moins vite. Même si des modifications importantes doivent être apportées à l'équipement, et que ce procédé prend, bien évidemment, deux fois plus de temps, les avantages de la réalisation de matrices demi-vitesse sont incontestables.

Quand on divise en deux la vitesse de confection de la matrice, la puissance qui doit être fournie à la graveuse enregistreuse est divisée par 4. Cela réduit la charge transmise aux amplificateurs de puissance utilisés, ce qui les fait tourner selon un mode parfaitement linéaire. L'aiguille à graver peut tracer les délicates

ondulations du sillon avec une plus grande précision, une bien meilleure courbe de fréquence, courbe de distorsion et réponse en transitoires. La diaphonie entre les canaux est réduite de beaucoup, on a un meilleur contrôle sur les dimensions du sillon, et la possibilité de couper les passages très forts sans distorsion est de beaucoup améliorée.

En plus d'enregistrements réalisés à partir de bandes maîtresses numériques, la série MASTERSOUND^{md} comprend des matrices analogiques de grande qualité, choisies en raison de leur qualité sonore et de leur beauté artistique, qui ont été remodelées spécialement en matrices demi-vitesse. Les matrices demi-vitesse et les techniques spéciales de fabrication utilisées pour ces disques permettent d'obtenir une clarté et une fidélité fantastiques jamais atteintes auparavant.

TECHNIQUE DE PRESSAGE AUDIOPHILE DE DISQUES MASTERSOUND^{md}

La série MASTERSOUND^{md} met principalement l'accent sur l'amélioration de la qualité du pressage de disques.

Bien que le composé de vinyle utilisé ressemble à du simple plastique noir, c'est en fait un amalgame complexe d'un grand nombre de substances chimiques différentes. La composition de ce matériau a des conséquences énormes sur les propriétés de moulage, la précision du sillon, les caractéristiques de bruit, les facteurs d'usure, la rétention d'électricité statique, le traçage par l'aiguille, etc. Plusieurs de ces facteurs jouent les uns sur les autres, ce qui fait qu'une amélioration de la qualité dans un domaine peut se faire au détriment d'un autre.

CBS a mis au point un nouveau composé qui présente beaucoup d'avantages sur les formules utilisées précédemment. Le bruit a pu être réduit de beaucoup par rapport à celui généré par les composés de qualité utilisés auparavant qui, eux-mêmes, étaient meilleurs que la majorité du vinyle utilisé aujourd'hui par l'industrie du disque. Les propriétés de moulage, qui sont un facteur déterminant pour la précision du processus de pressage, ont été énormément améliorées et un grand nombre d'autres variables influençant le rendement ont également été perfectionnées.

La technique de pressage en soi a été fortement modifiée pour le pressage de la série MASTERSOUND^{md}. Le profil de la coupe transversale de la matrice a été amélioré, le poids du disque a été augmenté d'environ 12 pour cent et les coefficients de fonctionnement de la presse à disques ont été modifiés pour obtenir une plus grande qualité. Les pressages MASTERSOUND^{md} sont également soumis à des tests spéciaux et très stricts du contrôle de la qualité, à l'aide d'ordinateurs fabriqués spécialement et d'une vérification complète, tant visuelle qu'auditive.

Les techniques particulières d'emballage permettent de s'assurer que la grande qualité des pressages MASTERSOUND^{md} sera préservée tout au long de la chaîne de distribution.

— Glenn A. Hart