La transformation sonore
(article issu du CDRom La musique électroacoustique)

Elle se distingue de la synthèse pure en ce qu'elle agit sur un son préexistant (naturel ou, pourquoi pas, synthétique) qui fournit ses propriétés qualitatives caractéristiques et déjà formées.
La transformation peut être simple correction ou coloration, réalisée par l'ingénieur du son, tels la réverbération et le filtrage, mais elle peut viser à la création de nouveaux matériaux sonores inouïs, ou de familles de variantes de la source traitée : mise en boucle, micro-montage, transposition, modulation en anneau ou mise en résonance.

La réverbération
Dans un espace naturel, la qualité de réverbération est due aux innombrables réflexions que les parois solides renvoient de la source émise, atténuées en intensité et perçues avec retard (écho) par l'auditeur. Afin d'adoucir la sécheresse des enregistrements effectués dans des studios insonorisés et assourdis, on a d'abord recréé cette réverbération par le moyen d'une chambre claire (chambre d'échos), pièce entièrement carrelée dans laquelle un microphone recueillait, à une distance ajustable, le signal émis par un haut-parleur. Plus tard un dispositif similaire, de taille très réduite, a été obtenu en excitant une plaque métallique suspendue dans un petit caisson insonorisé, ou un ressort. Une autre possibilité, de qualité moindre, a consisté à réinjecter sur lui-même le signal retardé par la distance séparant la tête de lecture de la tête d'enregistrement d'un magnétophone, ou d'une machine réalisée spécifiquement; le rythme des échos en est unique, et donc monotone, mais a été abondamment exploité aux débuts de la musique rock. À partir des années 80, des ordinateurs et des machines numériques réalisent le retard au moyen de la mémorisation temporaire de quelques échantillons du signal. Outre l'imitation d'une réverbération la plus naturelle possible, ces systèmes permettent la création d'effets inouïs et paradoxaux : réverbérations inverses, de durée quasi infinie, ou transformations de nature arbitraire par le jeu des innombrables paramètres de contrôle.

Le filtrage
Le filtrage est l'opération par laquelle on retranche une zone de tessiture du signal (portion de hauteur du son), ou par extension, on atténue ou amplifie une région, ou plusieurs, par la combinaison de plusieurs filtres.
Selon la tessiture dans laquelle il agit, le filtrage peut renforcer ou neutraliser l'effet de " présence " d'un son (médium), supprimer les parties aiguës, renforcer les graves existants, etc. Dès 1950, les musiciens électroacoustiques font un grand usage du filtrage, et constatent que son action puissante peut totalement dénaturer un son familier, dont il permet de ne garder qu'une portion infime et méconnue.

La mise en boucle
Bien que d'un principe banal, le découpage d'un fragment de son et sa répétition multiple est un puissant outil de génération sonore.
La mise en boucle, par une erreur de manipulation maintes fois racontée (un sillon refermé sur lui-même et non gravé en spirale), provoque en 1948 l'étonnement de Pierre Schaeffer, et lui fournit la clef de l'écoute réduite d'un son connu dans ses propriétés sonores pures : à force d'être répété, le son n'est plus entendu pour son sens (fragment de voix), mais pour la musicalité lancinante de sa morphologie. Sur la bande magnétique, la mise en boucle est d'une souplesse attractive : des fragments de quelques secondes à plusieurs minutes peuvent être superposés sur plusieurs magnétophones, provoquant des mises en rythmes sophistiquées dont le compositeur peut alors prélever les instants les plus pertinents (Pierre Henry). Avec le montage numérique, la recopie et démultiplication d'un son devient une évidence, et ouvre dès 1980 des perspectives fameuses, reprise désormais par la Techno, le Rap, etc.

Le micro-montage
Le micro-montage apparaît avec le montage par coupure de bande magnétique et consiste en un découpage de fragments infinitésimaux (environ 20 millisecondes) de son et leur sélection et réassemblage pièce par pièce. Produit d'un travail patient et besogneux, il permet d'approcher le seuil de discrimination temporelle de l'oreille, qui à ce débit d'informations ne peut plus distinguer chacun des micro-éléments et en fusionne la perception. On connaît l'exemple d'un Bernard Parmegiani s'enfermant une année en studio pour réaliser un orchestre de cordes virtuelles et plus, à partir de

l'enregistrement de quelques notes de violon (**Violostries**); mais d'autres musiciens se sont cassé les dents sur cette épreuve, qui suppose un sens du labeur, mais aussi une maîtrise de la densité du matériau peu communs. À la demande de Bernard Parmegiani, cette capacité a été développée sur informatique à partir de 1979, par le prélèvement aléatoire et infini de micro-fragments d'un ou deux fichiers sons (logiciel de brassage BRAGE), technique qui est encore peu répandue dans les outils de transformation audionumérique actuels.

La transposition

Parce qu'il est enregistré sur un support matériel (disque, film optique ou bande magnétique), l'enregistrement sonore des années 50 est tributaire des conditions mécaniques de lecture; il est aisé d'en altérer les modalités de fonctionnement, et cela se produit d'ailleurs parfois intempestivement. Le son est alors transposé, et sa durée est écourtée ou allongée selon le sens de transposition pratiquée. C'est la transposition ou variation de vitesse.
Schaeffer fit réaliser et breveter dès 1951 deux appareils spécifiques à bande magnétique permettant de réaliser l'opération dans des conditions adaptées à la problématique musicale : le premier est le Phonogène chromatique, commandé par un clavier de touches contrôlant une transposition par intervalles de demi-tons sur une à deux octaves, le second est le Phonogène à coulisse, permettant le glissando par contrôle continu de la variation de vitesse.
La transposition d'un son sans en changer la durée (harmoniseur) se heurte à de nombreux obstacles. Elle est complémentaire de l'étirement-contraction temporel (en anglais time-stretching) d'un son sans en changer la hauteur. Elle fut d'abord réalisée, vers la fin des années 50, mécaniquement à l'aide d'une tête de lecture multiple tournante (dispositif de Régulateur Temporel de Springer) : la durée du son est définie par la vitesse de défilement de la bande, tandis que la hauteur du son est donnée par le rapport entre les vitesses de défilement de bande et de rotation des têtes. Un dispositif associant les deux paramètres (hauteur, temps) fut réalisé en 1967 par Francis Coupigny, le Phonogène universel.
Dans le domaine numérique, une application en fut réalisée au GRM dès 1979, en temps différé par logiciel (Etir). Dans les studios, les premières machines numériques très appréciées réalisant l'opération furent produites par la Société américaine Eventide, qui leur donna et déposa le nom d'Harmonizer™.

La modulation en anneau

Ce traitement, mystérieux pour le profane, provient de l'usage détourné d'un dispositif électronique utilisé en radiophonie pour séparer l'onde hertzienne porteuse et son signal de modulation (l'émission radiophonique). Le nom (en anglais : ring modulation) provient de la forme de câblage adoptée sur le circuit : quatre redresseurs assemblés circulairement. De manière succincte, disons que cette opération, qui requiert deux signaux en entrée – dont l'un est généralement pur – provoque un dédoublement et une double transposition d'un des signaux en sortie, dans une relation harmonique ou inharmonique selon les rapports de fréquences des deux signaux entrés. Cet effet très puissant, mais aussi très reconnaissable car il dénature violemment les timbres en les rendant inharmoniques, a été abondamment exploité, notamment par Karlheinz Stockhausen (**Mantra**). Le principe de modulation d'un signal par un autre signal audio se retrouve également dans la modulation d'amplitude, de vitesse (de lecture), etc., et sous une définition plus élargie, dans la synthèse par modulation de fréquence.

La mise en résonance

C'est une des transformations les plus originales et les plus inattendues, car elle fait appel à des notions scientifiques délicates, dont la relation indissociable temps-fréquence du son.
Dans les synthétiseurs analogiques, le filtre dispose fréquemment d'une commande de coefficient de surtension qui, à son maximum, transforme brutalement celui-ci en auto-oscillateur.
Des résonateurs numériques (filtres résonants et filtres en peigne) peuvent se comporter comme une harpe éolienne, sorte de jeu de cordes de hauteurs différenciées qui entrent en résonance sur les transitoires du son, et par sympathie avec les fréquences similaires que le signal traité peut contenir. De même, tout objet un tant soit peu élastique (cymbale, peau) frappé d'un choc bref, transforme la transitoire de frappe en un signal complexe, mais moins riche que l'attaque, au prix d'une résonance naturelle de durée variable. Mais, parce que l'on peut, dans le calcul numérique, s'affranchir quelque peu des lois physiques naturelles de notre univers, ces résonances peuvent être exagérées et prolongées quasi indéfiniment; elles sont alors perçues sur un ensemble de hauteurs réductrices particulières, comme une trace, une silhouette temporellement amortie des mouvements spectraux du son traité.