LE SYSTEME DX DE YAMAHA

Une fois de plus, Yamaha se distingue de ses concurrents en utilisant les progrès de la technique, pour mettre au monde une nouvelle gamme de synthétiseurs d'avant-garde. Ainsi, cette année, nous pouvions découvrir, d'abord à Francfort, ensuite à Paris, la nouvelle série DX, soit trois modèles de synthétiseurs digitaux : le DX1, le DX7 et le DX9. Deux caractéristiques inédites font que ces instruments sortent des sentiers battus. D'abord, nous trouvons un système de générateurs sonores jamais utilisé dans le domaine musical ; basé sur la modulation de fréquence selon la technique de l'algorithme. Ensuite, le traditionnel générateur d'enveloppe ADR ou ADSR est remplacé par un nouveau système aux réglages plus nombreux et plus précis, permettant d'obtenir une multitude de contours, aussi intéressants que variés. Voilà pour l'inédit. Reste à mentionner les autres caractéristiques communes des synthétiseurs DX, qui font le charme de ces instruments. Les DX, nous l'avons déjà dit, sont polyphoniques ; ce que nous n'avons pas précisé c'est que cette polyphonie atteint 16 voix pour les deux modèles DX7 et DX9 et 32 voix pour l'instrument haut de gamme DX1. On est loin des 8 voix classiques des synthétiseurs digitaux courants, Portasound et autres mini-claviers.

Pour conserver les sonorités élaborées sur ces instruments, le musicien dispose d'un certain nombre de mémoires vives, capables de retenir les principaux paramètres de ces sons (c'est-à-dire timbres, enveloppes et modulations).

Ainsi, sur le DX1, leader de la gamme DX, soixante éléments spécifiques du son peuvent être mémorisés en même temps pour constituer un des 64 sons programmables que peut conserver l'appareil, même à l'arrêt.

Sur les synthétiseurs DX7 et DX9, les possibilités de programmation ont été réduites pour pouvoir commercialiser ces instruments à un prix compétitif. D'une part, les programmes sont moins nombreux, d'autre part, les paramètres mémorisables sont limités au strict minimum. Pour le DX7, nous ne trouvons plus que 32 mémoires avec 26 paramètres pris en compte ; tandis que le DX9, benjamin de la famille, se contente de 20 programmes enregistrant chacun les vingt paramètres les plus importants du son.

Le nombre de mémoires disponibles n'a d'ailleurs qu'une importance relative puisqu'il ne détermine que le nombre de sonorités stockées en permanence dans l'appareil, et rappelables à tout instant par le musicien. Les mémoires sont particulièrement utiles pour la scène où les changements de sonorités doivent s'opérer rapidement. En studio et à la maison, le nombre de sonorités mémorisables est pratiquement rendu illimité grâce à l'interface magnétophone ou aux cartouches qui permettent de transférer le contenu des mémoires sur des cassettes pour les stocker facilement et les utiliser ultérieurement en procédant à l'opération inverse.

Pour que les sonorités soient encore plus naturelles et plus attrayantes, les deux modèles haut de gamme de la série DX, sont équipés d'un clavier expressif permettant d'obtenir des nuances diverses. La sensibilité de ces claviers est même double car deux effets différents peuvent être contrôlés par les capteurs du clavier, simultanément ou presque, et indépendamment. Le premier effet consiste en une détection de vélocité, c'est-à-dire une appréciation du temps mis par les touches pour s'enfoncer. Cette mesure, propre aux synthétiseurs, correspond sensiblement à la force de frappe exercée sur le clavier ; c'est en quelque sorte l'équivalent électrique des nuances "piano" ou "forte" des pianos , avec la différence qu'ici, le système peut servir à modifier d'autres paramètres que l'amplitude du son.



Le deuxième système exploitant le jeu du clavier pour moduler harmonieusement les sons est le système "after touch" ou "second touch", utilisant des tensions proportionnelles à la pression exercée sur une note, après son enfoncement. Les variations de pressions, transformées en variations de tensions, sont utilisées à volonté pour le contrôle d'un paramètre quelconque, comme sur un synthétiseur analogique. En général, le système "after touch" sert surtout au vibrato, plus exceptionnellement aux modifications du timbre.

Pour compléter l'effet sensitif des claviers, les synthétiseurs DX peuvent également être rendus expressifs au moyen du "breath controler" BC1. Il s'agit d'une embouchure spéciale, inspirée des instruments à vent, saxophone, par exemple, et qui permet de modifier la sonorité ou le volume du synthétiseur en fonction du souffle. Cette possibilité est très intéressante car elle laisse les mains libres pour d'autres manipulations.

Parmi les autres particularités remarquables des DX, il reste encore à signaler la possibilité de connection à un micro-ordinateur pour gérer des programmes ou programmer des séquences. Les DX font d'ailleurs partie d'un ensemble musical qui devrait comprendre un séquenceur digital polyphonique et une extension clavier pour un contrôle à distance (remote control).

PRINCIPE DE LA GENERATION SONORE PAR TECHNIQUE FM

La FM ou modulation de fréquence est un procédé exploité depuis longtemps en électronique, dans les systèmes de liaisons radio par exemple. Dans les synthétiseurs classiques, on utilise la FM pour moduler la hauteur des sons : c'est le principe de base du vibrato. Jusqu'à présent, à part chez Yamaha, la modulation de fréquence n'était pas employée pour générer des sons mais seulement pour les animer. Depuis quelques années, des études ont été effectuées dans ce domaine par les techniciens de Yamaha et ces recher-

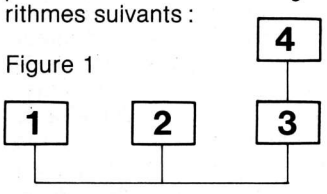
Avec la gamme DX les synthés à 100 000 F l'année dernière valent 10 000 F aujourd'hui

ches ont abouti sur les synthétiseurs DX, en passant par les célèbres synthétiseurs GS. Le principe, bien plus performant que les techniques analogiques anciennes ou digitales actuelles est également appliqué (mais avec des possibilités moindres) aux orgues électroniques, FX-10 et FX-20.

Sur les synthétiseurs analogiques, nous trouvons normalement ùn ou deux générateurs sonores, VCO ou DCO, offrant diverses formes d'ondes plus ou moins riches en harmoniques et toujours utilisés de la même façon : en mode parallèle ; c'est-à-dire que les sons s'additionnent mais n'ont pas d'action les uns sur les autres.

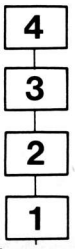
Sur les DX, les générateurs sonores sont plus nombreux et portent le nom d'opérateurs. Chaque opérateur a une forme d'onde initiale de type sinusoïdal, dénuée d'harmoniques, un peu comme l'onde triangulaire des VCO. Les opérateurs, au nombre de 6 ou 4, peuvent être utilisés en parallèle ou en série (ou les deux en même temps) et on appelle algorithme leur mode d'assemblage. Dans le cas d'un assemblage "série", le signal d'un opérateur agit sur un autre, qui ne délivre plus alors d'onde sinusoïdale, mais un signal complexe, semblable un peu au produit d'un modulateur en anneaux mais conservant les caractéristiques de fréquence (hauteur des notes) de deux générateurs initiaux. Avec quatre opérateurs par exemple, il est possible de réaliser les algorithmes suivants :

Figure 1



Dans ce cas (figure 1), les générateurs 1, 2 et 3 sont en parallèle et se comportent comme trois VCO, asservis par le même clavier. Les deux premiers auront un son sinusoïdal, tandis que le troisième, modulé par l'opérateur quatre, délivrera une onde un peu plus complexe, équivalant à une forme d'onde standard (carrée, dent de scie, etc.) qui aurait subi un filtrage. L'amplitude et la fréquence des opérateurs pourront, bien entendu, et c'est là l'intérêt du système, être réglées séparément.

Figure 2



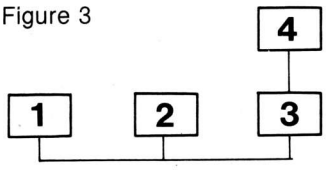
Dans l'exemple suivant (figure 2) les quatres opérateurs sont utilisés en série ; le premier modulant le deuxième, le deuxième modulant le troisième et ainsi de suite. Seul le son du dernier est utilisé, ce qui explique que dans cette configuration (algorithme), nous ne trouvons qu'une seule sortie. Cet algorithme équivaut à un seul générateur mais délivrant un signal très complexe qu'il ne serait absolument pas possible de produire avec une association raisonnable de VCO ou DCO utilisés de façon conventionnelle.

De plus, comme nous le verrons plus loin, l'enveloppe de chaque opérateur est indépendante, ce qui fait que les timbres peuvent évoluer dans le temps de façon très compliquée pour produire des sonorités surprenantes en quantité pratiquement illimitée.

Nous allons voir maintenant des exemples concrets d'utilisation des algorithmes du DX7, tels que nous les propose le constructeur.

Avnt de voir un exemple concret, il convient de définir les règles de base de programmation. Considérons par exemple l'algorithme suivant du DX7 (figure 3) :

Figure 3



Nous pouvons remarquer que le système à quatre sorties équivaut à quatre générateurs sonores, deux d'entre eux utilisant deux opérateurs pour produire des sons plus complexes que les deux autres.

1re règle :

le son caractéristique d'un algorithme dépend de la façon dont sont interconnectés les six opérateurs. Un opérateur non modulé par un autre produit un signal sinusoïdal appelé "porteuse". Un opérateur modulé par un autre, appelé "modificateur" produit un signal plus complexe, dépendant de la fréquence du signal de modulation et de sa forme d'onde (le modificateur peut délivrer une onde sinusoïdale ou complexe), s'il est lui-même modulé par un troisième opérateur ou par lui-même).

2e règle :

le son d'un algorithme dépend de l'amplitude de chaque porteuse. Les porteuses sont générées par les opérateurs placés sur la ligne du bas. Le signal résultant sera donc la somme des signaux délivrés par les opérateurs à condition que ces derniers ne soient pas utilisés en tant que modificateurs. Dans l'exemple précédent, le son aura pour amplitude la somme des signaux délivrés par les opérateurs 1, 2, 3 et 5.

3e règle :

le timbre dépend essentiellement des modificateurs et plus particulièrement du taux (profondeur) auquel ils modulent les porteuses ; c'est-à-dire que le niveau de sortie des modificateurs est un des éléments qui déterminera la richesse du timbre.

La coloration du son est aussi étroitement liée au rapport de fréquence entre porteuse et modulation, ce rapport déterminant la (ou les) harmonique(s) du signal.

4e règle :

les enveloppes, beaucoup plus précises que celles des traditionnels générateurs, type ADSR, peuvent être appliquées individuellement à chacun des opérateurs entrant dans la constitution d'un algorithme. Cette possibilité équivaut aux effets obtenus avec les VCF possédant leur propre générateur d'enveloppe, qui permettent de réaliser des timbres évoluant dans le temps, par modification de la bande passante des filtres. Ici, chaque élément sonore constituant un timbre, porteuse ou modulation, peut évoluer indépendamment des autres. En raison du nombre impressionnant de combinaisons possibles avec 6 opérateurs, on peut se rendre compte de la richesse de l'instrument, non seulement en timbres figés, mais encore en timbres évolutifs d'une complexité extrême, difficilement imitables par d'autres instruments beaucoup plus onéreux.

Comme exemple concret, nous avons choisi, pour illustrer toute cette théorie barbare, la réalisation d'un son de cuivres superposés à un carillon. L'algorithme utilisé est le suivant (figure 4) :

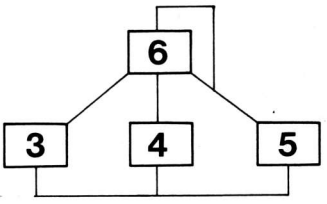


Figure 4

On distingue nettement deux parties : A et B, fonctionnant comme deux ensembles de générateurs indépendants. Le groupe A, constitué des opérateurs 1 et 2 est utilisé pour la synthèse du carillon. L'opérateur 1, modulé par l'opérateur 2, produit une onde relativement simple mais caractéristique d'un

carillon, si les enveloppes respectives de ces opérateurs ont été programmées correctement (enveloppes de type percussif). Le timbre spécifique du carillon, habituellement obtenu avec un modulateur en anneau, est reproduit ici en choisissant un rapport de fréquence convenable entre les opérateurs 1 et 2. Un rapport de fréquence égal à 7 par exemple, convient très bien. L'opérateur 2 peut être réglé à 7 tandis que l'opérateur 1 est programmé à 1. Si on règle respectivement ces deux opérateurs à 14 et à 2 (même rapport), le timbre sera semblable mais les notes seront deux fois plus aiguës.

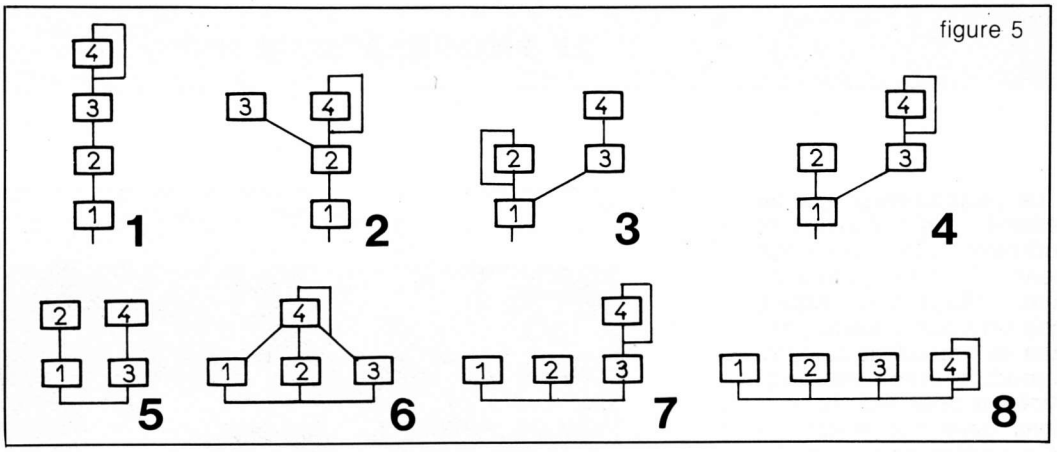
La partie B de l'algorithme correspond à la section cuivres. On peut distinguer trois générateurs fonctionnant en parallèle et possédant une modulation commune, rebouclée sur elle-même.

Les trois générateurs (opérateurs 3, 4 et 5) fonctionnent de façon identique, et avec la même enveloppe pour simplifier le problème. Cela donne déjà un gros son que l'on peut agrémenter d'un effet d'ensemble en désaccordant légèrement les opérateurs entre eux. La forme d'onde physique des cuivres (en dent de scie) est obtenue à partir d'une modulation particulière à l'aide de l'opérateur 6 dont le signal de sortie est modifié par une rétroaction (l'opérateur 6 se module lui-même). Nous retrouverons d'ailleurs cette configuration intéressante dans de nombreux algorithmes du DX7 et des autres DX.

Petite précision importante, le rapport de fréquence entre les porteuses et l'opérateur 6 doit être de 1/1. Avant d'étudier en détail les circuits générateurs d'enveloppes, nous allons conclure le paragraphe sur les algorithmes avec quelques précisions supplémentaires : les algorithmes sont des agencements fixes d'opérateurs entre eux, chacun produisant un son ou une superposition de sons spécifiques. Pour augmenter davantage les possibilités offertes par les algorithmes ou les adapter à ses besoins, il est possible d'utiliser, pour chacun, une partie seulement des opérateurs. D'autre part, nous ne pouvons que vous laisser imaginer les possibilités énormes du DX1 qui possède deux groupes de 6 opérateurs par algorithme, plus qu'il n'en faut pour rivaliser avec les sons doubles de quelques synthétiseurs concurrents.

A titre indicatif, la figure 5 représente les 8 algorithmes du DX9. On y retrouve entre autres (algorithme 6) la figure servant à réaliser les cuivres de l'exemple précédent.

figure 5



LES GENERATEURS D'ENVELOPPE

Pour le plus grand bien de ses clients, Yamaha a renoncé au traditionnel générateur d'enveloppe de type ADSR, avec ses paramètres "attaque", "retombée", "maintien" et "relâchement". A la place, nous trouvons un système beaucoup plus souple où chaque segment d'enveloppe est caractérisé par un niveau et une pente déterminant le temps mis pour passer d'un niveau au suivant. Cela donne le diagramme ci-contre (figure 6) où nous pouvons retrouver une enveloppe classique dessinée avec plus de précision. Dans le cas du carillon précédent, nous programmerons pour l'opérateur 1 l'enveloppe suivante (figure 7), représentée en gras. Les paramètres R4 (rate = taux) et L4 (level = niveau) correspondent exactement au paramètre "release" usuel. Si la note est jouée rapidement, nous aurons une extinction longue (R4/L4) dès le relâchement de la touche. En revanche si la note est tenue, le son sera bref (R3/L3 imposant dans cet exemple, une extinction rapide, représentée en pointillés).

L'enveloppe de l'opérateur 2, dessinée en maigre sur le même schéma, n'intervient pas sur la durée ou l'amplitude du son mais sur le niveau de modulation de l'opérateur 1 par l'opérateur 2. Dans ce cas précis d'algorithme, l'enveloppe du générateur 2 détermine les variations du timbre pendant la durée de la note.

Pour la partie cuivre de l'exemple précédent, on pourra utiliser la même enveloppe pour les opérateurs 3, 4 et 5 assurant des fonctions identiques. On commencera par trouver l'enveloppe convenable pour l'opérateur 3 puis on reportera cette enveloppe automatiquement sur les autres opérateurs, ce qui simplifie le travail.

Voilà, les DX maintenant ne devraient plus constituer une énigme pour nos lecteurs.

Jean-Paul Verpeaux

figure 6

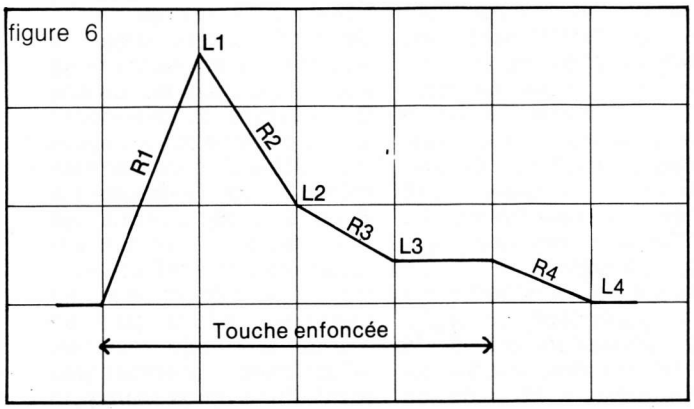


figure 7

