

TABLE DES MATIERES

1 - L'ACOUSTIQUE, BASE DE LA SYNTHÈSE SONORE	11
1.1 - Les fréquences et leurs étendues	11
1.2 - La progression logarithmique des fréquences	12
1.2.1 - Déterminer une fréquence	12
1.3 - Les spectres sonores	12
1.3.1 - Le timbre des sons musicaux : une loi incontournable d'harmonie universelle !	13
Les spectres harmoniques (sons musicaux, dits "périodiques")	13
Les spectres inharmoniques (bruits et sons non musicaux, dits "apériodiques")	14
Etendue et décroissance des fréquences harmoniques	14
1.3.2 - Cas particuliers de comportement harmonique	15
1.3.3 - Effets audibles des infrasons, et les ancêtres de la FM et de l'AM	15
1.3.4 - Visualisation d'une onde sonore	16
La visualisation du son : spectre ou forme d'onde ?	17
1.4 - L'évolution dans le temps	17
1.5 - Les transitoires	18
2 - BASES THEORIQUES DU SYNTHÉTISEUR ANALOGIQUE SOUSTRACTIF	19
2.1 - L'oscillateur	20
2.1.01 - Fréquence	20
2.1.02 - Forme d'onde	21
Signal sinusoïdal	22
Signal en "dent-de-scie"	23
Signal "carré"	23
Signaux rectangulaires et "pulse width" (PW : largeur d'impulsion)	24
Signal triangulaire	25
Des formes de "haute fidélité" ?	26
2.1.03 - Les tables d'ondes	27
2.1.04 - Superposition de formes	28
2.1.05 - Variation continue de forme (morphing)	28
2.1.06 - Synchronisation	28
Oscillateur maître à une fréquence supérieure à celle de l'oscillateur esclave	29
Oscillateur maître à une fréquence égale ou inférieure à celle de l'oscillateur esclave	29
2.1.07 - Effets d'ensemble et de chorus au niveau des oscillateurs	30
PWM (Pulse Width Modulation : modulation de largeur d'impulsion)	30
Les alternatives au PWM avec le signal en dent-de-scie	31
Effets de chorus	31
2.1.08 - Modulateur en anneau (ring modulator)	31
2.1.09 - Wave-folding (pliage d'onde)	32
2.1.10 - Les générateurs de bruit	33
2.2 - Les filtres	35
2.2.1 - Les différentes catégories de filtres	35
Filtre passe-bas (LP : low pass filter, élimination des fréquences supérieures)	35
Filtre-bas haut (HP : high pass filter, élimination des fréquences inférieures)	35
Filtre passe-bande (BP : band pass filter, élimination des fréquences de part et d'autre)	35
Filtre réjecteur de bande ("notch filter" ; élimination des fréquences au centre)	36
Filtre "en peigne" (comb filter)	36
2.2.2 - Visualisation de l'action des filtres	36
Forme et spectre d'un signal filtré (passe-bas et passe-haut)	36
2.2.3 - Les réglages des filtres	37
Fréquence de coupure (abréviation française : "Fc" ; cutoff frequency)	37
Pente de filtrage (slope)	37
Résonance	38
Oscillation d'un filtre	39
2.2.4 - Les formants	40
2.2.5 - La disposition des filtres (routage)	41
Filtres en série	41
Filtres en parallèle	42
2.2.6 - Pourquoi un son ne peut pas être dépourvu de fondamentale	42
2.3 - Le VCA (Voltage Controlled Amplifier)	43
2.4 - Le générateur d'enveloppe	44
2.4.1 - Les paramètres de l'Enveloppe	44
L'enveloppe classique, type ADSR (Attack, Decay, Sustain, Release)	44
Les enveloppes complexes	45
2.5 - Les modulations	45
2.5.1 - Suivi du clavier (Keyboard tracking)	45
2.5.2 - L.F.O. (Low frequency Oscillator)	46
Wave (Forme d'onde)	46
Fréquence	46
Delay	46
Synchronisation	47
2.5.3 - Le générateur de rampe (ramp)	47
2.5.4 - Bouclage d'enveloppe et LFO en "one shot"	47
2.6 - Les transformateurs de modulations	48
2.6.1 - "Sample and Hold" ("S/H" ; échantillonneur-bloqueur)	48

2.6.2 - Portamento	48
2.6.3 - Lisseur de courbes.....	48
2.6.4 - Inverseur de polarité	49
2.6.5 - Wave shaping	49
3 - BASES PRATIQUES DE LA SYNTHÈSE SOUSTRACTIVE	51
3.1 - Les grandes familles de sons par forme d'onde	51
3.2 - Premières ébauches de l'évolution du son par l'enveloppe	51
3.3 - Travail du timbre par le filtrage.....	51
3.3.1 - Limites imposées par le filtre passe-bas.....	51
3.3.2 - Utilité du filtre passe-haut.....	52
3.3.3 - La résonance	52
3.4 - Effets réalisables par l'Enveloppe.....	53
3.4.1 - Enveloppe vers les filtres sans résonance	53
3.4.2 - Enveloppe vers les filtres avec résonance.....	53
3.4.3 - Enveloppe vers les VCO (ou vers un filtre en oscillation)	54
Fréquence stabilisée (son musical)	54
Fréquence peu ou pas stabilisée (bruitage)	54
3.4.4 - Les enveloppes inversées.....	54
4 - ELABORATION DE SONS.....	55
4.1 - Paramétrages de sons et effets	55
4.1.1 - Quelques grands classiques de la synthèse soustractive	55
Effets d'ensemble : le principe des nappes	55
Dynamique appliquée au filtre ou aux oscillateurs : les cuivres	56
Dynamique appliquée au filtre : les cordes pincées et frappées.....	57
Transitoires d'attaque en fréquence fixe : du réalisme en plus.....	58
Transitoire de fin : le cas spécial du clavecin	59
La dynamique - ou sa contradiction ! - pour les sons de basses	59
Astuce : double déclenchement au clavier pour mini séquences de basses.....	60
Lead en signal brut.....	61
Balayage harmonique (ambiance science-fiction)	61
Balayage harmonique aléatoire par S/H (autre ambiance de science-fiction).....	62
Balayage harmonique par synchro d'oscillateurs : le lead "wac-wac"	62
Percussion électro par balayage de fréquence	62
Formant avec filtrage des harmoniques : le cor anglais	62
Formant avec filtrage de la fondamentale : la bombarde bretonne.....	63
Formant vocal (approche)	63
Effets de souffle et de chuintement : le tuyau d'orgue.....	64
4.1.2 - Les modulations en basse fréquence	65
Son : Gargouillis galactique.....	65
Sons avec harmoniques cycliques	66
Sons avec accords préparés.....	67
4.1.3 - Le bruit.....	67
Bruit avec résonance de filtre : le vent.....	67
Bruit avec enveloppe séparée pour le filtre : la mer	68
Bruit avec enveloppe séparée pour le filtre : locomotive à vapeur	69
Bruit faiblement saturé : la pluie	70
Bruit fortement saturé : bruit de bottes et claquements de mains	70
Bruit fortement saturé avec enveloppe de filtrage indépendante : l'orage	71
Bruit à basses fréquences : tremblement de terre	72
Bruit utilisé comme modulateur : orgue à vapeur	72
Bruit utilisé comme générateur aléatoire d'événements.....	73
4.2 - La FM analogique, un univers peu exploité !.....	75
4.2.1 - Difficultés inhérentes à la FM analogique.....	75
FM exponentielle et FM linéaire	75
4.2.2 - La FM avec des signaux externes.....	75
4.2.3 - FM avec des formes riches en harmoniques, un mieux ennemi du bien	75
4.2.4 - Une FM atypique : la "cFM"	75
4.2.5 - Vers le "full FM" analogique !.....	77
Harmoniques et vibrations : grosse cloche	77
Harmoniques et vibrations : "didjeridoo laser"	78
5 - TRAITER UN SIGNAL AUDIO	79
5.1 - Les bases du traitement de signal externe.....	79
5.2 - Application au processeur de signal du MS-20	80
5.2.1 - Utilisations détournées.....	81
Effet de saturation	81
Créer un troisième oscillateur !.....	81
Son : "Mars Attack"	82
Son : "Jurassic Park" :	83
5.3 - Travailler par patch ou matrice	84
6 - CONNECTIONS ENTRE DIFFÉRENTS SYNTHÉTISEURS	85
6.1 - Plages d'évolution ; polarité / bipolarité	85
6.2 - La tension entre le clavier et l'oscillateur	85
6.3 - Les tensions de déclenchement	86
Le Voltage-Trig (V-Trig), plutôt appelé "gate" dans les premières années des synthétiseurs	86

Le Switch-Trig (S-Trig), plutôt appelé “trigger” dans les premières années des synthétiseurs ..	86
Le Trigger	86
Compatibilités avec des tensions variables	86
6.4 - Tableau comparatif des plages de déclenchement de modèles vintage	87
6.5 - Connexion avec tout et n'importe quoi !	87
7 - LA MODULATION DE FRÉQUENCE EN GENERAL	93
7.1 - Un principe vieux comme le monde	93
7.2 - Base de la synthèse FM	94
7.3 - Le spectre de la FM	95
8 - LA REPRESENTATION DES ALGORITHMES : DX CONTRE FM8	99
9 - DX7 : ORGANISATION INTERNE	101
10 - MODE EDIT	103
10.1 - Nom des touches du pavé principal	103
10.1.1 - Edit/Compare (Edition/Comparaison)	103
10.2 - Les réglages de fréquence des opérateurs	103
10.2.1 - Touche 18 : Frequency coarse (Accord large)	103
10.2.2 - Touche 19 : Frequency fine (Accord fin)	104
10.2.3 - Touche 20 : Detune (Désaccord)	105
10.2.4 - Touche 17 : Mode	106
10.3 - Autres contrôles des opérateurs	107
10.3.1 - Touche 27 : Output level (Niveau de sortie)	107
10.3.2 - Touche 17 : Sync (Synchronisation)	107
10.4 - E.G. (Générateur d'enveloppe)	108
10.4.1 - Touche 21 : Rate (Vitesse)	108
10.4.2 - Touche 22 : Level (Niveau)	109
10.4.3 - Usage conjoint de Rate et Level	110
10.4.4 - Le problème des niveaux dans le DX	111
10.4.5 - Utiliser une enveloppe sur un modulateur	112
10.5 - Keyboard Level Scaling (Influence de niveau par le clavier)	112
10.5.1 - Touches 23, 24 et 25 : Break Point, Curve, Depth (Point de scission, courbe, amplitude)	112
10.5.2 - Difficultés particulières avec l'expressivité (Mod sensitivity / Amplitude)	113
10.5.3 - Touche 26 : Keyboard Rate Scaling (échelonnage de vitesse par le clavier)	114
10.5.4 - Touche 28 : Key velocity sens. (Sensitivité à la vitesse)	115
10.5.5 - Le problème des niveaux dans le DX (rappel)	115
10.6 - Touche 7 : Algorithm	115
10.7 - Touche 8 : Feedback (Bouclage)	115
10.8 - Le L.F.O. (Oscillateur basse fréquence)	116
10.8.1 - Touche 9 : Wave (Forme d'onde)	116
10.8.2 - Touche 10 : Speed (Vitesse)	117
10.8.3 - Touche 11 : Delay (Retard)	117
10.8.4 - Touche 12 : PMD (Pitch Modulation Depth) (Amplitude de modulation de hauteur)	117
10.8.5 - Touche 13 : AMD (Amplitude Modulation Depth) (Amplitude de modul. d'amplitude)	117
10.8.6 - Touche 14 : Sync. (Synchronisation)	117
10.9 - Mod. sensitivity (Sensitivité à la modulation)	117
10.9.1 - Touche 15 : Pitch (Hauteur)	117
10.9.2 - Touche 16 : Amplitude	117
10.10 - Pitch E.G. (Générateur d'enveloppe pour la hauteur)	118
10.10.1 - Touches 29 et 30 - Rate et Level	118
10.11 - Touche 31 : Key transpose	118
10.12 - Touche 32 : Voice name	119
11 - MODE FONCTION : LES FONCTIONS MUSICALES DU DX7	121
11.1 - Contrôles sensitifs	121
11.1.1 - Touches 17 à 32 (molette, pédale, breath control, after-touch)	121
11.1.2 - Touche 2 : Poly/Mono	121
11.2 - Pitch bend (courbure de hauteur)	121
11.2.1 - Touche 3 : Range	121
11.2.2 - Touche 4 : Step (Pas)	121
11.3 - Portamento	121
11.3.1 - Touche 5 : mode monophonique	121
11.3.2 - Touche 5 : mode polyphonique	121
11.3.3 - Touche 6 : Glissando	122
11.3.4 - Touche 7 : Time	122
12 - MODE FONCTION : FONCTIONS NON MUSICALES DU DX7	123
12.1.1 - Touche 9 : Edit recall (Rappel de la recherche)	123
12.1.2 - Touche 10 : Voice init. (Initialisation du son)	123
12.1.3 : Touches 11, 12 et 13 : Cartridge form. (formatage de la cartouche)	123
12.1.4 - Touche 14 : Battery check (vérification de la pile du DX)	123
12.1.5 - Touches 15 et 16 : Save ; Load - Transfert d'une banque complète sur cartouche	124
13 - LE MIDI DU DX7	125
14 - BASES DE LA CRÉATION D'UN SON F.M.	127

14.1 - Pourquoi il importe de s'exercer exclusivement avec des sinusoides	127
14.2 - Algorithme, harmonique et transitoire	128
14.3 - Réglage des enveloppes	130
14.3.1 - Elimination des clics parasites	131
14.3.2 - Les enveloppes des modulateurs	131
14.3.3 - Manipulations élémentaires	131
14.3.4 - Coloration du timbre.....	132
14.4 - Première ébauche	132
14.5 - Généralités sur les algorithmes	132
14.6 - Un renversement de rôle : les «porteurs harmoniques»	134
14.7 - Combinaisons de porteurs harmoniques et porteurs fondamentaux.....	135
14.8 - Les catégories d'algorithmes	135
14.8.1 - Trois règles générales	135
14.8.2 - Les sections d'algorithmes selon la sérigraphie DX-7	136
15 - AFFINAGE D'UN SON F.M.....	139
15.1 - Équilibrage du clavier	139
15.2 - Simuler un splitage de clavier.....	140
15.3 - Rapidité d'enveloppe proportionnelle à la hauteur des notes.....	140
15.4 - Sensibilité à la vitesse d'attaque des notes (Key velocity sensitivity)	141
15.5 - Évolution cyclique de la hauteur dans le temps (LFO)	141
15.6 - Notes diverses	141
15.6.1 - La copie d'enveloppes.....	141
15.6.2 - Influence inattendue des courbes de clavier sur les enveloppes	142
15.6.3 - Les états 0 et 1 (on/off) des opérateurs	142
15.7 - Programmation de la sensibilité	142
16 - TOUJOURS PLUS LOIN... ..	143
16.1 - Effets d'ensemble	143
16.1.1 - Effets d'ensemble avec "Detune"	143
16.1.2 - Effets d'ensemble avec vibratos indépendants (fréquences fixe modulatrices).....	144
16.1.3 - Effet d'ensemble avec porteurs à basse fréquence (fréquences fixes porteuses)	145
16.1.4 - Simulation de PWM	148
16.2 - Équilibre du spectre.....	148
16.2.1 - Le feedback.....	150
16.2.2 - Les formants.....	151
16.3 - Plus loin avec des approches de Chorus, de Phasing, et de "PWM"	153
16.4 - Obtenir un son "vivant" et évocateur	155
16.5 - Les sons abstraits.....	156
16.5.1 - Imiter l'analogique	157
16.6 - Utilisation subtile de la saturation FM	160
16.6.1 - Création et utilisation de pseudo bruit "bleu"	160
16.6.2 - Événements cycliques spontanés.....	161
16.7 - Les interférences d'harmoniques	162
16.8 - Des fuites dans la FM !	163
17 - LA SAUVEGARDE	165
18 - PATCHER UN DX AVEC UN ANALOGIQUE ?!	167
19 - SONS	169
Compléments documentaires.....	174