

## TABLE DES MATIERES

<b>1 - L'ACOUSTIQUE, BASE DE LA SYNTHÈSE SONORE.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 - Les fréquences et leurs étendues.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 - La progression logarithmique des fréquences.....</b>	<b>14</b>
1.2.1 - Déterminer une fréquence.....	14
<b>1.3 - Les spectres sonores.....</b>	<b>14</b>
1.3.1 - Le timbre des sons musicaux : une loi incontournable d'harmonie universelle !.....	15
Les spectres harmoniques (sons musicaux, dits "périodiques").....	15
Les spectres inharmoniques (bruits et sons non musicaux, dits "apériodiques").....	16
Etendue et décroissance des fréquences harmoniques.....	16
1.3.2 - Cas particuliers de comportement harmonique.....	17
1.3.3 - Effets audibles des infrasons, et les ancêtres de la FM et de l'AM.....	17
1.3.4 - Visualisation d'une onde sonore.....	18
La visualisation du son : spectre ou forme d'onde ?.....	18
<b>1.4 - L'évolution dans le temps.....</b>	<b>19</b>
<b>1.5 - Les transitoires.....</b>	<b>20</b>
<b>2 - LES GRANDES ETAPES HISTORIQUES DU SON.....</b>	<b>21</b>
<b>3 - LES CATEGORIES TECHNIQUES DE SYNTHETISEURS.....</b>	<b>24</b>
<b>4 - BASES THEORIQUES DU SYNTHETISEUR ANALOGIQUE SOUSTRACTIF.....</b>	<b>27</b>
<b>4.1 - L'oscillateur.....</b>	<b>28</b>
4.1.01 - Fréquence.....	28
4.1.02 - Forme d'onde.....	29
Signal sinusoïdal.....	30
Signal en "dent-de-scie".....	31
Signal "carré".....	31
Signaux rectangulaires et "pulse width" (PW : largeur d'impulsion).....	32
Signal triangulaire.....	33
Des formes de "haute fidélité" ?.....	34
4.1.03 - Les tables d'ondes.....	35
4.1.04 - Superposition de formes.....	35
4.1.05 - Variation continue de forme (morphing).....	36
4.1.06 - Synchronisation.....	36
Oscillateur maître à une fréquence supérieure à celle de l'oscillateur esclave.....	37
Oscillateur maître à une fréquence égale ou inférieure à celle de l'oscillateur esclave.....	37
4.1.07 - Effets d'ensemble et de chorus au niveau des oscillateurs.....	38
PWM (Pulse Width Modulation : modulation de largeur d'impulsion).....	38
Les alternatives au PWM avec le signal en dent-de-scie.....	39
Effets de chorus.....	39
4.1.08 - Modulateur en anneau (ring modulator).....	39
4.1.09 - Wave-folding (pliage d'onde).....	40
4.1.10 - Les générateurs de bruit.....	41
<b>4.2 - Les filtres.....</b>	<b>43</b>
4.2.1 - Les différentes catégories de filtres.....	43
Filtre passe-bas (HP : low pass filter, élimination des fréquences supérieures).....	43
Filtre-bas haut (HP : high pass filter, élimination des fréquences inférieures).....	43
Filtre passe-bande (BP : band pass filter, élimination des fréquences de part et d'autre).....	43
Filtre réjecteur de bande ("notch filter" ; élimination des fréquences au centre).....	43
4.2.2 - Visualisation de l'action des filtres.....	44
Forme et spectre d'un signal filtré (passe-bas et passe-haut).....	44
4.2.3 - Les réglages des filtres.....	45
Fréquence de coupure (abréviation française : "Fc" ; cutoff frequency).....	45
Pente de filtrage (slope).....	45
Résonance.....	46
Oscillation d'un filtre.....	47
4.2.4 - Les formants.....	48
4.2.5 - La disposition des filtres (routage).....	49
Filtres en série.....	49
Filtres en parallèle.....	50
4.2.6 - Pourquoi un son ne peut pas être dépourvu de fondamentale.....	50
<b>4.3 - Le VCA (Voltage Controlled Amplifier).....</b>	<b>51</b>
<b>4.4 - Le générateur d'enveloppe.....</b>	<b>52</b>
4.4.1 - Les paramètres de l'Enveloppe.....	52
L'enveloppe classique, type ADSR (Attack, Decay, Sustain, Release).....	52
Les enveloppes complexes.....	53
<b>4.5 - Les modulations.....</b>	<b>53</b>
4.5.1 - Suivi du clavier (Keyboard tracking).....	53

4.5.2 - L.F.O. (Low frequency Oscillator).....	54
Wave (Forme d'onde).....	54
Fréquence.....	54
Delay.....	55
Synchronisation.....	55
4.5.3 - Le générateur de rampe (ramp).....	55
4.5.4 - Bouclage d'enveloppe et LFO en "one shot".....	55
<b>4.6 - Les transformeurs de modulations.....</b>	<b>56</b>
4.6.1 - "Sample and Hold ("S/H" ; échantillonneur-bloqueur).....	56
4.6.2 - Portamento.....	56
4.6.3 - Lisseur de courbes.....	56
4.6.4 - Inverseur de polarité.....	57
4.6.5 - Wave shaping.....	57
<b>5 - BASES PRATIQUES DE LA SYNTHÈSE SOUSTRACTIVE.....</b>	<b>59</b>
5.1 - Les grandes familles de sons par forme d'onde.....	59
5.2 - Premières ébauches de l'évolution du son par l'enveloppe.....	59
5.3 - Travail du timbre par le filtrage.....	59
5.3.1 - Limites imposées par le filtre passe-bas.....	59
5.3.2 - Utilité du filtre passe-haut.....	60
5.3.3 - La résonance.....	60
5.4 - Effets réalisables par l'Enveloppe.....	61
5.4.1 - Enveloppe vers les filtres sans résonance.....	61
5.4.2 - Enveloppe vers les filtres avec résonance.....	61
5.4.3 - Enveloppe vers les VCO (ou vers un filtre en oscillation).....	62
Fréquence stabilisée (son musical).....	62
Fréquence peu ou pas stabilisée (bruitage).....	62
5.4.4 - Les enveloppes inversées.....	62
<b>6 - ELABORATION DE SONS.....</b>	<b>63</b>
6.1 - Paramétrages de sons et effets.....	63
6.1.1 - Quelques grands classiques de la synthèse soustractive.....	63
Effets d'ensemble : le principe des nappes.....	63
Dynamique appliquée au filtre ou aux oscillateurs : les cuivres.....	64
Dynamique appliquée au filtre : les cordes pincées et frappées.....	65
Transitoires d'attaque en fréquence fixe : du réalisme en plus.....	66
Transitoire de fin : le cas spécial du clavecin.....	67
La dynamique - ou sa contradiction ! - pour les sons de basses.....	67
Astuce : double déclenchement au clavier pour mini séquences de basses.....	68
Lead en signal brut.....	69
Balayage harmonique (ambiance science-fiction).....	69
Balayage harmonique aléatoire par S/H (autre ambiance de science-fiction).....	70
Balayage harmonique par synchro d'oscillateurs : le lead "wac-wac".....	70
Percussion électro par balayage de fréquence.....	70
Formant avec filtrage des harmoniques : le cor anglais.....	70
Formant avec filtrage de la fondamentale : la bombarde bretonne.....	71
Formant vocal (approche).....	71
Effets de souffle et de chuintement : le tuyau d'orgue.....	72
6.1.2 - Les modulations en basse fréquence.....	72
Son : Gargouillis galactique.....	73
Sons avec harmoniques cycliques.....	74
Sons avec accords préparés.....	74
6.1.3 - Le bruit.....	75
Bruit avec résonance de filtre : le vent.....	75
Bruit avec enveloppe séparée pour le filtre : la mer.....	76
Bruit avec enveloppe séparée pour le filtre : locomotive à vapeur.....	77
Bruit faiblement saturé : la pluie.....	77
Bruit fortement saturé : bruit de bottes et claquements de mains.....	78
Bruit fortement saturé avec enveloppe de filtrage indépendante : l'orage.....	79
Bruit à basses fréquences : tremblement de terre.....	79
Bruit utilisé comme modulateur : orgue à vapeur.....	79
Bruit utilisé comme générateur aléatoire d'événements.....	80
6.2 - La FM analogique, un univers peu exploité !.....	81
6.2.1 - Difficultés inhérentes à la FM analogique.....	81
FM exponentielle et FM linéaire.....	81
6.2.2 - La FM avec des signaux externes.....	81
6.2.3 - FM avec des formes riches en harmoniques, un mieux ennemi du bien.....	81
6.2.4 - Une FM atypique : la "cFM".....	81
6.2.5 - Vers le "full FM" analogique !.....	83
Harmoniques et vibrations : grosse cloche.....	83
Harmoniques et vibrations : "didjeridoo laser".....	84

<b>7 - TRAITER UN SIGNAL AUDIO.....</b>	<b>85</b>
7.1 - Les bases du traitement de signal externe.....	85
7.2 - Le processeur de signal du MS-20.....	86
7.2.1 - Utilisations détournées.....	87
Effet de saturation.....	87
Créer un troisième oscillateur !.....	87
Son : "Mars Attack".....	88
Son : "Jurassic Park" :.....	89
7.3 - Travailler par patch ou matrice.....	90
7.4 - Connexions entre différents synthétiseurs.....	90
7.4.1 - Plages d'évolution.....	90
7.4.2 - La tension entre le clavier et l'oscillateur.....	91
7.4.3 - Les tensions de déclenchement.....	91
Le Voltage-Trig (V-Trig) ou Gate.....	91
Le Switch-Trig (S-Trig).....	91
Le Trigger.....	91
7.4.4 - Tableau comparatif des plages de déclenchement de modèles vintage.....	92
7.4.5 - Connexion avec tout et n'importe quoi !.....	92
<b>8 - CHOISIR UN SYNTHETISEUR ANALOGIQUE.....</b>	<b>93</b>
<b>9 - LIENS FRANCOPHONES SUR LES SYNTHES ANALOGIQUES.....</b>	<b>95</b>
<b>10 - LA MODULATION DE FRÉQUENCE EN GENERAL.....</b>	<b>101</b>
10.1 - Un principe vieux comme le monde.....	101
10.2 - Base de la synthèse FM.....	102
10.3 - Le spectre de la FM.....	103
<b>11 - LA REPRESENTATION DES ALGORITHMES : DX CONTRE FM8.....</b>	<b>107</b>
<b>12 - MODE EDIT : ORGANISATION D'UN DX.....</b>	<b>109</b>
12.1 - Nom des touches du pavé principal.....	110
12.1.1 - Edit/Compare (Edition/Comparaison).....	110
12.2 - Les réglages de fréquence des opérateurs.....	111
12.2.1 - Touche 18 : Frequency coarse (Accord large).....	111
12.2.2 - Touche 19 : Frequency fine (Accord fin).....	111
12.2.3 - Touche 20 : Detune (Désaccord).....	112
12.2.4 - Touche 17 : Mode.....	113
12.3 - Autres contrôles des opérateurs.....	114
12.3.1 - Touche 27 : Output level (Niveau de sortie).....	114
12.3.2 - Touche 17 : Sync (Synchronisation).....	114
12.4 - E.G. (Générateur d'enveloppe).....	115
12.4.1 - Touche 21 : Rate (Vitesse).....	115
12.4.2 - Touche 22 : Level (Niveau).....	116
12.4.3 - Usage conjoint de Rate et Level.....	117
12.4.4 - Le problème des niveaux dans le DX.....	118
12.4.5 - Utiliser une enveloppe sur un modulateur.....	119
12.6 - Keyboard Level Scaling (Influence de niveau par le clavier).....	119
12.6.1 - Touches 23, 24 et 25 : Break Point, Curve, Depth (Point de scission, courbe, amplitude).....	119
12.6.2 - Difficultés particulières avec l'expressivité (Mod sensitivity / Amplitude).....	121
12.6.3 - Touche 26 : Keyboard Rate Scaling (échelonnage de vitesse par le clavier).....	122
12.6.4 - Touche 28 : Key velocity sens. (Sensitivité à la vélocité).....	122
12.6.5 - Le problème des niveaux dans le DX (rappel).....	122
12.7 - Touche 7 : Algorithm.....	123
12.8 - Touche 8 : Feedback (Bouclage).....	123
12.9 - Le L.F.O. (Oscillateur basse fréquence).....	123
12.9.1 - Touche 9 : Wave (Forme d'onde).....	123
12.9.2 - Touche 10 : Speed (Vitesse).....	123
12.9.3 - Touche 11 : Delay (Retard).....	124
12.9.4 - Touche 12 : PMD (Pitch Modulation Depth) (Amplitude de modulation de hauteur).....	124
12.9.5 - Touche 13 : AMD (Amplitude Modulation Depth) (Amplitude de modul. d'amplitude).....	124
12.9.6 - Touche 14 : Sync. (Synchronisation).....	124
12.10 - Mod. sensitivity (Sensitivité à la modulation).....	124
12.10.1 - Touche 15 : Pitch (Hauteur).....	124
12.10.2 - Touche 16 : Amplitude.....	124
12.11 - Pitch E.G. (Générateur d'enveloppe pour la hauteur).....	126
12.11.1 - Touches 29 et 30 - Rate et Level.....	126
12.12 - Touche 31 : Key transpose.....	126
12.13 - Touche 32 : Voice name.....	126
<b>13 - MODE FONCTION : LES FONCTIONS MUSICALES.....</b>	<b>127</b>

13.1 - Contrôles sensitifs.....	127
13.1.1 - Touches 17 à 32 (molette, pédale, breath control, after-touch).....	127
13.1.2 - Touche 2 : Poly/Mono.....	127
13.2 - Pitch bend (courbure de hauteur).....	127
13.2.3 - Touche 3 : Range.....	127
13.2.4 - Touche 4 : Step (Pas).....	127
13.3 - Portamento.....	127
13.3.1 - Touche 5 : mode monophonique.....	127
13.3.2 - Touche 5 : mode polyphonique.....	127
13.3.3 - Touche 6 : Glissando.....	128
13.3.4 - Touche 7 : Time.....	128
14 - MODE FONCTION : FONCTIONS NON MUSICALES.....	129
14.1.1 - Touche 9 : Edit recall (Rappel de la recherche).....	129
14.1.2 - Touche 10 : Voice init. (Initialisation du son).....	129
14.1.3 - Touches 11, 12 et 13 : Cartridge form. (formatage de la cartouche).....	129
14.1.4 - Touche 14 : Battery check (vérification de la pile du DX).....	129
14.1.5 - Touches 15 et 16 : Save ; Load - Transfert d'une banque complète sur cartouche....	130
15 - MIDI.....	131
Notes diverses.....	131
16 - BASES DE LA CRÉATION D'UN SON.....	133
16.1 - Recherche des harmoniques.....	133
Pourquoi il importe de travailler exclusivement avec une sinusoïde.....	133
16.2 - Algorithme, harmonique et transitoire.....	134
16.3 - Réglage des enveloppes.....	136
16.3.1 - Elimination des clics parasites .....	137
16.3.2 - Les enveloppes des modulateurs.....	137
16.3.3 - Manipulations élémentaires.....	138
16.3.4 - Coloration du timbre.....	138
16.4 - Première ébauche.....	138
16.5 - Généralités sur les algorithmes.....	139
16.6 - Un renversement de rôle : les «porteurs harmoniques».....	140
16.7 - Combinaisons de porteurs harmoniques et porteurs fondamentaux.....	141
16.8 - Les catégories d'algorithmes.....	141
16.8.1 - Trois règles générales.....	141
16.8.2 - Les sections d'algorithmes selon la sérigraphie DX-7.....	142
17 - AFFINAGE D'UN SON.....	145
10.1 - Equilibrage du clavier.....	145
17.2 - Simuler un splitage de clavier.....	146
17.3 - Rapidité d'enveloppe proportionnelle à la hauteur des notes.....	146
17.4 - Sensibilité à la vitesse d'attaque des notes (Key velocity sensitivity).....	147
17.5 - Évolution cyclique de la hauteur dans le temps (LFO).....	147
17.6 - Notes diverses.....	147
17.6.1 - La copie d'enveloppes.....	147
17.6.2 - Influence inattendue des courbes de clavier sur les enveloppes.....	148
17.6.3 - Les états 0 et 1 (on/off) des opérateurs.....	148
17.7 - Programmation de la sensibilité.....	148
18 - TOUJOURS PLUS LOIN.....	149
18.1 - Effets d'ensemble.....	149
18.1.1 - Effets d'ensemble avec "Detune".....	149
18.1.2 - Effets d'ensemble avec vibratos indépendants (fréquences fixe modulatrices).....	151
18.1.3 - Effet d'ensemble avec porteurs à basse fréquence (fréquences fixes porteuses).....	151
18.1.4 - Simulation de PWM.....	154
18.2 - Équilibre du spectre.....	154
18.2.1 - Le feedback.....	156
18.2.2 - Les formants.....	158
18.3 - Plus loin avec des approches de Chorus, le Phasing, et de "PWM".....	160
18.4 - Obtenir un son "vivant" et évocateur.....	161
18.5 - Les sons abstraits.....	163
18.5.1 - Imiter l'analogique.....	164
18.6 - Utilisation subtile de la saturation FM.....	166
18.6.1 - Création et utilisation de pseudo bruit "bleu".....	166
18.6.2 - Événements cycliques spontanés.....	167
18.7 - Les interférences d'harmoniques.....	168
18.8 - Des fuites dans la FM !.....	169
19 - LA SAUVEGARDE.....	171