

Franck Ernould • Christian Braut

Le guide du MIDI

**De l'équipement à l'exploitation :
fondamentaux et bonnes pratiques**

DUNOD

Direction et conception graphiques de la couverture :
Nicolas Wiel – Elizabeth Riba (graphiste)
Dessin des figures 1.1 à 1.4, 1.7, 1.9, 1.11, 4.3, 4.4, 4.6 à 4.12, 5.1 à 5.12 :
Bernadette Coléno

© Dunod, 2024
11 rue Paul Bert 92240 Malakoff
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-083463-1

Table des matières

—————	CHAPITRE 1 – HISTORIQUE ET SPÉCIFICATIONS MATÉRIELLES DU MIDI	—————	1
1.1	L'exécution instrumentale		1
1.1.1	L'instrument acoustique		1
1.1.2	La nouvelle facture instrumentale : l'électronique		2
1.1.3	Vers l'interfaçage		3
1.2	Spécifications matérielles de la liaison MIDI		11
1.2.1	Généralités sur les interfaces informatiques		11
1.2.2	Le MIDI : une liaison série et asynchrone		11
1.2.3	Vitesse et densité de données		13
1.2.4	Les connecteurs MIDI		14
1.2.5	L'isolation opto-électrique		16
1.3	L'interface série/parallèle		16
1.3.1	L'interfaçage		16
1.3.2	Buffer et interruptions		16
—————	CHAPITRE 2 – LE TRANSPORT DES DONNÉES MIDI	—————	19
2.1	Configurations MIDI physiques		19
2.1.1	Généralités sur l'interfaçage		20
2.1.2	MIDI In et MIDI Out : les liaisons élémentaires		20
2.1.3	Le connecteur MIDI Thru		22
2.1.4	L'USB-MIDI		23
2.1.5	RTP-MIDI : Le MIDI sur les réseaux informatiques		24
2.2	MIDI et systèmes d'exploitation		26
2.2.1	Les débuts : l'Atari ST520/1040		26
2.2.2	Le MIDI sous macOS		26
2.2.3	Le MIDI sous Windows		27
2.2.4	Le MIDI sous Linux		28
2.2.5	Le mode MIDI Class Compliant		28

2.3	Le MIDI sur mobile Android ou iOS	30
2.3.1	iOS, iPadOS	30
2.3.2	Android	30
2.3.3	MIDI et sonneries	31
2.4	Les interfaces MIDI	32
2.4.1	Interfaces dédiées	32
2.4.2	Interfaces mixtes, MIDI et audio	34
2.4.3	Interfaces sans fil	34
2.4.4	Connectique MIDI	35
2.5	Les boîtiers de raccordement MIDI	37
2.5.1	Boîtier MIDI Thru	37
2.5.2	Boîtier MIDI Merger	39
2.5.3	Patch MIDI	40
2.5.4	Convertisseur MIDI vers CV/Gate	41
2.5.5	Extendeur MIDI	41
2.5.6	Moniteur/afficheur de niveau MIDI	43

CHAPITRE 3 – LES CONTRÔLEURS MIDI

3.1	Les contrôleurs-instruments de musique	45
3.1.1	Claviers maîtres	45
3.1.2	Contrôleurs au souffle	46
3.1.3	Contrôleurs de percussions	47
3.1.4	Contrôleurs pour guitares	49
3.1.5	La MIDIfication d'instruments acoustiques	49
3.2	Les surfaces de contrôle « mixage »	52
3.3	Les contrôleurs spécialisés	53
3.3.1	Contrôleur pour plug-ins	53
3.3.2	Contrôleur pour logiciels musicaux	54
3.3.3	Contrôleurs pour DJ : Faderfox, Nakedboards, Traktor, Scratch Live	55
3.4	Autres contrôleurs	56
3.4.1	Contrôleur à tirettes	56
3.4.2	Contrôleur pédalier guitare	56
3.4.3	Contrôleur multidimensionnel	57
3.4.4	Contrôleur vocal	57
3.4.5	Logiciel de contrôle MIDI pour tablette	58
3.5	Autres utilisations	59

CHAPITRE 4 – LES MESSAGES MIDI DE BASE	60
4.1 Un document évolutif	61
4.2 Le format des octets MIDI : statuts et données	62
4.3 Deux catégories de messages : canal et système	63
4.3.1 La notion de destination : le canal MIDI	63
4.3.2 Distinction messages canaux/messages système	66
4.3.3 Les sept messages canaux	66
4.3.4 Deux catégories de messages canaux : Voice et Mode	67
4.3.5 Trois catégories de messages système	67
4.3.6 La réception des statuts	68
4.3.7 Les statuts des messages MIDI	68
4.3.8 Les familles des statuts	72
4.4 Les messages de voies	73
4.4.1 Note-On/Note-Off	73
4.4.2 Program Change	80
4.4.3 Aftertouch	84
4.4.4 Pitch Bend	86
4.4.5 Control Change	93
CHAPITRE 5 – LES MESSAGES DE MODE ET SYSTÈME	107
5.1 Les messages All Sound Off, Reset All Controllers, Local On/Off, All Notes Off	107
5.1.1 All Sound Off	107
5.1.2 Reset All Controllers	108
5.1.3 Local Control On/Off	108
5.1.4 All Notes Off	110
5.2 Les messages Omni On, Omni Off, Poly et Mono	111
5.2.1 La multitimbralité	112
5.2.2 Omni Mode Off (+ All Notes Off)	112
5.2.3 Omni Mode On (+ All Notes Off)	112
5.2.4 Mono Mode On (+ All Notes Off)	112
5.2.5 Poly Mode On (+ All Notes Off)	113
5.2.6 Les modes MIDI	113
5.2.7 Les messages de mode	116
5.3 Le Running Status	116
5.4 Les messages système temps réel	118
5.4.1 Les messages de synchronisation	119
5.4.2 Les autres messages en temps réel	122

5.5	Les messages système communs	123
5.5.1	Song Position Pointer (SPP)	124
5.5.2	Song Select	125
5.5.3	Tune Request	125
5.6	Les messages exclusifs	125
5.6.1	Les messages exclusifs « fabricants »	126
5.6.2	Les messages exclusifs universels	127
5.7	Un exemple d'organigramme de réception des données MIDI	143
5.8	La charte d'implantation MIDI (MIDI Implementation Chart)	145
5.8.1	Description	147
5.8.2	Conclusion	153

CHAPITRE 6 – MIDI TIME CODE

6.1	Synchronisation entre séquenceurs	155
6.1.1	Synchronisation MIDI/MIDI	155
6.1.2	Synchronisation MIDI/pré-MIDI	156
6.2	Synchronisation MIDI/audio-vidéo	157
6.2.1	Le Timecode SMPTE	157
6.2.2	MIDI et SMPTE	157
6.3	Le MTC (MIDI Time Code)	158
6.3.1	La traduction SMPTE/MTC : les messages temporels	158

CHAPITRE 7 – MMC, MMS, SDS

7.1	MMC (MIDI Machine Control)	171
7.2	Syntaxe des messages MMC	172
7.2.1	L'environnement	173
7.2.2	Les échanges de données	173
7.2.3	Identificateurs et groupes	173
7.2.4	Commandes et réponses	174
7.2.5	Extensions	175
7.3	MSC (MIDI Show Control)	175
7.3.1	Présentation	175
7.3.2	La syntaxe des messages	176
7.4	Les Dumps MIDI	183
7.4.1	Le Dump : un message exclusif	184
7.4.2	Le Dump Request	184

7.4.3	La syntaxe du Dump	185
7.4.4	Formats de stockage et de transmission des données	185
7.5	SDS (Sample Dump Standard)	186
7.5.1	Data Packet (paquet de données)	186
7.5.2	Dump Request (demande de Dump)	187
7.5.3	ACK (Acknowledge)	187
7.5.4	NAK (Not Acknowledge)	187
7.5.5	Cancel (annulation)	188
7.5.6	Wait (attente)	188
7.5.7	Dump Header (en-tête de Dump)	189
7.5.8	Multiple Loop Points (transmission de points de bouclage)	189
7.5.9	Loop Points Request (demande de transmission de points de bouclage)	190
7.5.10	Mise en œuvre du protocole de transfert	190

CHAPITRE 8 – LES SMF, LE STANDARD GM, LES FORMATS GS ET XG

8.1	Le Standard MIDI File (SMF)	193
8.2	Le standard General MIDI (GM)	196
8.2.1	Le General MIDI	197
8.2.2	Le General MIDI 2 (GM2)	206
8.3	Le format GS	207
8.3.1	L'assignation des sons	208
8.3.2	L'assignation des kits de batterie	217
8.4	Le format XG	221
8.4.1	Généralités	221
8.4.2	Les catégories	222
8.4.3	La liste des sons	224
8.5	Le format DLS (Downloadable Samples)	239
8.6	Le format XMF (Extensible Music Format)	239

CHAPITRE 9 – LA MPE ET LE MIDI 2.0

9.1	La MPE (MIDI Polyphonic Expression)	242
9.1.1	Présentation du concept	242
9.1.2	Implémentation	243
9.1.3	Enregistrement/édition des données MPE	246
9.1.4	Quelques instruments et contrôleurs compatibles MPE	246

9.2	Le MIDI 2.0	249
9.2.1	Les trois B	250
9.2.2	Les trois P : MIDI Capability Inquiry (MIDI-CI)	250
9.2.3	Quelques autres aspects du MIDI 2.0	252
9.3	Les messages MIDI 2.0	254
9.3.1	UMP (Universal MIDI Packet)	254
9.3.2	MIDI 1.0 dans MIDI 2.0	256
9.4	Les pionniers du MIDI 2.0	256
INDEX		259

Chapitre 1

Historique et spécifications matérielles du MIDI

Cet ouvrage sort 41 ans après la publication, en 1983, de la spécification MIDI 1.0. Il est rarissime, dans un domaine lié à l'électronique et à l'informatique, de voir un protocole durer aussi longtemps. Ce n'est pas dû au hasard : les fabricants s'étaient consultés en amont, les modes de décision étaient ouverts mais bien contrôlés, et la norme elle-même a été conçue d'emblée pour une adaptation optimale aux besoins non encore exprimés. Sa version 2.0 est rétrocompatible, et relève des mêmes concepts, actualisés.

À l'origine, l'interface MIDI a été conçue dans le but de normaliser la communication entre instruments utilisant des technologies numériques (synthétiseurs, échantillonneurs, etc.). Or, pour cerner avec précision les limites à l'intérieur desquelles le MIDI est en mesure de gérer cette nouvelle facture instrumentale, il est indispensable d'en décrire le fonctionnement. Nous commençons donc cet ouvrage par le rappel des corrélations entre le jeu du musicien et la production de son, sur des instruments traditionnels puis électroniques, d'où découle le « cahier des charges » des premières interfaces musicales.

1.1 L'exécution instrumentale

1.1.1 *L'instrument acoustique*

Sur un instrument acoustique traditionnel, la production d'un son est liée à deux concepts fondamentaux. Le premier est relatif au dispositif physique qui engendre le

phénomène sonore, et le second, à la communication à ce dispositif, par l'interprète, de l'énergie nécessaire pour qu'il entre en vibration (en oscillation) afin de générer un son. Ces deux concepts correspondent respectivement aux notions d'instrument et d'instrumentiste. Le premier est régi par les lois de l'acoustique, tandis que le second est généralement codifié, en Occident, *via* un système de notation musicale écrite (partition).

Les instruments acoustiques, au sens large du terme (qu'il s'agisse de vents, de cordes, de percussions...), ont pour point commun une structure physique en contact direct avec l'instrumentiste, lui permettant de déclencher le mécanisme de production sonore. En informatique musicale, cette partie prend le nom de *contrôleur*. Il s'agit, par exemple, du clavier et des pédales d'un piano, du manche et des cordes d'une guitare, des baguettes et des peaux d'une batterie et, plus généralement, de tout ce qui autorisera le musicien à influencer sur cette production sonore. Les matériaux employés dans la facture d'un instrument acoustique sont directement responsables du son délivré, qu'ils fassent partie intégrante du contrôleur (guitare, percussion...), ou qu'ils y soient interfacés mécaniquement (marteaux, ressorts, étouffoirs d'un piano, soufflerie d'un orgue...). Il est impossible de dissocier la partie contrôleur de la partie génératrice de son.

1.1.2 *La nouvelle facture instrumentale : l'électronique*

À partir des années 1920, l'instrument de musique connaît une évolution décisive. Jusqu'alors, sa partie contrôleur influait physiquement sur la sonorité créée. Le développement successif des techniques électriques, puis électroniques et enfin numériques a autorisé la simulation ou la reproduction de situations acoustiques déterminées, indépendamment de tout contrôleur physique. Ces nouveaux instruments, destinés à créer des formes d'ondes de toutes pièces, se nomment générateurs de son. Ils englobent par exemple le Thérémin, les ondes Martenot, les synthétiseurs, les échantillonneurs, etc.

En sortie de ces générateurs, un signal représentant l'onde sonore sous forme électrique est acheminé vers une chaîne d'amplification, qui aboutit à des haut-parleurs. À l'intérieur de ce générateur, divers procédés sont mis en œuvre afin de déterminer la hauteur, l'amplitude et le timbre du signal sonore à créer. Ces procédés ne nécessitent aucune énergie physique pour entrer en action, par opposition à celle communiquée aux instruments acoustiques par les contrôleurs. Si les synthétiseurs possèdent un clavier, ce dernier, plutôt que de commander par exemple une mécanique de marteaux dans le but de faire vibrer des cordes, se contente d'intimer l'ordre au générateur de son de jouer telle ou telle note, par l'intermédiaire d'un signal électrique à teneur analogique ou numérique (les fameux messages MIDI). Nous verrons par la suite qu'un contrôleur de ce type ne revêt pas nécessairement la forme d'un clavier, bien que ce soit la plus répandue, pour d'évidentes raisons de commodité.

En informatique musicale, nous retiendrons que l'exécution instrumentale passe par trois stades obligatoires, contre deux seulement avec un instrument acoustique traditionnel. Ces trois stades sont les suivants :

1. L'instrumentiste communique physiquement son énergie au contrôleur (appui sur des touches, etc.).
2. Le contrôleur transforme cette énergie en un signal de commande destiné au générateur de son. Cette transformation n'est autre que la codification de l'action mécanique infligée au contrôleur par l'instrumentiste.
3. Le générateur de son, grâce à des composants électroniques et/ou numériques, reproduit une sonorité à réception du signal de commande (par simulation de situations acoustiques déterminées).

Sans anticiper sur le sujet, on imagine aisément l'étendue des possibilités offertes par un instrument de musique électrique, du fait de l'indépendance des étapes 1, 2 et 3. En voici quelques-unes :

- la substitution aux étapes 1 et 2 d'un signal de commande équivalent, en vue d'automatiser la procédure de jeu du générateur de son ;
- le pilotage de plusieurs générateurs de son par le même contrôleur ;
- le pilotage d'un générateur de son par n'importe quel contrôleur, etc.

1.1.3 Vers l'interfaçage

Cette dissociation du contrôleur et du générateur de son implique la mise en œuvre d'un protocole (interface) autorisant ces deux modules à communiquer. Les notions contenues dans ce paragraphe constituent une rapide introduction aux principes d'interfaçage des instruments de musique électroniques. Elles retracent l'histoire des systèmes qui ont marqué la période pré-MIDI. Schématiquement, on distingue trois grandes catégories d'informations nécessaires et suffisantes à toute interface musicale, et en particulier à l'interface MIDI. Ce sont :

- les données destinées à codifier le jeu du musicien ;
- les données de synchronisation ;
- les données représentant les paramètres d'un son.

◆ La codification du jeu du musicien

Les premiers instruments électroniques et synthétiseurs, pratiquement fabriqués à l'unité et à la main au fil des années 1950 et 1960, n'avaient pas été conçus pour s'interconnecter. Il s'agissait d'instruments « solistes », dont la conception modulaire n'excluait pas une certaine complexité, mais qui ne s'ouvraient guère sur l'extérieur. Les paramètres relatifs au son (variations de hauteur, de timbre, d'amplitude) s'effectuent en temps réel, par le biais de sélecteurs, de touches et de potentiomètres ou de curseurs agissant tous directement sur les composants électroniques du synthétiseur. Il est évidemment impossible de mémoriser sur l'appareil l'ensemble de ces réglages, et l'on ne dispose que d'une sonorité à la fois. Le seul moyen de retrouver, approximativement, un son élaboré consistait à noter sur une feuille la position de tous les interrupteurs, potentiomètres, ainsi que les câblages éventuels.

La scission d'un instrument de musique de type synthétiseur en deux modules (le contrôleur d'un côté, le générateur de son de l'autre) implique qu'il existe un système d'interface permettant à ces deux modules de communiquer. Cette interface transforme en signaux codés les gestes que le musicien applique au contrôleur (l'exécution instrumentale) en vue de piloter le générateur de son (la production de notes).

Sur les premiers synthétiseurs analogiques « commerciaux » du début des années 1970 (ARP 2500/2600 et Odyssey, Minimoog, EMS VCS3/Synthi A...), des possibilités d'interconnexion sont prises en compte. L'approche adoptée par les fabricants est de traduire sous forme électrique, par des signaux analogiques, des informations de hauteur (CV, abréviation de *Control Voltage*, pour la tension de commande des oscillateurs, plus ou moins élevée selon la hauteur de la note), de déclenchement du générateur d'enveloppe d'amplitude (gate, une impulsion électrique), de fréquence de LFO, d'horloge interne (*clock*)...

Hélas, chaque constructeur adopte sa propre façon de coder la hauteur par une tension (*Control Voltage*, ou CV) : selon une échelle logarithmique, 1 volt par octave ou, selon une échelle linéaire, 1 volt tous les 1 000 Hz par exemple. Dans le premier système, la tension double à chaque octave. Sachant qu'une octave est divisée en 12 demi-tons, il suffit de multiplier une tension par la racine douzième de deux (soit 1,059 463 094) pour obtenir la tension du demi-ton suivant. Avec le standard volt/octave, chaque progression d'octave correspond à une augmentation de tension de 1 V, soit 83,3 mV par demi-ton.

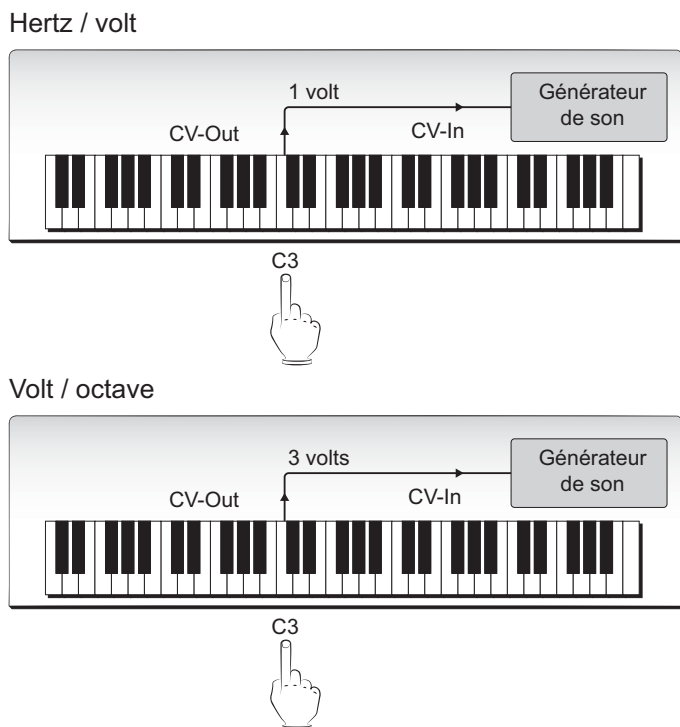


Figure 1.1 – Dès l'enfoncement de la touche Do 3, le clavier envoie au générateur de son soit une tension de 1 V (échelle hertz/volt) soit une tension de 3 V (échelle volt/octave, en bas).

Ce signal de CV indique la hauteur de la note jouée sur le clavier, mais ne dit rien sur sa durée. Cette notion de durée est prise en charge par un signal appelé *Gate* (porte), déclenché par l'appui sur une touche du clavier, et désenclenché lors de son relâchement. Ainsi, il indique au générateur d'enveloppe du générateur de son (section contrôlant l'évolution du volume dans le temps) la période pendant laquelle la note (la forme d'onde produite par l'oscillateur) devra être jouée. Physiquement, le signal Gate est un signal électrique de type tout ou rien : une tension positive (généralement + 5 volts) correspond à une touche enfoncée et une tension nulle, à l'état de repos. L'association des signaux CV et Gate constitue l'interface minimale entre un clavier et un générateur de son.

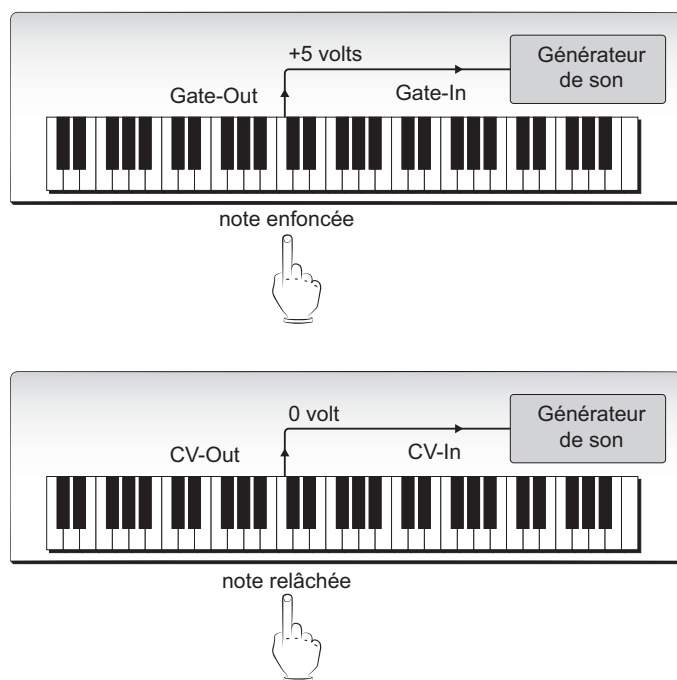


Figure 1.2 – Lors de l'appui sur une touche, la tension Gate passe de 0 à + 5 volts. Elle redescend à 0 volt dès son relâchement.

De cette interface est née l'idée de piloter plusieurs générateurs de son depuis un seul et même clavier. Sur chaque synthétiseur, il suffisait d'implanter des prises CV-Out et Gate-Out (signaux en provenance du clavier), et des prises CV-In et Gate-In (dirigées vers le générateur de son). Ainsi, par le simple raccordement des prises CV-Out et Gate-Out d'un premier synthétiseur vers les prises CV-In et Gate-In d'un second synthétiseur, le clavier du premier synthétiseur pilotait les deux générateurs de son (à condition que les standards CV soient identiques, ou d'utiliser une interface pour traduire le hertz/volt en volt/octave, ou réciproquement). Ce principe de commande en tension d'un générateur de son s'est étendu par l'adjonction d'autres interfaces, comme le *Pitch to Voltage Converter*, grâce auxquelles la hauteur du signal recueilli en sortie d'un microphone est transformée en temps réel en un signal CV.