

CHAPITRE IV LA CRÉATION DE SONS

INTRODUCTION À LA CRÉATION DE SONS

Les paramètres de base

Le plus petit algorithme possible pouvant être utilisé pour la génération de son FM comporte une seule porteuse et une seule onde de modulation. La première étape consiste à maîtriser les principes fondamentaux de la création de sons en utilisant seulement cet algorithme. Comme chacun des huit algorithmes disponibles est fait de quatre opérateurs, vous devrez tout d'abord éteindre les deux opérateurs qui ne seront pas utilisés pour cette étude préliminaire (utilisez **CTRL** + le numéro de l'opérateur à éteindre ou réglez son niveau de sortie à zéro). La forme d'onde du son peut être modifiée par la manipulation des paramètres de l'algorithme. Ces éléments sont les suivants:

Table 4 Les paramètres fondamentaux d'un son FM

Elément	Symbole du programme de registration FM	min	Changement de son	max
Niveau de sortie de la porteuse	O (niveau de sortie de chaque opérateur)	0 ←		→ 127
Niveau de sortie de l'onde de modulation		Niveau minimal		Niveau maximal
Niveau de contre-réaction	Fb (Niveau de rétroaction)	0 ←		→ 7
Fréquence de la	F (Fréquence) et IF (fréquences non entières de chaque opérateur)	Sonorité normale		Sonorité dure Bruit
		0,50 ←	F	→ 15
Fréquence de l'onde de modulation		Hauteur faible		Hauteur élevée
		0,50 ←	IF	→ 25,95
		0,50 ←	F	→ 15
		Harmoniques proches		Harmoniques séparées
		0,50 ←	IF	→ 25,95

Les fréquences de l'onde de modulation et de la porteuse illustrées ne correspondent pas aux valeurs fixées. Elles représentent, au contraire, le rapport de fréquence finale déterminé par F et IF (se reporter à la page 30).

Une manipulation habile des paramètres ci-dessus permet d'utiliser la section de génération de son FM pour déterminer la hauteur, le timbre et le volume.

Algorithme

Passez tout d'abord en mode commande à l'aide de la touche **F1**.

Effacez les données du son numéro un au moyen de la commande **KT 1**, puis revenez en mode Edition. Entrez le données suivantes:

Algorithme → 5 OP1, 2 → Marche OP3, 4 → Arrêt
--

(OP est l'abréviation d'opérateur)

Niveau de sortie de la porteuse

On peut considérer que cela constitue la commande de volume, puisque la porteuse est convertie en signal audio.

OP2 Niveau de sortie → 0 ~ 127

Niveau de sortie de l'onde de modulation

Dans le processus de génération de son FM, la fréquence de l'onde de modulation module la porteuse pour produire des harmoniques qui n'existent pas dans la porteuse d'origine. Ceci crée le timbre; le niveau de sortie de l'onde de modulation peut donc être considéré comme l'équivalent de la commande de timbre. (Ceci n'est vrai qu'en première approximation: en fait l'onde de modulation peut affecter le volume et la porteuse peut altérer le timbre.)

OP1 Niveau de sortie → 0 ~ 127

L'augmentation du niveau de sortie OP 1 (onde de modulation) provoque la génération de sonorités plus brillantes.

Niveau de contre-réaction de l'onde de modulation

La contre-réaction signifie que l'opérateur (toujours l'OP1) se module lui-même. La mise en œuvre de la contre-réaction sur la porteuse, comme avec OP 1 de l'algorithme 8, agit comme une commande de timbre de la même façon que le réglage du niveau de sortie de l'onde de modulation. Dans ce cas, une modulation supplémentaire renforce encore la fonction de commande de timbre du niveau de sortie du modulateur.

Niveau de contre-réaction → 0 ~ 7

Le réglage de la sortie de l'onde de modulation à un niveau élevé (supérieur à 115) et l'augmentation subséquente du niveau de contre-réaction (quand OP1 est modulateur) permet la création de bruit. Les composantes du bruit varient conformément à la fréquence de l'onde de modulation. Le même effet peut être obtenu en employant trois ondes de modulation, accroissant le niveau de sortie de chacune jusqu'à un niveau élevé.

Fréquence de la porteuse

La porteuse est identique aux signaux audibles réels. Lorsqu'il y a une porteuse, la hauteur dépend de sa fréquence. Que se passe-t-il dans le cas de deux porteuses? L'exemple suivant utilise également OP 4 pour répondre à cette question.

**OP2, 4 Marche
OP1, 3 Arrêt**

Les trois effets suivants peuvent être créés en modifiant le rapport entre la hauteur des deux porteuses.

- Lorsque le rapport de hauteur est fixé par petits nombres entiers (1: 1 ~ 6)

**OP2 Fréquence → 0 ~ 6
OP4 Fréquence → 1**

Les hauteurs des deux porteuses s'harmonisent pour créer un nouveau timbre (comme dans l'effet de couplage d'un orgue). Dans ce cas, la porteuse ayant la fréquence la plus basse détermine la hauteur.

- Lorsque le taux de hauteur est fixé par des nombres entiers élevés (1: 7 ~ 15)

OP2 Fréquence → 7 ~ 15

Les hauteurs des deux porteuses sont très espacées et on peut entendre deux sons séparés: un aigu et un grave. Si le rapport de hauteur n'est pas 2, 3 ou 5 (par exemple 1: 7), les hauteurs des deux porteuses ne s'harmonisent pas et on entend un son discordant.

- Lorsque le rapport n'est pas un nombre entier

OP2 Fréquence → 1
OP2 IF → 1 ~ 3

Le rapport de hauteur peut être transformé en nombre non entier par un réglage de IF. Il n'y a alors absolument pas d'harmonisation et le son semble émaner de deux sources différentes.

Le tableau suivant donne un résumé des divers effets qui peuvent être obtenus en modifiant le rapport de hauteur de deux porteuses.

Rapport de hauteur	Effet
Petit nombre entier 1:1 ~ 1:6	Harmonisation parfaite des deux porteuses. Une nouvelle sonorité est créée. Effet de couplage
Nombre entier élevé 1:7 ~ 1:30 (= 0,5:15)	Les deux sons semblent séparés
Non entier 1:1,41 ~ 1:51,9 (= 0,5:25,95)	Les deux sons sont totalement séparés

Fréquence d'onde de modulation

L'onde de modulation est le signal qui module la porteuse par FM. La FM permet la création d'harmoniques ne figurant pas dans la porteuse d'origine et autorise donc la création de sonorités variées. La fréquence de l'onde de modulation (rapport de la fréquence par rapport à la porteuse) détermine la fréquence des harmoniques à produire, et les paramètres agissent comme un moyen de régler le timbre du son. Votre sensibilité peut jouer un rôle important dans la création de sonorités originales.

AI → 5
OP1, 2 → Marche
OP3, 4 → Arrêt
OP1 Niveau de sortie → 115
Contre-réaction → 0

- Lorsque la hauteur de l'onde de modulation est supérieure à celle de la porteuse

Laissez la hauteur de la porteuse (OP2) à 1 et augmentez la hauteur de l'onde de modulation (OP1).

OP1 Fréquence → 0 ~ 15
IF → 0 ~ 3

L'élévation modérée de la fréquence de l'onde de modulation (élévation du rapport de hauteur avec la porteuse) entraîne la génération d'harmoniques de fréquences plus élevées et une tonalité plus brillante. Une élévation plus importante de ce rapport entraînera création d'harmoniques plus élevés simultanément à la création d'harmoniques plus bas que le niveau de hauteur de la porteuse. Le rapport de hauteur avec la porteuse approchant son maximum, il se produit une destruction de la relation normale de hauteur et un changement soudain de la sonorité en une nouvelle. Cet effet se produit parce que les harmoniques élevés s'étendent au-delà de la gamme audible et que la fréquence inférieure prend le contrôle des effets de hauteur.

- Lorsque la hauteur de l'onde de modulation est inférieure à celle de la porteuse

Cela permet la création d'effets variés par la manipulation de OP2.

OP1 Fréquence → 0
IF → 0
OP2 Fréquence → 0 ~ 15
IF → 0 ~ 3

Les algorithmes

Les algorithmes affectent un grand nombre de caractéristiques du son. L'algorithme que vous utilisez à un moment donné permet de créer un grand nombre de timbres, mais vous pourrez en produire encore davantage si vous maîtrisez le concept d'algorithme. Dans un but de clarté, la description suivante répartit les algorithmes selon leur nombre de porteuses.

Algorithmes à une porteuse (1 ~ 4)

Lorsqu'un des opérateurs est utilisé comme porteuse, le reste doit fonctionner comme onde de modulation. Cela veut dire que des tonalités brillantes seront probablement produites. Le passage d'un algorithme à l'autre et la comparaison des sonorités engendrées vous montrera que les motifs d'algorithme possédant une porteuse sont utilisés pour les tonalités les plus brillantes.

OP1 ~ 4 Niveau de sortie → 110
Contre-réaction ~ 0
Algorithme → 1 ~ 4

Lorsque l'algorithme un est retenu, réglez le niveau de contre-réaction et de sortie de tous les opérateurs à leur maximum. Ceci produit un timbre comportant de très nombreuses composantes de bruit.

Algorithme ~ 1
OP1 ~ 4 Niveau de sortie → 127
Contre-réaction → 7
OP4 Fréquence → 15
IF → 3

Ce son est appelé "bruit blanc". Il n'y a absolument aucun effet de hauteur en provenance de la porteuse. Bruit blanc signifie que les composantes du son sont engendrées de façon aléatoire sur la totalité du spectre. Ce son est le même que celui de la respiration et du vent. (Les synthétiseurs analogiques utilisent un générateur de son spécial pour produire ce type de bruit.)

Les motifs d'algorithme utilisant une porteuse permettent la création de tonalités possédant des changements extrêmes, mais des tonalités subtiles aux formes d'ondes complexes peuvent être engendrées au moyen de changements modérés dans le niveau de sortie de l'onde de modulation. Cette sorte d'algorithme est la plus adaptée à la création de sons d'instruments monodiques.

Algorithmes à deux porteuses (5)

Ce type d'algorithme constitue un schéma polyvalent qui permet de prévoir aisément le résultat de la création du son et de créer une grande variété de timbres. Des sonorités élaborées peuvent être produites car il y a deux ondes de modulation en plus des deux porteuses. Le décalage de la hauteur des deux porteuses crée un effet de chorus. Le son à créer peut être divisé en deux composantes pour faciliter la création de timbres élaborés. Le motif d'algorithme 5 peut, par exemple, être utilisé pour créer une sonorité de flûte. Les opérateurs 3 et 4 peuvent servir à créer le timbre fondamental de la flûte et les opérateurs 1 et 2 à ajouter un caractère respiratoire.

Algorithmes à trois ou quatre porteuses (6 ~ 8)

Ce type de motif d'algorithme est utilisé pour la création de sonorités riches et texturées. Un léger décalage de la hauteur de chaque porteuse va produire, par exemple, un effet de chorus similaire à la sonorité d'un grand nombre d'instruments joués simultanément. Sélectionnez l'algorithme 8 et utilisez la possibilité de désaccord (♯/♭) pour décaler légèrement la hauteur des quatre porteuses, ce qui permet la création d'un ensemble (à cordes, vocal etc.). Les algorithmes tels que le huit qui comportent quatre porteuses sont parfaits pour la création de sonorités similaires à celles de l'orgue grâce à l'effet de couplage.

La création de sons

Ce qui suit est un exemple réel de création d'un son à partir de zéro. L'exemple ci-dessous est la création du timbre d'un piano électrique.

Organigramme de création de son

Il existe un grand nombre de méthodes différentes pour créer des sons. Celle qui est expliquée ci-dessous est très courante.

Opération

Paramètres du programme de registration FM

1 Initialisation des données du son	Commande K1
2 Sélection de l'algorithme	A1
3 Réglage de la fréquence des opérateurs	F et IF
4 Réglage du niveau de sortie des opérateurs	O
5 Réglage de l'enveloppe	A, D, S, Det R
6 Réglage de la pondération du clavier	Ks, Kd et Rk
7 Remise au point des données de son	
8 Addition des effets	LFO, Dt et Vs

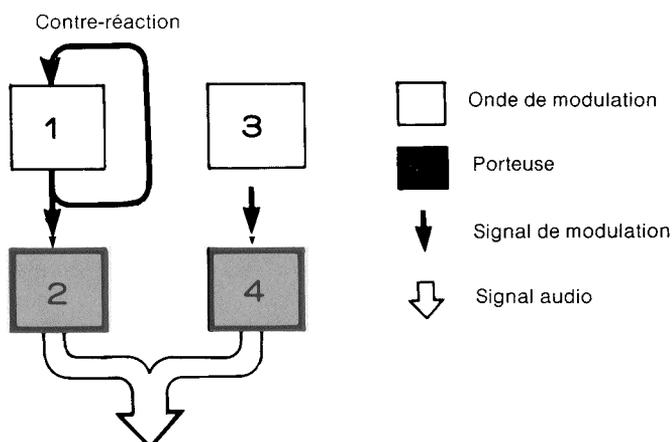
Initialisation de données du son

Initialisez le son un en tapant K1 1, suivi de **RETURN**. L'initialisation des données de son signifie que les données sont placées dans un état semblable à celui d'une feuille de papier blanche. Cela ne signifie pas qu'il n'y a pas de données mais au contraire que certains paramètres sont prêts à être modifiés pour obtenir la sonorité désirée.

Sélection de l'algorithme

Une fois que les données de son ont été initialisées, passez du mode Commande au mode Edition. Le son 1 a été initialisé; 1 doit être entré et la touche **RETURN** pressée. Les données de son initiales sont affichées sur l'écran. L'algorithme 8 sert de point de départ. Il convient de choisir un algorithme différent mieux adapté au son d'un piano électronique. Réglez A1 sur 5 pour sélectionner l'algorithme 5. Ce motif d'algorithme possède deux porteuses, est simple à utiliser, et permet la création d'une assez grande variété de sons. Dans cet exemple, OP1 et 2 sont utilisés pour la sonorité de base alors que OP3 et 4 sont utilisés pour créer une sorte d'écho métallique.

Fig. 40 Algorithme



Réglage de la fréquence des opérateurs

L'étape suivante consiste à régler la fréquence de chacun des opérateurs. Celle-ci se règle par F et IF, mais ici, on agira uniquement sur F. La fréquence de OP3 qui module OP4, est réglée sur 10 pour créer un écho métallique. Les autres opérateurs sont tous laissés sur 1.

Réglage du niveau de sortie des opérateurs

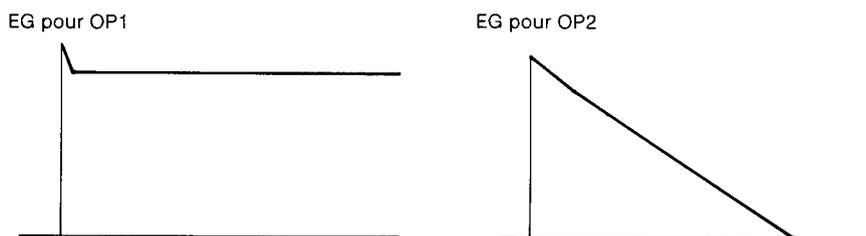
Cette étape modifie le niveau de sortie de modulation pour déterminer le timbre. En réglant le niveau de OP1, mettez OP3 et 4 hors circuit (OFF) de telle façon que le son soit produit uniquement par OP1 et 2, Réglez OP1 autour de 115 pour obtenir un son plutôt brillant, et OP3 sur 80 de telle façon que la sensibilité de hauteur ne diminue pas et qu'une sonorité d'écho métallique soit produite. Il n'y a de contre-réaction que pour OP1, réglée sur 2, pour accroître la brillance du son.

Réglage de l'EG

Il est temps maintenant de régler les enveloppes de volume et de hauteur. Ceci va transformer le son, qui a maintenant la sonorité d'un orgue, en celle d'un piano électronique. OP1 ~ 2 et OP3 ~ 4 doivent être réglés séparément, puis combinés à l'étape finale pour vous permettre d'entendre la sonorité globale. OP1 ~ 2 sont réglés en premier lieu. L'attaque du timbre principal doit devenir un peu plus brusque et plus longue par l'usage de l'enveloppe adéquate. OP1 constitue l'onde de modulation. Il y aura un plus grand nombre d'harmoniques, mais seulement pendant l'attaque, après quoi le caractère du son change très peu.

	Attaque	1er amortissement	Tenue	2me amortissement	Relâchement
OP1	31	15	13	0	6
OP2	31	12	13	15	8

Fig. 41 Forme de l'enveloppe pour OP4 et OP2

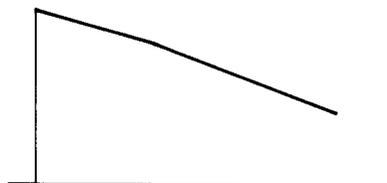


Le réglage de OP3 ~ 4 vient ensuite. Il s'agit de l'effet d'écho métallique, ce qui fait qu'une enveloppe plus dure que celle de OP1 et 2 est souhaitable. Le réglage de la porteuse OP4 est le même que pour OP2, et il sera ajusté ultérieurement par la pondération de touches de l'enveloppe de l'onde de modulation OP3 de telle façon qu'il y ait relativement peu de changements dans le caractère du son.

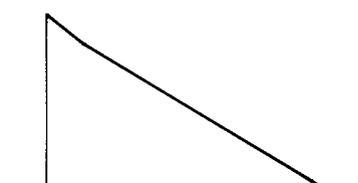
	Attaque	1er amortissement	Tenue	2me amortissement	Relâchement
OP3	31	7	11	3	6
OP4	31	12	13	5	8

Fig. 42 Forme de l'enveloppe pour OP3 et OP4

EG pour OP3



EG pour OP4



Pondération du clavier

Les réglages ci-dessus vont créer un timbre très similaire à celui d'un piano électronique. Faites appel à la pondération du clavier pour rendre plus "pointues" les notes aiguës et compenser les notes aiguës trop brillantes. La pondération de taux détermine la dureté des notes, alors que celle de niveau sert au timbre et au volume du son. La courbe de pondération de niveau est 0 pour limiter les sons les plus aigus.

	Ks	Kd	Rk
OP1	0	6	2
OP2	0	3	2
OP3	0	6	6
OP4	0	4	3

L'usage de ce processus de pondération du clavier pour mettre au point l'enveloppe raccourcit la longueur globale de cette dernière. Les réglages ont été effectués avec ceci présent à l'esprit. La longueur de l'enveloppe peut être redéfinie par les réglages EG.

Remise au point des données du son

Le réglage des composantes du son est maintenant achevé. Des modifications de réglage comme celle de l'EG vont néanmoins changer le timbre. La sonorité finale peut être reréglée en ajustant le niveau de sortie des opérateurs et le niveau de contre-réaction. Si vous trouvez, par exemple, l'écho métallique trop fort, le niveau de sortie de l'opérateur quatre peut être réglé. Il y a des cas où la fréquence maximum ou minimum des opérateurs est dépassée et où le son est automatiquement abaissé ou élevé d'une octave. Ceci dépend du dispositif de transposition (Tr). Le volume a plutôt tendance à devenir trop élevé dans le cas de deux porteuses, comme dans l'exemple présent, comparé au cas où il n'y a qu'une porteuse. Vous souhaitez donc parfois abaisser le volume tout en tenant compte de l'équilibre entre les porteuses. Le dispositif de réglage (A_j) sert à cela. Le seul réglage de (A_j) pour les porteuses permet d'ajuster le volume total sans changer l'équilibre entre les porteuses.

Addition d'effets

Les effets s'ajoutent dans cette ultime étape pour faire ressembler le son créé encore davantage à celui d'un piano électronique. On ajoute dans ce but les effets de trémolo et de chorus. L'effet de trémolo s'ajoute en utilisant le LFO. Réglez le LFO sur 1, puis choisissez la forme d'onde 2 (onde triangulaire) pour obtenir un effet de trémolo modéré. On détermine ensuite la vitesse à la valeur appropriée d'environ 190 à 195. Utilisez la fonction *Amd* pour régler l'ampleur du trémolo. Il existe une relation étroite entre les réglages *Ams* et *Amd*. Réglez *Amd* à 10 pour le plus faible effet *Ams*. *Pms* et *Pmd* ne sont pas réglés, puisque ce son n'utilise pas d'effet de vibrato. L'effet de chorus s'obtient en décalant légèrement une des porteuses et une effet de "phasing" est produit en décalant légèrement une des ondes de modulation. Ce son plus riche est obtenu en réglant le *Dt* de OP1 sur -3 et le *Dt* de OP4 sur 3.

Vélocité

Finalement, puisque la sonorité créée est celle d'un piano, réglez la vélocité pour commander le volume et le caractère du son. Les effets peuvent être clarifiés en réglant les *Vs* de tous les opérateurs sur 1.

Les données de vélocité peuvent être modifiées par le son contrôlé par l'utilisation des touches **[F2]** et **[F3]**. Ceci est utilisé dans le cas où vous testez le son à l'aide du clavier musical (YK-01 ou YK-10/20). Si vous disposez d'un clavier MIDI, les réglages de sensibilité à la vélocité peuvent être testés immédiatement.

EXEMPLES

Il est possible d'utiliser un raccourci pour créer des sons bien plus facilement. C'est par la modification de données existantes. Il ne s'agit pas d'une simple imitation mais d'un procédé qui permet de vérifier la signification des données existantes. Il est bien plus facile de modifier un son existant pour le faire correspondre à ce qu'est votre image d'un son original que vous désirez créer. La section suivante choisit un certain nombre de sons à partir de ceux qui sont stockés dans l'unité de synthèse de son FM et explique comment modifier les données, et quelle est leur signification.

Sonorités de cuivres

Créons une sonorité dans l'unité de synthèse du son FM à partir de zéro. Cet exemple fait appel au son un (BRASS 1) comme base. Suivez soigneusement les étapes suivantes comme si vous alliez créer un son à partir de zéro.

Algorithme

Le motif d'algorithme de CUIVRE 1 (BRASS 1) est 3. Ce motif utilise une porteuse et convient parfaitement à la création de brillantes sonorités de cuivres. Les trois ondes de modulation permettent la génération d'une large gamme de changements pour des timbres de cuivre étincelants.

Niveau de sortie de l'opérateur et contre-réaction

Le niveau de sortie de la porteuse OP4 peut être laissé sur 127. Le niveau de sortie de OP1 ~ 3 peut varier modérément sur une plage s'étendant de 90 à 110. La contre-réaction est très importante pour ce timbre et est réglée à sa valeur la plus élevée (7).

Fréquence des opérateurs

Le réglage de base de tous les opérateurs peut se faire sur 1. OP2 peut être réglé sur "2" pour obtenir un léger écho métallique, améliorant encore la sonorité de cuivre. Le niveau de sortie de OP2 est réglé sur 94 pour obtenir un effet très subtil.

EG

L'EG est également très important dans la création d'un timbre de cuivre. Tous les opérateurs doivent avoir une attaque lente. Réglez l'attaque A de l'onde de modulation (OP1) de telle façon qu'elle soit légèrement plus lente que celles de la porteuse. Ceci produit l'attaque spécifique des cuivres. Si l'attaque A de la porteuse est plus lente que celle de l'onde de modulation, il n'y a pas de modification de caractère décelable dans la section d'attaque et le son ressemble à celui d'un orgue. Les données A des trois ondes de modulation doivent toutes différer légèrement pour créer des changements de nature encore plus réaliste.

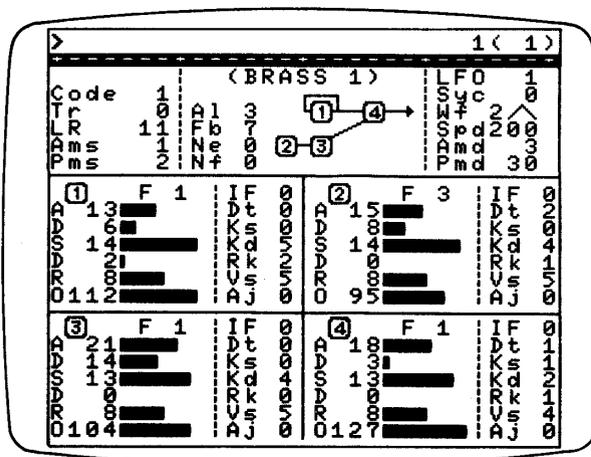
Pondération du clavier

La dureté des notes les plus élevées est perdue si l'on détermine une enveloppe à attaque lente. La pondération de taux corrige cela de sorte que la sonorité ait l'air naturel lors de passages rapides. La pondération du taux se règle sur 1 ~ 2 pour tous les opérateurs afin de préserver la dureté des notes les plus aiguës.

LFO

Avec les cuivres, la hauteur des notes longues oscille quelle que soit la virtuosité du musicien. Cet effet se produit par le LFO. Réglez l'effet de vibrato à un niveau difficilement décelable (Frais, Frais).

Fig. 43 Réglages d'une sonorité de cuivre



Sonorités de cordes

L'exemple suivant utilise comme base STRING 1 qui est le son quatre.

Algorithme

L'algorithme 3 sert également pour STRING 1. Il comporte une porteuse et 3 ondes de modulation et c'est un algorithme utilisé pour les sons possédant un degré élevé de changement de caractère. Il est utilisé dans cet exemple pour reproduire la sonorité complexe des instruments à cordes.

Fréquence des opérateurs

OP1, 3 et 4 restent à 1. La hauteur de OP2 est réglée à 5 pour obtenir la texture délicate des timbres d'instruments à corde.

Niveau de sortie des opérateurs et contre-réaction

Le niveau de sortie de l'onde de modulation ne doit pas être trop élevé. Le réglage approprié se situe environ entre 80 et 120. Si le niveau de sortie de l'onde de modulation dépasse cette valeur, la sonorité commence à ressembler à celle d'un cor, avec quelques composantes additionnelles de bruit. La contre-réaction sert à reproduire la sensation de la corde en vibration, et est pour cette raison réglée sur 7.

EG

Les instruments à cordes ont aussi une attaque lente, si bien que le A de la porteuse doit être légèrement ralenti et réglé entre 13 et 15. Les ondes de modulation sont donc réglées plus rapides que la porteuse. Le R de la porteuse est aussi légèrement ralenti (5 ~ 6) pour simuler le son d'un ensemble. Ceci cause le maintien du son après le relâchement de la touche.

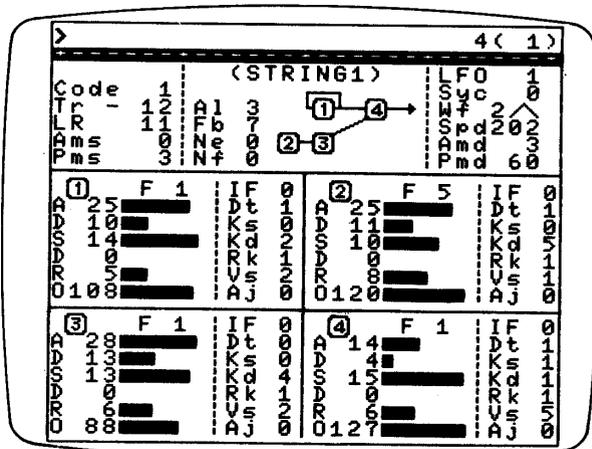
LFO

Le vibrato est une des caractéristiques majeures des instruments à cordes. Puisqu'il s'agit d'un son d'orchestre, le vibrato profond entendu sur les instruments à cordes en solo n'est néanmoins pas nécessaire ici.

Transposition

La transposition abaisse les aigus d'une octave pour offrir un son plus riche dans la gamme médiane et basse.

Fig. 49 Réglages d'une sonorité d'instrument à corde



Sonorités d'orgue

L'exemple final fait appel à PORGAN 1 qui est le son numéro 14. Ce son utilise deux porteuses.

Algorithme

PORGAN 1 utilise le motif d'algorithme 5, à deux porteuses et deux ondes de modulation. Cet algorithme "tout-puissant" permet un contrôle étroit du processus de création de timbre car ses composantes peuvent être divisées en deux parties. Dans cet exemple, la sonorité se répartit entre le groupe OP3 et 4, utilisés pour les réverbérations profondes des tuyaux d'orgue, et le groupe de OP1 et 2 pour les réverbérations à haute fréquence. Il est possible de programmer ces deux parties indépendamment.

Fréquence des opérateurs

OP3 et 4 sont réglés sur 0 pour produire les réverbérations profondes et graves de l'orgue. OP1 et 2, destinés aux réverbérations à haute fréquence, sont réglés respectivement sur 8 et 4. Les rapports d'harmoniques sont donc de 1:2 de 4:8, ce qui produit l'effet de comblage de l'orgue (deux hauteurs s'harmonisant pour créer un nouveau son).

Niveau de sortie des opérateurs et contre-réaction

Le niveau de sortie des ondes de modulation ne doit pas devenir trop élevé. La contre-réaction n'est pas utile.

EG

L'attaque de l'orgue à tuyaux n'est probablement pas aussi lente que vous pensez. Si elle est trop lente, le son ressemble à celui des anciennes orgues à pédale. Le niveau approprié du A de la porteuse est de 16 à 18. Si l'on tient compte de la construction de l'orgue à tuyaux et de la nature de la salle où il est joué, ainsi que l'intention de produire une certaine réverbération après le relâchement des touches, le réglage de B de la porteuse comme de l'onde de modulation doivent se situer entre 5 et 7.

Pondération du clavier

La pondérations du clavier corrige la réverbération trop longue qui a tendance à survenir après le relâchement des touches les plus hautes. La pondération de niveau s'applique aux ondes de modulation et limite la modulation de fréquence sur les touches élevées afin de produire une sonorité plus claire.

APPENDICE

Connaissances de base nécessaires à la création de sons

Un piano et une flûte produisent des vibrations de l'air que nous percevons comme des sons. Ces deux instruments sont capables de produire un La à environ 440 Hz suivant la façon dont ils ont été accordés. Nous percevons cependant une différence entre ces deux sons. Les facteurs qui rendent ces sons différents sont identifiables, et c'est en fait en contrôlant ces facteurs qu'on peut produire des sons différents. Les synthétiseurs permettent d'agir sur les différents facteurs qui régissent les sons.

Le programme de registration FM II permet la création de nombreux sons grâce à un contrôle précis des facteurs dont ils dépendent. Il est donc nécessaire de comprendre les facteurs qui régissent le son pour pleinement profiter du programme de registration FM II.

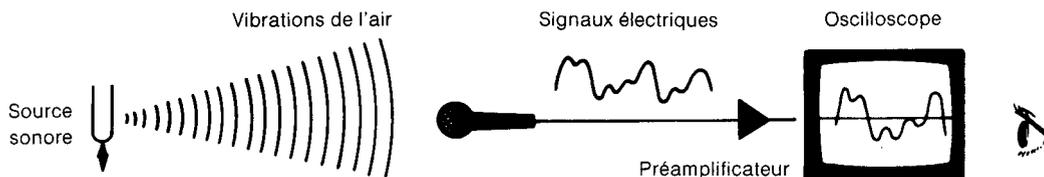
Qu'est-ce que le son?

On peut considérer que le son provient des vibrations d'un objet. Ces vibrations traversent l'air et atteignent nos oreilles sous forme de "son". Il est difficile d'imaginer ses composantes puisqu'il n'est pas perceptible à l'œil.

Pour pallier à ce problème, on peut utiliser un microphone pour convertir les vibrations (changements de pression) de l'air en signaux électriques. Ces signaux peuvent alors être convertis en images si l'on raccorde le microphone à un oscilloscope. Les images qui apparaissent sur l'écran de l'oscilloscope sont appelées **formes d'ondes**.

Nous parlerons fréquemment ici de formes d'ondes. Il est préférable de considérer simplement les formes d'ondes comme étant la représentation visuelle des ondes.

Fig. 46 Visualisation des formes d'ondes



Les trois composantes du son

- La hauteur d'un son

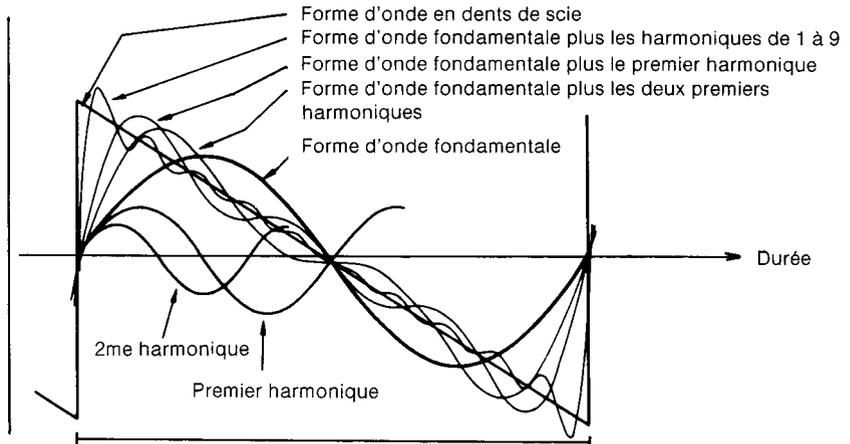
Un piano ou une guitare produisent un son possédant un intervalle ou **hauteur** fondamentale correspondant à la longueur de la corde frappée ou pincée. Il est possible de changer la hauteur du son en changeant la longueur de la partie de la corde qui vibre. Cela modifie également le nombre de fois où la corde vibre dans un laps de temps donné. Une hauteur faible signifie, par exemple, que la corde vibre relativement lentement. Ce principe permet d'exprimer la hauteur du son en termes de vibrations par seconde (fréquence).

- Le timbre

Néanmoins, même si la hauteur d'une certaine note est la même pour un piano et une guitare, la forme d'onde et le **timbre** restent très différents. Ceci dépend de la manière dont le son est engendré. La taille et la forme d'un instrument vont faire vibrer différemment les cordes de l'instrument. La manière dont une vibration est produite peut être exprimée par une forme d'onde. La forme d'une onde peut à

première vue sembler n'avoir ni rime ni raison, mais en fait toutes les formes d'ondes s'avèrent être composées d'ondes sinusoïdales. Si l'on regarde les choses de l'autre côté, une forme d'onde de n'importe quelle forme désirée peut être formée en combinant des ondes sinusoïdales. Par exemple, le schéma de la Fig. 47 indique ce qui arrive lorsque des ondes qui sont des multiples (double, triple, etc.) de l'onde sinusoïdale de base s'ajoutent à cette dernière. L'onde commence à ressembler à une onde en dents de scie lorsque des ondes sinusoïdales de multiples plus élevés s'ajoutent à l'onde sinusoïdale de base. L'onde sinusoïdale de base s'appelle la **fondamentale** et les ondes sinusoïdales subséquentes s'appellent les **harmoniques**. Le timbre (forme d'onde) d'un instrument dépend du volume relatif des divers harmoniques.

Fig. 47 Décomposition d'une onde en dent de scie en une série d'harmoniques



Le petit programme BASIC ci-dessous reproduit la figure 47 et vous permettra d'observer comment une somme d'harmoniques successifs se rapproche progressivement du signal en dents de scie. Ce programme permet également l'observation des harmoniques d'une onde carrée et triangulaire. Pour sortir du programme, enfoncez **CTRL** + **STOP**.

```

10 DIM W(160):P=ATN(1)/20:SCREEN 0:COLOR 15,4,7:PRINT"Which waveform?":PRINT
20 PRINT"1=Saw tooth":PRINT"2=Square":PRINT"3=Triangle":PRINT:PRINT"1/2/3 ?":
30 A$=INPUT$(1):IF INSTR("123",A$)=0 THEN RUN 10 ELSE C=VAL(A$)
40 SCREEN 2:COLOR 15,4,7:OPEN"GRP:"AS1:H=0:N=1
50 ON C GOSUB 120,130,140:IF A<>0 THEN H=H+1:CLS:ON C GOSUB 170,180,190:ELSE 90
60 PRESET(16,180):PRINT#1,"Fundamental":IF N>1 THEN PRINT#1,"+":H-1;"Harmonics"
70 GOSUB 200:PRESET(100,0):PRINT#1,"Hit Space Bar"
80 IF INKEY$<>CHR$(32) THEN 80
90 N=N+1:IF H<10 THEN 50 ELSE LINE(0,0)-STEP(255,8),4,6F
100 PRESET(16,0):PRINT#1,"Hit Space Bar to restart"
110 IF INKEY$=CHR$(32) THEN RUN 10 ELSE 110
120 A=2/N/P:RETURN
130 IF N MOD 2=0 THEN A=0 ELSE A=3/N/P:RETURN
140 IF N MOD 2=0 THEN A=0:RETURN:ELSE S=(N-1)/2
150 IF S MOD 2=0 THEN A=1 ELSE A=-1
160 A=A/10/(N*P)^2:RETURN
170 PSET(40,90):DRAW"U80 F160 U80 L160":RETURN
180 PSET(40,90):DRAW"U60 R80 D120 R80 U60 L160":RETURN
190 LINE(40,90)-STEP(160,0):LINE(40,90)-STEP(40,-80):LINE STEP(0,0)-STEP(80,160)
:LINE STEP(0,0)-STEP(40,-80):RETURN
200 F=0:FOR I=2 TO 160 STEP 2:HR=A*SIN(I*P*N):W(I)=W(I)+HR
210 PSET(40+I,90.5-HR):LINE(38+I,90.5-W(I-2))-(40+I,90.5-W(I)):NEXT:RETURN

```

La hauteur du son est déterminée par le nombre de vibrations par seconde (fréquence) de la fondamentale. En fait la hauteur, qui est un concept subjectif, dépend également d'autres facteurs, tel que le volume sonore. Dans la suite, nous utiliserons cependant ce terme, alors que pour être plus précis, il faudrait parler de la fréquence de la fondamentale.

• **Le volume sonore**

L'amplitude des vibrations (dans l'exemple ci-dessus, la profondeur du signal en dents de scie) permet aux sons possédant la même hauteur et le même timbre de se distinguer par leur différence de **volume**, comme, par exemple, lorsque les touches d'un piano sont frappées fort ou jouées doucement.

Il est donc possible de dire que les différences que nous percevons dans les sons sont le produit des différences de hauteur, de timbre et de volume. Les trois composantes du son sont la fréquence de la fondamentale, la forme d'onde (composée des harmoniques) et l'amplitude.

Changements du son dans le temps

Il existe un autre principe à comprendre en ce qui concerne les différences dans le son. Lorsque l'on joue une note sur, par exemple, un piano, on entend un son initial (attaque) au moment où la touche est frappée. Le volume du son diminue progressivement pendant qu'on maintient la touche enfoncée. De plus, le début de la note comprend un grand nombre d'harmoniques mais ce nombre décroît lorsque la note s'amortit. De nombreux changements affectent la note entre le moment où elle est émise et le point où son amortissement la rend inaudible.

On désigne cette relation entre le temps et le changement du son par le terme d'**enveloppe**. Cet élément est très important du point de vue de la création du son car des différences d'enveloppe produisent des sons complètement différents, même si la fréquence de leur fondamentale est la même et si leurs harmoniques coïncident. Il faut considérer deux types d'enveloppes: un pour le volume global, l'autre pour la structure des harmoniques. En fait, ce dernier type correspond à des enveloppes de volume affectant chaque harmonique individuellement.

Fig. 48 Modèle d'enveloppe de volume pour un piano

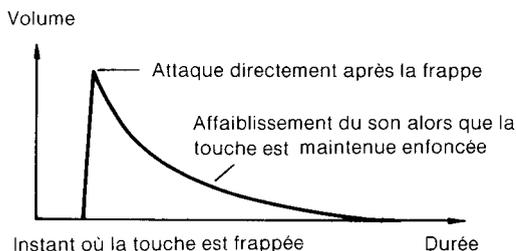
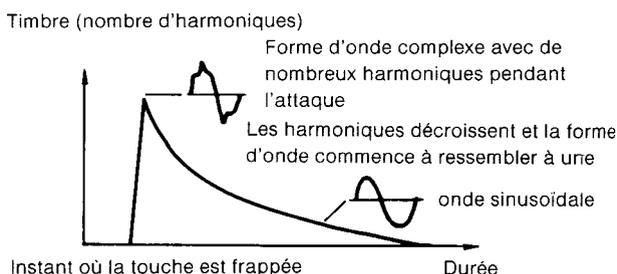


Fig. 49 Modèle d'enveloppe de timbre pour un piano



Qu'est-ce qu'un synthétiseur?

En envoyant les signaux électriques, visualisés à la Fig. 46, à une sonorisation, vous pouvez restituer le son capté par le microphone. Une guitare électrique fonctionne d'ailleurs de cette manière. Des microphones captent le son émis par les cordes et envoient des signaux électriques à un amplificateur de guitare. Cet amplificateur permet d'agir sur le volume, la tonalité, etc. et de contrôler ainsi diverses caractéristiques du son restitué plus étroitement qu'à l'aide d'un instrument acoustique.

Dans le cas d'un synthétiseur, les signaux électriques sont directement produit par des circuits électroniques. Un synthétiseur ne produit pas de son, mais uniquement des signaux électriques qui ne sont pas affectés par les bruits ambiants. Un synthétiseur se compose essentiellement d'un grand nombre d'oscillateurs (circuits produisant des formes d'ondes élémentaires), et diverses fonctions permettant de combiner les ondes élémentaires pour produire la forme d'onde souhaitée à la sortie.

Génération de son FM

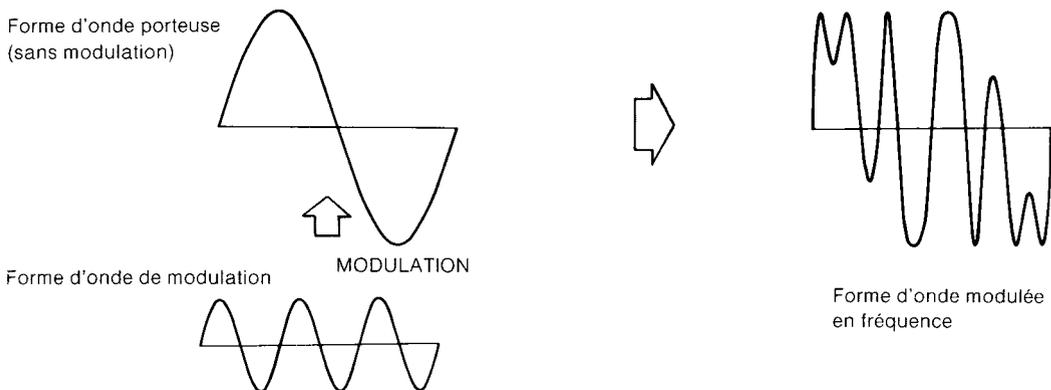
Qu'est-ce que la FM?

Vous associez probablement le terme FM avec un type de transmission de radio. La FM de votre radio et la FM de la génération de son FM sont une seule et même chose. Les deux signifient **modulation de fréquence**. Il s'agit de la technique consistant à faire varier la fréquence d'un signal par une autre fréquence. Bien que la FM de votre radio et la FM de la génération de son FM aient la même signification, leurs utilisations sont quelque peu différentes.

Les signaux audio (contenu d'une émission) d'une émission FM sont transmis à l'aide d'une **porteuse** dont la fréquence est modifiée par les signaux audio. La fréquence de la porteuse est celle attribuée à chaque station, celle qui apparaît sur votre cadran. Cette fréquence est extrêmement élevée pour permettre la transmission des ondes radio à travers l'air. Les signaux audio se situent dans la plage audible par l'oreille humaine (environ 20 Hz à 20 kHz). La différence de fréquence entre la porteuse et le signal audio (appelé **onde de modulation**, puisqu'elle module la fréquence de la porteuse) est importante.

Que se passe-t-il lorsqu'on diminue la fréquence de la porteuse, rapprochant ainsi sa fréquence de celle de l'onde de modulation? Pour nous exprimer différemment, qu'arrive-t-il au signal de la porteuse lorsque sa fréquence entre dans la plage audible et devient donc modulée? La forme d'onde est distordue et une gamme importante de composantes de haute fréquence est produite. C'est là le principe de fonctionnement utilisé pour engendrer des sons d'instruments dans la génération de son FM.

Fig. 50 Changements dans la forme d'onde causés par la FM



La génération de son FM permet d'agir sur la hauteur, le timbre et le volume des sons. Il s'agit d'une rupture radicale avec le principe des synthétiseurs analogiques utilisés jusqu'à présent. Pour obtenir la forme d'onde voulue, ces appareils fonctionnaient par filtrage des harmoniques indésirables à partir de formes d'ondes spéciales créées dans la section de génération du son. La génération de son FM permet de créer directement la forme d'onde voulue au moyen de la section de génération de l'appareil, autorisant une gamme considérablement plus étendue de sons possibles. Les composantes de bruit sont aussi produites dans la section de génération du son, ce qui permet la création de timbres plus

proches des originaux réels, comme le violon, la flûte, etc. Les orgues électroniques traditionnels étaient basés sur un principe de synthèse purement additive: un générateur devait être réservé pour la production de chaque harmonique. Dans un synthétiseur FM, par contre, les harmoniques sont créés par interaction entre des ondes sinusoïdales (modulation), ce qui permet de synthétiser une grande variété de sons avec des circuits beaucoup plus simples et moins nombreux que dans le cas des synthétiseurs traditionnels.

Le programme ci-dessous permet d'afficher des graphes semblables à ceux de la Fig. 50. Il permet en outre de comparer les formes d'ondes obtenues par modulation FM à celles qui sont produites par une simple addition. Vous pouvez changer l'amplitude de l'onde de modulation à l'aide des touches du curseur ↑ et ↓. Les touches ← et → permettent de varier la fréquence de l'onde de modulation et la barre d'espace sert à entrer ces paramètres. Pour arrêter ce programme, enfoncez [CTRL] + [STOP]. Pour chacune des valeurs proposées, l'onde obtenue par génération FM est beaucoup plus complexe que dans le cas d'une synthèse purement additive. Vous pouvez aussi observer qu'un petit changement de l'amplitude de l'onde de modulation produit des effets beaucoup plus importants dans la forme de l'onde FM que dans celle obtenue par addition.

```

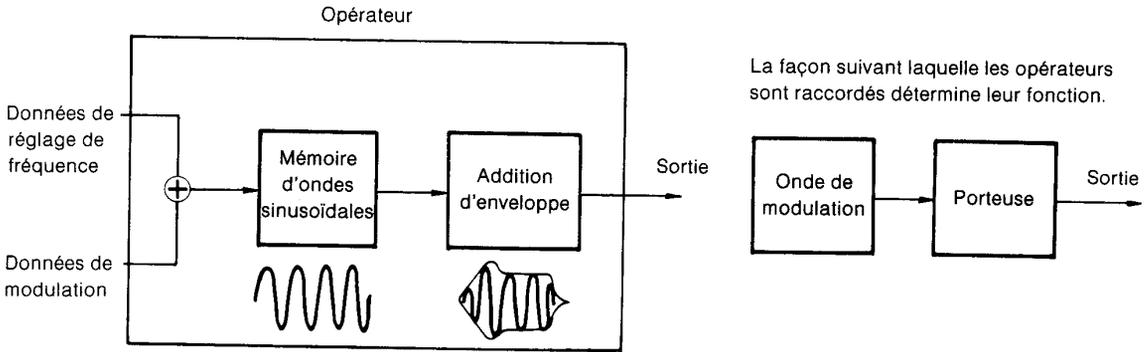
10 SCREEN 2:COLOR 15,3,7:CLS:OPEN"GRP:"AS1
20 P=ATN(1)/12:F=3:L=20:DIM W(3,1),SW(96):IL=11:GOSUB 130
30 PRESET(32,116):DRAW"C1 R8 BR16 R8 ND16 BR32 R8 U20 L8 R8 D10 R40"
40 GOSUB 140:J0=0:GOSUB 170:J0=1:IL=3
50 IF INKEY$=CHR$(32) THEN RESTORE :FOR I=1 TO 3:
60 IF INKEY$=CHR$(32) THEN RESTORE 280:GOSUB 130:GOSUB 170
70 S=STICK(0):IF S MOD 2=0 THEN 60 ELSE IF S=1 THEN L=L+2 ELSE IF S=5 THEN L=L-2
80 IF L<0 THEN L=0:BEEP:GOTO 60 ELSE IF L>100 THEN L=100:BEEP:GOTO 60
90 IF S=3 THEN F=F+1 ELSE IF S=7 THEN F=F-.5
100 IF F>.5 THEN F=INT(F)
110 IF F<.5 THEN F=.5:BEEP:GOTO 60 ELSE IF F>10 THEN F=10:BEEP:GOTO 60
120 GOSUB 140:GOTO 60
130 FOR I=1 TO IL:READ X1,Y1,X2,Y2,X3,Y3,C,A$:GOSUB 160:NEXT:RETURN
140 LINE(16,68)-STEP(96,8),9,BF:PSET(17,69)
150 PRINT#1,"F=";RIGHT$(STR$(F),2);" L=";RIGHT$(STR$(L),3);"%":RETURN
160 LINE(X1,Y1)-STEP(X2,Y2),C,BF:PSET(X1+X3,Y1+Y3),C:PRINT#1,A$:RETURN
170 FOR J=0 TO 3:W(J,0)=0:NEXT:A=L/4:FOR I=2 TO 96 STEP 2:B=I*P
180 FOR J=0 TO 3:ON J+1 GOSUB 190,200,210,220:NEXT J,I:RETURN
190 W(0,1)=25*SIN(B):SW(I)=W(0,1):X=144+I:Y=38.5:GOSUB 230:RETURN
200 W(1,1)=A*SIN(F*B):X=16+I:Y=38.5:GOSUB 230:RETURN
210 W(2,1)=25*SIN(B+W(1,1)/2.5):X=16+I:Y=162.5:GOSUB 230:RETURN
220 W(3,1)=W(1,1)+SW(I):X=144+I:Y=142.5:GOSUB 230:RETURN
230 LINE(X-2,Y-W(J,0))-(X,Y-W(J,1)):W(J,0)=W(J,1):RETURN
240 DATA 16,0,8,8,1,1,6,1,144,0,8,8,1,1,6,2
250 DATA 16,108,16,16,5,5,6,1,40,108,16,16,5,5,6,2
260 DATA 80,88,16,16,5,5,6,1,80,108,16,16,5,5,6,2
270 DATA 144,8,96,60,0,0,4,"",144,68,96,8,1,1,9,"F= 1 L=100%"
280 DATA 16,8,96,60,0,0,4,"",16,132,96,60,0,0,4,"",144,92,96,100,0,0,4,""

```

Principe de génération du son FM

Un oscillateur, appelé **opérateur**, est utilisé dans le dispositif réel de génération de son FM. Cet opérateur sert à la production de la porteuse comme à celle de l'onde de modulation, comme illustré ci-dessous. Chaque opérateur reçoit les données servant à déterminer la fréquence et le niveau de sortie, puis opère un choix parmi les ondes sinusoïdales en mémoire selon les données d'entrée. (L'onde choisie est une onde sinusoïdale lorsqu'il n'y a pas de données FM). Une enveloppe est ajoutée à l'onde choisie en mémoire, ce qui produit l'onde résultante. Si la sortie doit être utilisée comme signal audio, cet opérateur constitue la porteuse. Il constitue l'onde de modulation lorsque ses signaux sont envoyés à l'opérateur suivant pour commander la modulation.

Fig. 51 Configuration des opérateurs



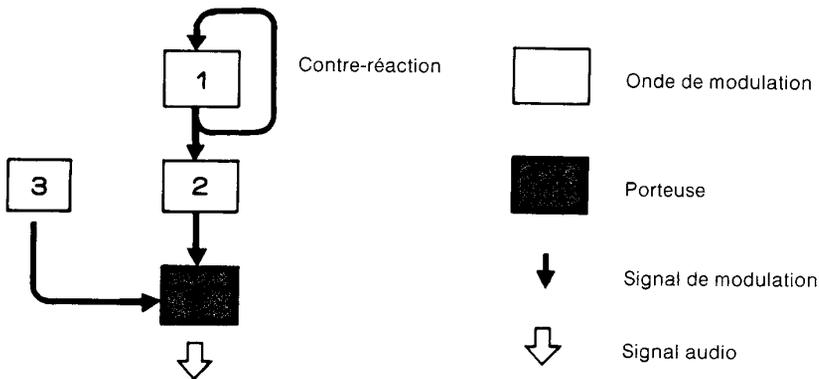
Les enveloppes sont produites par le générateur d'enveloppes. L'enveloppe contrôle le changement de volume pendant une durée donnée pour la porteuse, et le changement de timbre pour l'onde de modulation pendant une durée donnée.

Le synthétiseur de son FM utilise quatre opérateurs pour chaque son. Puisque huit sons peuvent être engendrés simultanément par l'appareil, il y a 32 opérateurs en tout.

Les manières dont les quatre opérateurs servent de porteuses ou d'ondes de modulation sont appelées **algorithmes**. S'il y a seulement une porteuse et une onde de modulation, des sons de base peuvent déjà être engendrés.

L'utilisation des quatre opérateurs autorise la création de sonorités aux nuances subtiles et complexes. Ces algorithmes peuvent comporter un grand nombre de motifs, mais huit motifs d'algorithmes ont été sélectionnés pour l'unité de synthèse de son FM dans le but de faciliter la création de sons.

Fig. 52 Exemple d'algorithme



Vous aurez remarqué la boucle de **contre-réaction** affectant l'opérateur 1. Ceci signifie qu'une fraction du signal produit par cet opérateur est réinjecté pour produire une auto-modulation. La contre-réaction fournit un nombre élevé d'harmoniques et permet d'obtenir des sons brillants et même du bruit.

Générateur d'enveloppe

Enveloppe

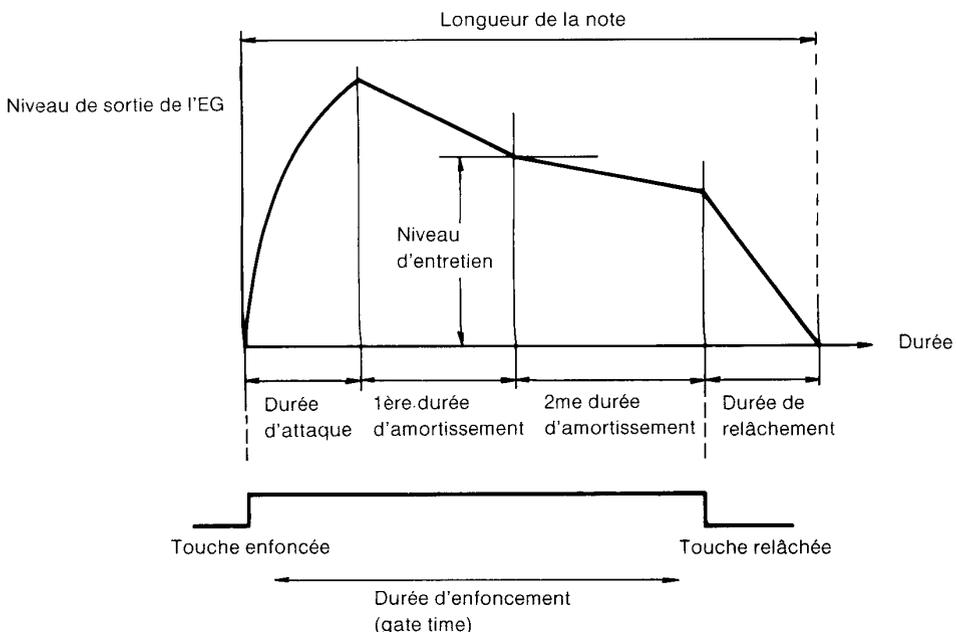
Le concept d'enveloppe, que nous avons introduit en page 58, joue un rôle important dans la création des sons. L'unité de synthèse du son FM est dotée d'un générateur d'enveloppe pour chaque opérateur (EG) permettant la création de ces enveloppes. L'EG de chaque opérateur détermine le volume et le timbre de cet opérateur pendant un certain laps de temps. La façon dont le son se modifie est déterminée par 5 paramètres: le **taux d'attaque**, le **premier taux d'amortissement**, **niveau d'entretien**, **2e taux d'amortissement** et **taux de déclin**. Ces cinq composantes possèdent les fonctions suivantes:

- (1) **Taux d'attaque:** Taux auquel le niveau de sortie de l'EG atteint sa valeur maximale lorsque la touche est frappée.
- (2) **1er taux d'amortissement:** Taux auquel le niveau de l'EG décline à partir de son niveau maximal au niveau d'entretien (sustain).
- (3) **Taux d'entretien:** Niveau soutenu lorsque la note passe du premier au second taux d'amortissement.
- (4) **2e taux d'amortissement:** Taux auquel le niveau de l'EG tombe à zéro à partir du niveau déterminé comme niveau d'entretien, à 0.
- (5) **Taux de déclin:** Taux auquel le niveau de l'EG décline du point où la touche est relâchée au moment il devient nul.

La durée d'enfoncement de la touche est appelée "gate time".

L'intervalle de temps séparant le moment où la touche est enfoncée et le moment où le son devient inaudible est la **longueur de la note**.

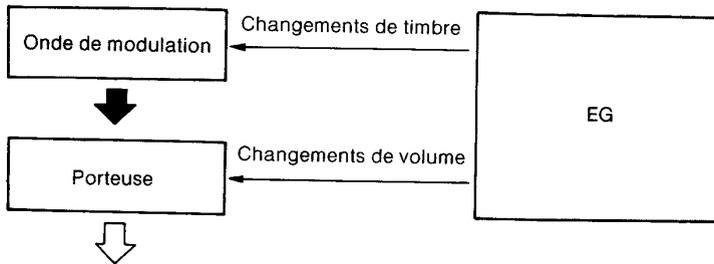
Fig. 53 Paramètres de contrôle du générateur d'enveloppe



Relation existant entre la génération de son FM et l'EG

L'EG de l'unité de synthèse du son FM commande les opérateurs du générateur de son FM et détermine les changements de volume et de timbre sur une période de temps donnée. Les modifications de volume sont effectuées par les EG des opérateurs qui sont utilisés comme porteuses. Les changements de timbre sont effectués par les EG des opérateurs qui sont utilisés comme onde de modulation. La fonction d'un EG d'opérateur change donc suivant que cet opérateur correspond à une porteuse ou à une onde de modulation.

Fig. 54 Relation existant entre la génération de son FM et l'EG



Pondération du clavier (ou asservissement en tessiture)

Qu'est-ce que la pondération du clavier?

Les enveloppes de volume et de timbre des sections aiguë et grave d'un piano diffèrent légèrement. Ceci est vrai non seulement pour le piano, mais aussi pour tous les instruments acoustiques. L'unité de synthèse du son FM possède une possibilité de modification du degré de génération d'enveloppe selon la hauteur. Ce dispositif de **pondération du clavier** permet de programmer de subtiles nuances de son selon la position des touches jouées.

Les deux types de pondération du clavier

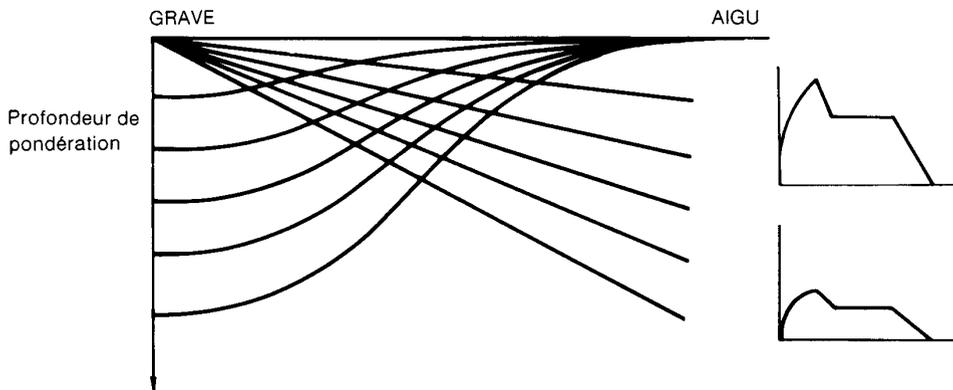
Il existe deux types de pondération du clavier qui permettent d'adapter avec précision les réponses de volume et de timbre selon la position des touches jouées. Ces deux possibilités constituent la pondération du clavier pour le **niveau d'EG** et celle pour le **taux d'EG**.

• **Pondération de niveau**

La pondération de niveau modifie le niveau d'EG selon la position des touches. Elle peut être réglée indépendamment pour chaque opérateur, permettant le réglage séparé des réponses de volume et de timbre.

Un réglage réduisant le volume des touches hautes ou un réglage rendant le son plus plein sont tous deux possibles. Le graphique de pondération de niveau suivant comporte deux familles de courbes. L'une (celle constituée de droites) illustre une baisse de niveau lorsque la hauteur des touches augmente. L'autre indique une baisse de niveau affectant les notes graves. Dans les deux cas, l'importance de l'effet est déterminée par la profondeur de pondération de niveau.

Fig. 55 Pondération de niveau



- **Pondération de taux**

La pondération de taux modifie la longueur de l'enveloppe selon la position des touches. Cela permet d'obtenir une enveloppe abrupte et courte pour les touches plus hautes. Cette fonction se règle aussi par le degré de profondeur de chaque opérateur.

Fig. 56 Pondération de taux

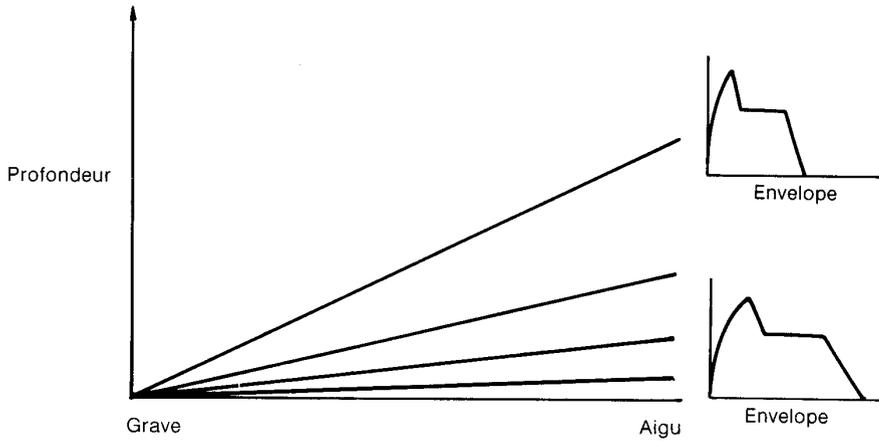
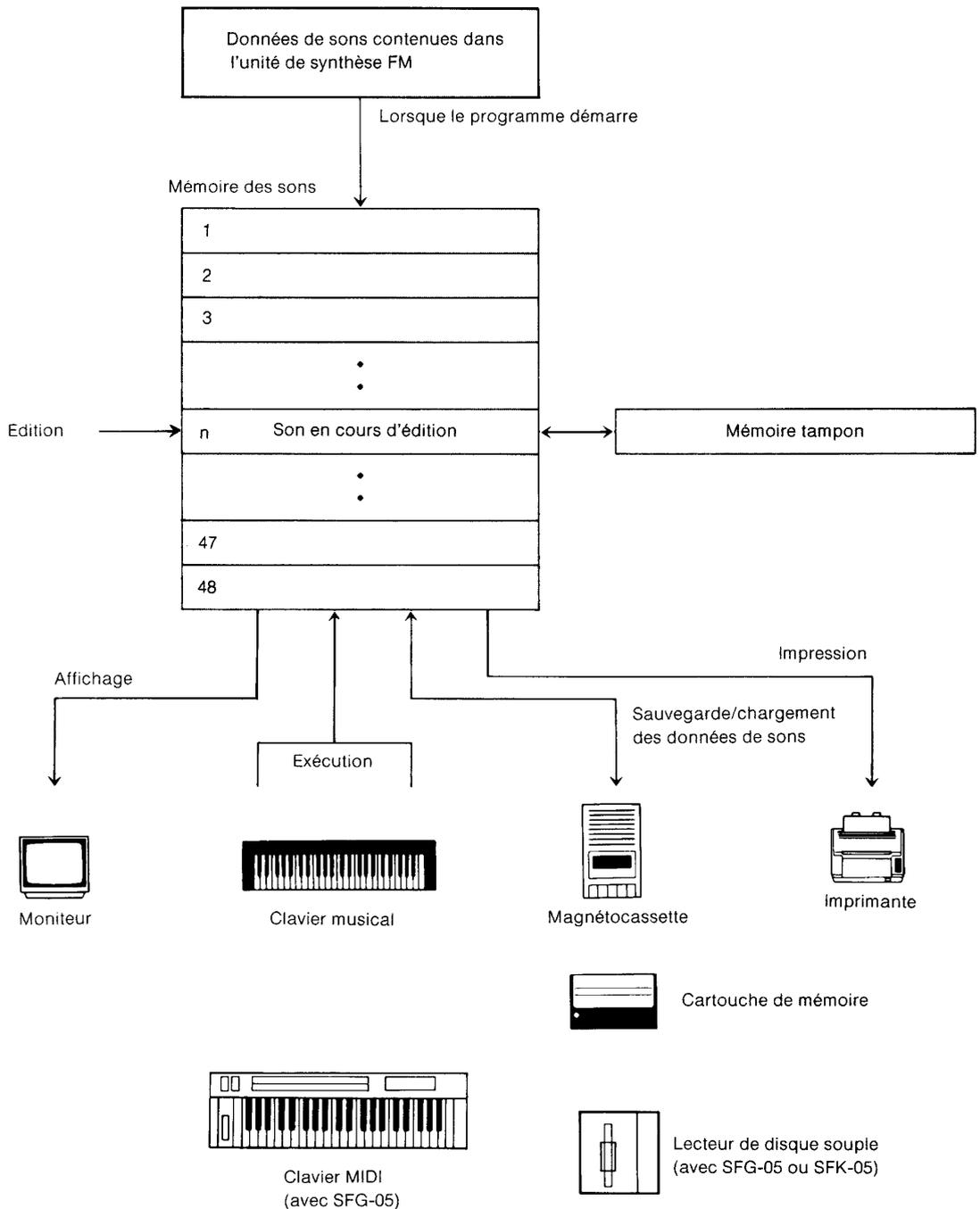


SCHÉMA DU PROGRAMME DE REGISTRATION FM II



MESSAGES D'ERREUR

Dans le coin supérieur droit de l'écran, vous voyez habituellement le numéro du son en cours d'édition et celui du son se trouvant dans la mémoire tampon. De temps à autre, un des messages suivant apparaît pour signaler une anomalie.

Message	Cause	Remède
Bad argument	Argument incorrect à la suite d'une commande.	Entrer l'argument correct.
Bad command	Commande inexistante.	Entrer une commande correcte.
Read error	Erreur rencontrée lors du chargement des données.	Vérifier les connexions.
Write error	Erreur rencontrée lors de la sauvegarde des données.	Vérifier les connexions.
Bad name	Le nom de fichier est incorrect.	Entrer le nom correct.
Not a voice	Les données stockées sur disque ou cartouche ne sont pas des données de sons.	Placer un disque ou une cartouche contenant des données de sons.
Not ready	Le dispositif de mémoire extérieure n'est pas connecté.	Connecter.
Not found	Le fichier désigné ne peut être trouvé.	Vérifier le nom de fichier et entrer un nom correct.
W protect	Le disque souple est protégé.	Enlever l'étiquette protectrice.
FD not ready	Le disque n'est pas dans le lecteur.	Introduire le disque dans le lecteur.
Disk full	Il y a trop de données sur le disque.	Placer un disque neuf ou effacer une partie des données.

TABLE DES CARACTÉRISTIQUES MIDI

[FM Voicing Program II] Date : 1985. 3.16
 Model YRM-52 Implementation Chart Version : 1.0

Function ...	Transmitted	Recognized	Remarks
Basic Default Channel Changed	1ch X	1ch X	
Mode Default Messages Alterd	mode 3 (123,126,127) *****	mode 3 X X	
Note Number True voice	36 - 84 *****	0 - 127 0 - 127	
Velocity Note ON Note OFF	*9n, v=1 - 127 8n, v=64	9n, v=1 - 127 8n, v=0	*fixed
After Touch Key's Ch's	X	X	
Pitch Bender	X	X	
Control Change	X	SUSTAIN (64)	
Prog Change True #	X *****	X X	
System Exclusive	X	X	
System Song Pos Song Sel Common Tune	X	X	
System Clock Real Time Commands	X X	X X	
Aux Local ON/OFF All Notes OFF	X X	X 123	
Mes- Active Sense sages Reset	X X	X X	
Notes			

Mode 1 : OMNI ON, POLY Mode 2 : OMNI ON, MONO o : Yes
 Mode 3 : OMNI OFF, POLY Mode 4 : OMNI OFF, MONO x : No

INDEX ALPHABÉTIQUE

Algorithmme (Al)	26, 61
Chargement	23, 24
Code	37
Contre-réaction (Fb)	26
Désaccord (Dt)	26
Enveloppe (A, D, S, D, R)	30, 58, 62
Fréquence des opérateurs (F, IF, Dt)	28, 29
Générateur de bruit (Ne, Nf)	36
Générateur d'enveloppe	62, 63
Impression	13, 14, 15, 21, 22
Instrument — 1/2	38
LFO	31, 32, 33
Mémoire tampon	13, 19, 66
Mise en service du LFO (LFO)	33
Niveau des opérateurs (O, Aj)	28
Point de partage du clavier	38, 39
Pondération du clavier (Ks, Kd, Rk)	31, 64, 65
Sauvegarde	23, 24
Sensibilité à la vitesse (Vs)	35
Signal sonore des touches	15
Synchronisation du LFO (Syc)	33
Transposition (Tr)	36
Tremolo (Wf, Spd, Pmd, Pms)	31, 32, 33
Vitesse	35
Vibrato (Wf, Spd, Amd, Ams)	31, 32, 33

