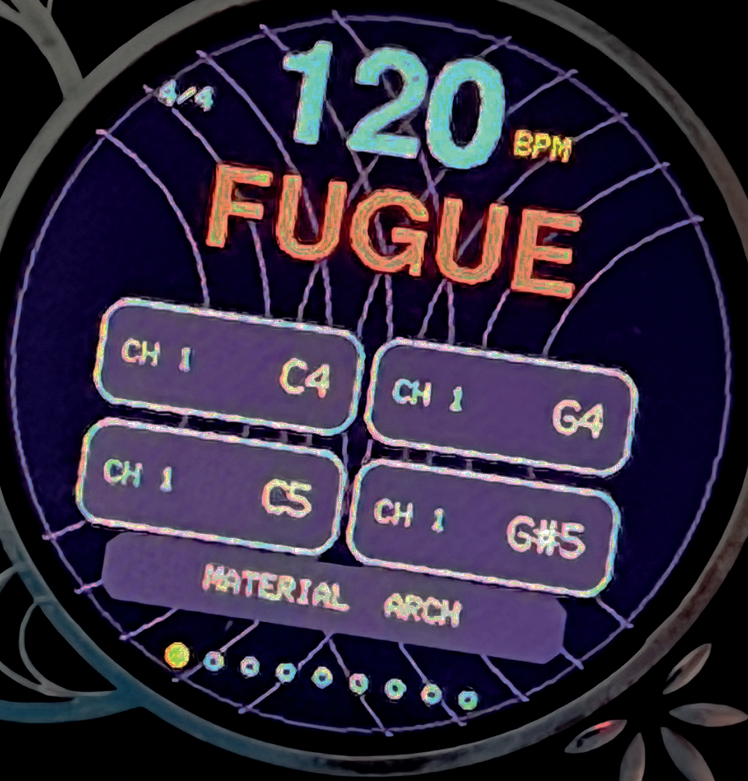
B.A.C.H.

Générateur de composition musicale

Mode d'emploi

version 1.037



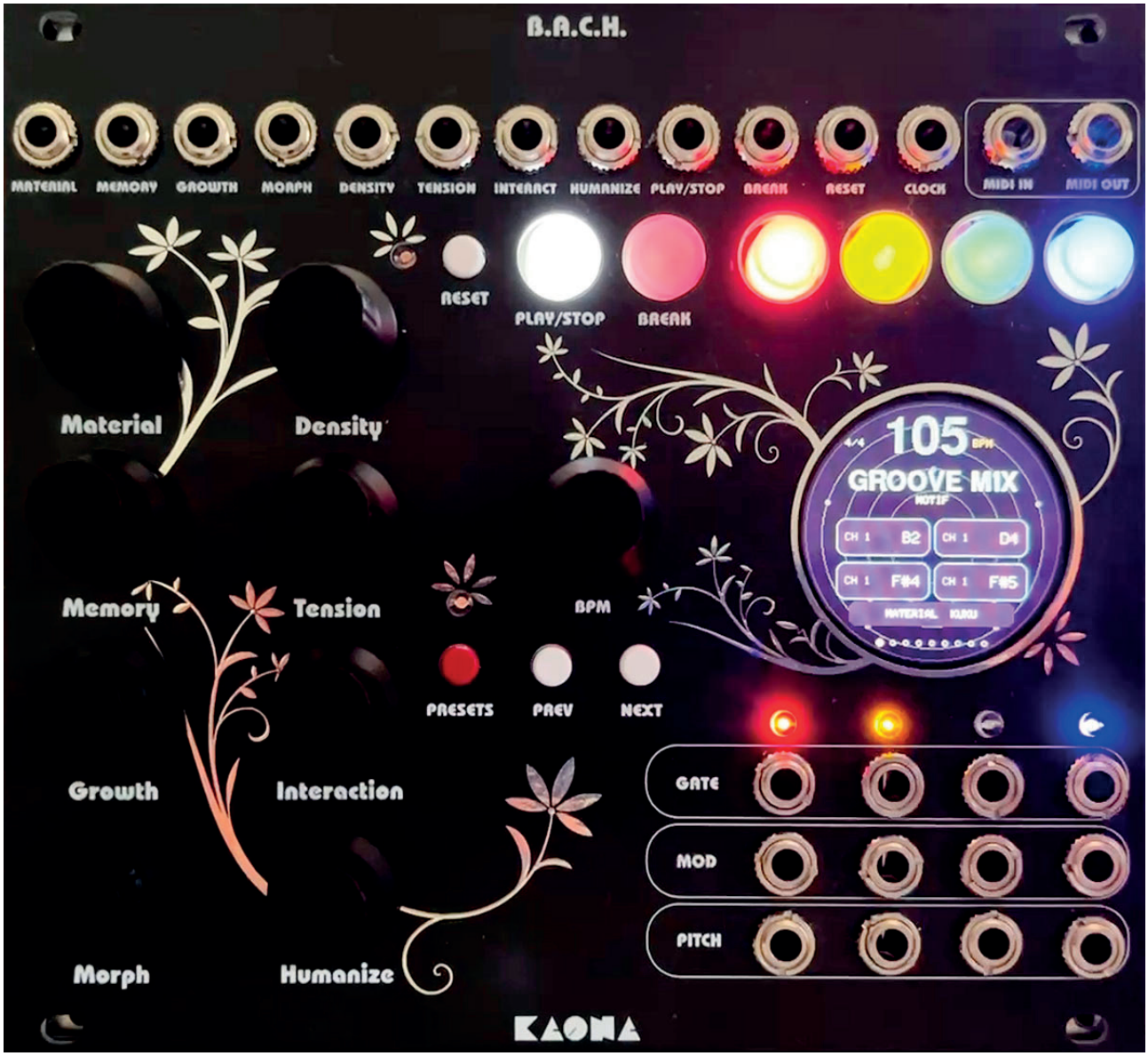
KAONA

Ingenious Instruments for Creative Minds

Sommaire

Sommaire 2
Présentation 3
Caractéristiques 5
Installation 5
Fonctionnement 6
Différence entre B.A.C.H. et un séquenceur 7
Origines de la musique générative 7
Commandes et navigation 11
Les huit contrôleurs 11
Encodeur d'interface et boutons 11
Les quatre pistes 12
Entrées et sorties 12
Horloge 13
Entrées CV 14
Reset d'usine 14
Les écrans 15
MAIN 15
VISUAL 16
CONTROLS 16
MUSIC 16
SEQUENCE 16
HARMONY 16
BREAK 17
CV IN 17
MIDI OUT 17
MIDI IN 18
MEMORY 18
Réglages musicaux 19
SCALE (encodeur MATERIAL) 19
DURATION (encodeur MEMORY) 20
VELOCITY (encodeur GROWTH) 20
ORNAMENTS (encodeur MORPH) 21
ROOT (encodeur DENSITY) 21
METER (encodeur TENSION) 21
SWING (encodeur INTERACTION) 22
PHRASE (encodeur HUMANIZE) 22
SEQUENCE et HARMONY 23
Activer et désactiver la progression 23
Les encodeurs de la page 24
Lire l'écran SEQUENCE 24
Les quatre paramètres d'un accord 25
Compatibilité des algorithmes 27
L'écran HARMONY 28
Les presets de séquences 28
Les 96 presets de séquences « d'usine » 29
Les 128 emplacements utilisateur 29
SEQUENCE, RESET et BREAK 29
BREAK 31
Chargements et sauvegardes 32
Chargement (RECALL) 33
Sauvegarde (WRITE) 33
Description des algorithmes 34
FUGUE 34
CANON 37
PROBA 40
TINTINNABULI 42
MINIMAL 45
CELLULAR 47
TREE 49
FRACTAL 51
MOTIF 53
HYBRID 55
GROOVE 57
GROOVE MIX 60
MIDI 62
MIDI OUT 62
MIDI IN 63
CALIBRATION 69
Accès et sauvegarde 69
Ce que la sortie PITCH doit produire 69
CV INPUT ZERO 69
DAC ZERO READ 70
DAC HALF-SCALE 70
PITCH CHECK 71
Bibliographie 72
Remerciements 73

Présentation



B.A.C.H. est un instrument de composition générative à quatre voix. À chaque impulsion d'horloge (correspondant, selon le réglage, à un temps ou à une subdivision rythmique), il détermine l'activité de chacune des voix: émission d'une note ou d'un silence, hauteur, durée et dynamique. Cette génération s'appuie sur l'une des règles d'écriture proposées par le module.

Ces règles sont conçues comme autant de langages, chacun possédant sa propre grammaire musicale et son propre vocabulaire. Elles rendent ainsi directement

manipulables des notions qui relèvent habituellement du travail de composition. B.A.C.H. ne cherche pas à reproduire une méthode ou un style déterminé, mais propose une interface fondée sur des concepts suffisamment généraux pour accueillir des démarches musicales très différentes.

Les langages disponibles permettent d'explorer différentes formes de contrepoint (fugue et canon), les chaînes de probabilités, les tintinnabuli, la musique répétitive, les automates cellulaires, les déplacements dans un arbre en croissance (L-system), les structures fractales et la transformation de motifs. B.A.C.H. peut également produire des rythmes évolutifs, indépendants ou associés aux règles mélodiques.

B.A.C.H. n'est pas une intelligence artificielle et ne produit pas une œuvre achevée à partir d'une simple demande. Il offre au musicien un environnement dans lequel celui-ci définit des contraintes, introduit des idées musicales, transforme les règles et oriente l'évolution de la composition.

Huit commandes rotatives, également pilotables par CV, permettent d'agir en temps réel sur le langage choisi. Elles contrôlent le vocabulaire initial, la persistance, le développement, la transformation, la densité, la tension, les relations entre les voix et le geste expressif. D'autres paramètres déterminent le parcours harmonique, les gammes employées et les dynamiques de jeu.

B.A.C.H. est un instrument doté de nombreux réglages permettant d'explorer de nouvelles manières de composition, d'improvisation ou d'accompagnement. Même s'il est très simple et rapide de produire les premières séquences, B.A.C.H. peut nécessiter un temps d'apprentissage certain pour en maîtriser toutes les subtilités. Ce manuel devrait pouvoir vous aider à en comprendre les concepts.

Caractéristiques

B.A.C.H. est un module destiné à l'environnement Eurorack. Il est cependant tout à fait possible de l'inclure dans un boîtier autonome alimenté en ±12 V et de l'utiliser en MIDI.

Largeur: 28 HP

Consommation:

+ 12 V: 240 mA

– 12 V: 30 mA

+ 5 V: 0 mA

Profondeur: 28 mm

TRS MIDI (IN et OUT) : type B

Une carte SD est fournie et directement installée à l'arrière du module. Les fichiers ne sont pas directement utilisables et il n'est pas nécessaire de prévoir un accès à cette carte. Cependant, en cas de changement de module, il est possible de récupérer cette carte pour conserver les presets enregistrés.

Installation

Connecter B.A.C.H. à une source d'alimentation Eurorack à l'aide du câble fourni. Le module est protégé contre les inversions de polarité et un détrompeur sur le câble permet son insertion dans le bon sens.

B.A.C.H. ne produit pas de son: il doit être connecté à un ou des VCO, synthétiseurs externes ou n'importe quel instrument Midi. Il n'est pas limité à l'environnement des synthétiseurs modulaires et peut être installé dans un boîtier d'accueil alimenté et être utilisé en dehors de la norme Eurorack grâce à la sortie midi.

Fonctionnement

B.A.C.H. est un générateur de composition à quatre voix. Il ne restitue pas des séquences enregistrées : à chaque impulsion d'horloge (interne ou externe), il calcule quelles notes doivent être jouées, sur quelles pistes, avec quelle durée et avec quelle dynamique. Douze langages d'écriture sont disponibles, chacun appliquant une logique musicale spécifique : contrepoint, imitation, processus graduel, automate, grammaire de croissance, suite mathématique, grille rythmique.

Les quatre pistes sortent en CV et en MIDI. Chaque piste dispose d'une sortie GATE, d'une sortie PITCH au standard 1 V/octave et d'une sortie VELOCITY, et en parallèle sur un des canaux MIDI configurable. Le module ne produit aucun son : il fournit seulement les notes et leurs dynamiques qui seront produites par des oscillateurs ou des instruments MIDI.

Huit encodeurs règlent en permanence le langage en cours. Ces contrôles n'ont pas de positions définies, avec un début ou une fin de course. Les valeurs des réglages sont lisibles sur l'écran. Quel que soit le langage de composition choisi, ils portent partout le même nom et gardent partout le même rôle général : MATERIAL choisit le vocabulaire de départ, MEMORY la persistance, GROWTH le développement, MORPH la transformation, DENSITY le remplissage, TENSION l'écart à la stabilité, INTERACTION la dépendance entre les pistes, HUMANIZE le geste.

Cependant ce que chacun signifie concrètement dépend du langage : dans une fugue, GROWTH règle la longueur des sections ; dans un automate cellulaire, la vitesse des générations. Le chapitre dédié à chaque langage dans ce manuel précise le cadre d'utilisation de chaque contrôle.

Tous les contrôles possèdent une entrée CV avec son atténuateur, ce qui permet de moduler la composition depuis le reste d'un système modulaire.

Différence entre B.A.C.H. et un séquenceur

Un séquenceur demande de saisir chaque note. Il donne un contrôle total sur une séquence plus ou moins courte ou longue, mais toujours limitée et tournant en boucle.

B.A.C.H. est un générateur : on ne saisit plus les notes mais les conditions qui les produisent, et la longueur de la partition jouée n'est plus limitée. En contrepartie, on perd la maîtrise du détail : il n'est pas prévu de pouvoir forcer une note précise à un endroit donné.

Le concept est donc de donner accès aux paramètres de règles reconnaissables. Chaque langage applique un procédé qui a une histoire et un cadre théorique documenté, de sorte que les huit contrôles agissent sur des paramètres qui ont un sens à l'intérieur de ce procédé.

Origines de la musique générative

Composer à partir d'une règle plutôt que note à note est une pratique ancienne. Vers 1026, Guido d'Arezzo décrit dans *Micrologus*, une méthode d'invention mélodique qui associe les voyelles d'un texte aux degrés de la gamme : le texte fournit ainsi une trame à partir de laquelle une mélodie peut être produite ou improvisée. Au début du XIV^e^ siècle, les innovations de notation rythmique réunies sous le nom d'Ars nova (traditionnellement associées à Philippe de Vitry) permettent une organisation plus précise et plus souple des durées. En 1668 paraît à Londres *Tintinnalogia, or the Art of Ringing*, attribué à Richard Duckworth, un ouvrage qui décrit au moyen de chiffres des enchaînements réglés de permutations de cloches : une musique produite par une procédure et exécutée sans partition musicale au sens usuel.

À l'époque baroque, la règle ne produit pas nécessairement directement la musique, mais elle en organise l'écriture. L'imitation, le renversement, la rétrogradation, l'augmentation, la diminution et le canon constituent autant d'opérations formalisables, dont Johann Sebastian Bach explore systématiquement les possibilités. Dans l'*Offrande musicale* de 1747, plusieurs canons sont présentés sous une forme volontairement énigmatique : au lecteur de découvrir les voix ou les

transformations manquantes. La formule *Quaerendo invenietis* («En cherchant, vous trouverez») résume ce jeu de déduction. *L'Art de la fugue*, dont la première édition posthume paraît en 1751, pose les éléments d'une pensée procédurale : un sujet, des opérations et des états successifs. Cependant il ne s'agit pas encore d'un système génératif autonome.

Le XVIII^e^ siècle explore également la composition combinatoire. En 1757, Johann Philipp Kirnberger publie un manuel qui permet d'assembler des fragments musicaux au moyen de tables. L'année suivante, Carl Philipp Emanuel Bach décrit le procédé permettant de construire six mesures de contrepoint double sans en connaître les règles. Un de ces jeux est *l'Anleitung zum Komponieren von Walzern,* attribué (peut-être faussement) à Mozart. Deux dés servent à sélectionner des mesures préécrites dans des tables contenant 176 entrées. Le système produit une valse de seize mesures; quatorze d'entre elles offrent onze possibilités, la huitième une seule et la dernière deux possibilités. La musique est bien obtenue par une procédure, mais celle-ci ne crée pas son matériau: elle agence des fragments déjà composés.

Au début du XX^e^ siècle, la règle porte de nouveau sur l'organisation du matériau lui-même. Entre 1921 et 1923, Arnold Schoenberg élabore sa «méthode de composition avec douze sons n'ayant de rapport qu'entre eux». Une série ordonne les douze hauteurs de la gamme chromatique et peut être transposée, renversée, rétrogradée ou soumise à une rétrogradation inverse. Ces opérations, familières du contrepoint, ne s'appliquent plus seulement à un thème, mais à l'organisation générale des hauteurs. La série ne détermine toutefois pas à elle seule l'œuvre entière: rythme, timbre, articulation, texture et forme restent largement soumis aux décisions du compositeur.

Après 1945, le sérialisme généralisé étend cette volonté d'organisation à plusieurs paramètres. Dans *Mode de valeurs et d'intensités* de Messiaen, composé en 1949, hauteurs, durées, intensités et modes d'attaque sont associés selon des modes déterminés. Boulez généralise cette approche dans le premier livre de *Structures pour deux pianos*.

D'autres compositeurs confient certaines décisions au hasard ou au calcul. John Cage emploie des combinaisons du Yi Jing pour déterminer la partition de *Music of Changes* en 1951. Lejaren Hiller et Leonard Isaacson programment ensuite l'ordinateur ILLIAC I de l'université de l'Illinois pour produire et sélectionner des phrases musicales. Leur *ILLIAC Suite*, achevée en 1956 pour quatuor à cordes, peut être considérée comme la première grande partition issue d'un processus de composition assisté par ordinateur.

Iannis Xenakis applique des lois de probabilité à des masses sonores dans *Pithoprakta* en 1955-1956 et *Achorripsis* en 1956-1957, avant d'exposer ses méthodes stochastiques dans *Musiques formelles* en 1963. Dans *le Poème symphonique pour 100 métronomes* de 1962, György Ligeti crée une pièce de vingt minutes seulement jouée par des métronomes dont sont réglés les tempos et les départs. En 1965, Steve Reich utilise le déphasage en faisant jouer la même boucle par deux magnétophones dont les vitesses diffèrent légèrement. Il adapte ensuite ce principe aux instrumentistes, notamment dans *Piano Phase* en 1967. Une fois préparé et mis en mouvement, le processus se déroule de lui-même et doit rester perceptible tout au long de l'écoute.

L'expression «musique générative» est popularisée par Brian Eno au milieu des années 1990 lors d'une conférence donnée à San Francisco le 8 juin 1996. Ses recherches sont cependant bien antérieures : dans *Discreet Music* en 1975, un synthétiseur alimente un dispositif de délai et de réinjection, dont Eno laisse largement le comportement se développer. Pour certaines pièces *d'Ambient 1: Music for Airports* en 1978, de longues boucles de bande de durées différentes superposent des notes isolées et de courts fragments : leurs rencontres se renouvellent pendant de très longues périodes.

À partir de 1981, David Cope développe *Experiments in Musical Intelligence,* qui analyse des corpus musicaux et les recombine. Arvo Pärt élabore quant à lui, avec *Für Alina* en 1976, le système tintinnabuli : une voix mélodique est associée à une voix puisant ses notes dans une triade selon des règles précises de position et de proximité. Cette écriture est fortement formalisable, mais demeure largement interprétée par Arvo Pärt dans ses compositions.

La synthèse modulaire suit parallèlement sa propre voie. Donald Buchla introduit en 1970 la série 200, qui développe un contrôle du son ouvert aux tensions variables et aléatoires. Le module 266 *Source of Uncertainty*, conçu au milieu des années 1970, fournit des tensions aléatoires fluctuantes, quantifiées ou mémorisées, dont certaines distributions peuvent être contrôlées. Depuis les années 2000, l'écosystème Eurorack a multiplié les registres à décalage, quantificateurs, séquenceurs probabilistes et générateurs de rythmes euclidiens, transformant ces principes en outils courants de composition modulaire.

B.A.C.H. s'inscrit dans cette généalogie en déplaçant la génération à l'échelle de l'écriture musicale. Il ne propose pas seulement des sources de variation isolées, mais des règles de composition dont l'état interne (sujet, phrase, génération et section) persiste d'une mesure à l'autre. Il rejoint ainsi la famille des instruments de Kaona consacrés à la musique algorithmique et générative, aux côtés de Skippy, générateur de rythmes matriciels ou non matriciels, linéaires ou logarithmiques, et de Zazou, qui produit séquences, accompagnements, improvisations et mélodies sur quatre canaux totalement indépendants.

Commandes et navigation

Les huit encodeurs sont contextuels: sur l'écran principal ils façonnent l'algorithme; sur les pages dédiées ils règlent les paramètres musicaux, la séquence, les Breaks ou les CV.

Les huit contrôleurs

CONTRÔLE	FONCTION
MATERIAL	Choisit le vocabulaire de départ: motif, règle, famille, langage ou rythme.
MEMORY	Règle la persistance, la répétition ou la vitesse de renouvellement selon l'algorithme.
GROWTH	Développe la forme: longueur, profondeur, nombre de cellules ou arrivées de voix.
MORPH	Transforme ce qui existe: rotation, inversion, déplacement, permutation ou mutation.
DENSITY	Détermine combien d'événements et de voix sont audibles.
TENSION	Éloigne la matière de sa stabilité par syncopes, intervalles ou notes de passage.
INTERACTION	Règle la dépendance entre les quatre pistes: unisson, imitation, dialogue ou indépendance.
HUMANIZE	Introduit une notion progressive d'improvisation adaptée à chaque langage.

Encodeur d'interface et boutons

COMMANDE	ACTION
Encodeur d'interface	Règle le tempo exprimé en BPM. Reste disponible dans tous les écrans.
Clic sur encodeur d'interface	Ouvre et valide le choix d'algorithme.
Clic sur les huit encodeurs de jeu	Ramène normalement le paramètre à sa valeur de référence. Cette valeur est la dernière valeur enregistrée dans le preset choisi, ou le paramètre d'usine par défaut.
PREV / NEXT	Parcourt les pages.
PRESETS	Ouvre les presets ou la banque de séquences selon le contexte.
RESET	Relance la forme et replace SEQUENCE à sa première position; il n'efface pas le preset courant.

COMMANDE	ACTION
PLAY/STOP	Démarre ou arrête le cheminement en cours. STOP agit comme une pause : la lecture reprend sur la noire où elle s'était arrêtée (au plus trois doubles croches en arrière), afin que le départ tombe toujours sur un temps. Sous horloge externe, le départ est armé : la LED PLAY clignote et la lecture démarre sur la noire suivante du maître. Un second appui annule l'attente. L'arrêt, lui, est toujours immédiat. Pour redémarrer complètement le cheminement appuyer sur RESET.
BREAK	Lance la fonction BREAK (voir plus loin dans ce manuel).
Boutons de pistes	Quatre boutons de quatre couleurs différentes coupent ou rétablissent chaque piste individuellement. La LED d'une piste coupée s'éteint. L'état des quatre pistes est enregistré dans les presets. Les mêmes coupures peuvent être commandées en MIDI (lignes TRACK 1 à TRACK 4 de la page MIDI IN).

Les quatre pistes

PISTE	RÔLE GÉNÉRAL
1	Basse, cadence ou rôle LOW dans GROOVE.
2	Voix médiane, soutien ou rôle BACKBEAT dans GROOVE.
3	Réponse, contre-chant ou rôle TIME dans GROOVE.
4	Voix haute, sujet, motif principal ou rôle PERC accordé dans GROOVE.

Entrées et sorties

Toutes les entrées CV sont regroupées en haut du module et les sorties en bas de l'écran, sauf la sortie midi (MIDI OUT) en haut à droite.

CV	UTILISATION
MATERIAL, MEMORY, GROWTH, MORPH, DENSITY, TENSION, INTERACTION, HUMANIZE	Entrées CV permettant de contrôler en externe les paramètres de composition.
PLAY/STOP	Commande externe du démarrage et de la pause.
BREAK	Commande externe du Break.
RESET	Commande externe du Reset.
CLOCK	Horloge externe à la place de l'horloge interne : 1, 2, 4, 24 ou 48 impulsions par noire, selon la ligne CV CLOCK de la page MIDI IN.
MIDI IN	Permet de forcer la note ROOT à l'aide d'un clavier et de contrôler le module à l'aide d'un contrôleur Midi.

CV	UTILISATION
MIDI OUT	Sortie MIDI pour contrôler les instruments externes.
GATE	Les quatre sorties GATES qui déclenchent la production d'une note. Quatre leds de quatre couleurs différentes indiquent le moment et la durée où chaque piste produit une note.
MOD	Les quatre sorties de vélocité. 0 à 5 V.
PITCH	Les quatre sorties de note. 0 à 8 V, soit 8 octaves à la norme 1V/octave

Horloge

En interne, l'encodeur d'interface règle le BPM.

L'entrée CLOCK accepte 1, 2, 4, 24 ou 48 impulsions par noire (PPQ). La valeur se choisit sur la ligne CV CLOCK de la page MIDI IN ; le réglage d'usine est 1 PPQ.

- À 1, 2 et 4 PPQ, le module mesure le tempo sur une noire entière, puis recale sa grille à chaque noire.

- À 24 et 48 PPQ, chaque impulsion fait avancer la grille, exactement comme l'horloge MIDI : la position dans la mesure ne peut pas dériver.

Après un silence, le premier front reçu compte comme un temps. Un maître qui coupe son horloge à l'arrêt fait donc repartir B.A.C.H. sur son premier temps.

Dès qu'une horloge externe est active (prise CLOCK ou MIDI), un petit cadenas apparaît à côté du BPM. Après environ 2,5 secondes sans impulsion, l'horloge interne reprend la main sans qu'aucun pas ne saute.

Si l'horloge MIDI et la prise CLOCK (à 24 ou 48 PPQ) arrivent en même temps, l'horloge MIDI prend la main et les pas ne sont pas doublés.

Attention : la sortie Gate d'un clavier ou d'un séquenceur n'est pas une horloge. Elle suit les notes jouées et s'interrompt pendant les silences et les notes liées. Utilisez la sortie Sync ou Clock de l'appareil.

Entrées CV

Chaque contrôle possède une entrée CV. Sur l'écran CV IN, l'encodeur correspondant règle son atténuation, ce qui permet de doser séparément chaque modulation. Une calibration du zéro évite qu'une entrée déconnectée ou centrée ne fasse osciller un paramètre entre deux valeurs (voir le chapitre CALIBRATION).

Reset d'usine

Maintenir simultanément le clic de HUMANIZE, le clic de MORPH et le clic de l'encodeur d'interface pendant environ 2,5 secondes. Une barre confirme la durée de maintien, puis FACTORY RESET / DEFAULTS RESTORED apparaît.

RÉINITIALISÉ	CONSERVÉ
Algorithme FUGUE, tempo 120 BPM et valeurs initiales des huit contrôles.	Tous les presets et séquences utilisateur présents sur la carte SD.
Réglages MUSIC, BREAK, canaux MIDI 1 à 4 et partenaire GROOVE MIX CANON.	Les 96 séquences d'usine et les fichiers de bibliothèque.
Progression courante vide, écran MAIN et état logiciel mémorisé.	La calibration électrique (CV et pitch) propre à cet exemplaire, enregistrée en EEPROM. Les réglages système : affectations de la page MIDI IN (canaux, CC, ROOT NOTES, MIDI CLOCK, RESET ON STOP, CV CLOCK) et réglages EXPRESSION et MIDI CLOCK de la page MIDI OUT.

Le reset d'usine est à employer si un état incohérent persiste après un redémarrage, ou pour repartir de la configuration de livraison, ou après une mise à jour du firmware. Il ne remplace pas RESET, qui ne fait que recommencer la forme musicale sans modifier les réglages.

Les écrans

Les boutons PREV et NEXT parcourent les pages normales. Le mode PRESETS et la banque SEQUENCE sont des vues temporaires ouvertes avec PRESETS.

ÉCRAN	CE QU'IL PERMET
MAIN	Affiche l'algorithme, le *Material*, le tempo et l'activité des quatre pistes.
VISUAL	Donne une représentation animée de l'activité et des relations entre les voix.
CONTROLS	Présente simultanément les valeurs des huit contrôles algorithmiques.
MUSIC	Règle gamme, fondamentale, vélocité, durée, Swing, Ornaments, mesure et Phrase.
SEQUENCE	Édite jusqu'à 64 positions d'accords, active ou désactive la progression.
HARMONY	Affiche l'accord courant pendant le jeu lorsque VISUALISATION est sélectionné.
BREAK	Choisit le caractère et la durée du prochain Break.
CV IN	Règle séparément le gain (0 à 200 %) des huit entrées CV.
MIDI OUT	Affecte les canaux MIDI des quatre pistes.
MIDI IN	Permet d'affecter la plupart des fonctions à une commande Midi externe.
MEMORY	Rappelle ou enregistre jusqu'à 128 presets sur carte SD.

MAIN

Écran de jeu. Il affiche l'algorithme actif, le nom du *Material* courant, le tempo et l'activité des quatre pistes. Le nom du Material reste visible pendant la lecture. Les huit encodeurs agissent sur les contrôles algorithmiques; un clic ramène un contrôle à sa valeur de référence, celle du preset chargé ou de la dernière sauvegarde.

Un clic sur l'encodeur d'interface ouvre la liste des algorithmes; la rotation parcourt la liste, un second clic valide. Au changement d'algorithme, MATERIAL est replacé au centre du choix le plus proche afin que le potentiomètre ne reste pas sur une frontière entre deux *Materials*.

La valeur du tempo s'affiche en blanc à chaque battement et en vert à chaque changement de mesure. Lorsqu'une horloge externe est active, un cadenas doré s'affiche à côté du tempo (il apparaît aussi sur la page VISUAL).

Le cartouche du bas de l'écran affiche le dernier contrôle utilisé. Après un chargement ou une sauvegarde, il confirme l'opération pendant une seconde et demie (par exemple MEMORY 012 RECALLED).

VISUAL

Représentation globale de l'activité. Les huit contrôles sont disposés en cercle et la surface tracée entre eux se déforme selon leurs valeurs. Les quatre indicateurs de piste suivent les événements réellement émis.

CONTROLS

Les huit valeurs algorithmiques sont affichées simultanément en pourcentage, avec le nom du paramètre. La page sert à relever un réglage avant de le noter ou de le reproduire, et à vérifier l'effet d'une modulation CV, puisque la valeur montrée est la valeur effective, potentiomètre et CV additionnés.

MUSIC

Les huit encodeurs quittent leur fonction algorithmique et règlent les paramètres partagés par tous les langages : gamme, fondamentale, durée, mesure, vélocité, swing, ornements, et longueur de phrase. Le chapitre suivant décrit chacun d'eux.

SEQUENCE

Édition d'une progression d'accords de 64 positions au maximum, superposée à la logique de l'algorithme. Six encodeurs sont utilisés ; les deux autres restent inactifs sur cette page (Voir le chapitre Séquence et harmonie).

HARMONY

Affichage de l'accord en cours pendant le jeu, lorsque le mode VISUALISATION est sélectionné sur la page SEQUENCE. La page ne comporte pas de réglage propre.

BREAK

MATERIAL choisit le caractère de la rupture, MEMORY sa longueur. Le déclenchement se fait par le bouton BREAK (Voir chapitre Break).

CV IN

Chacun des huit contrôles possède une entrée CV dont le gain se règle de 0 à 200 %. L'encodeur d'un paramètre règle le gain de son entrée.

À 100 %, une modulation de ±10 V est nécessaire pour parcourir toute la course d'un paramètre réglé au centre. À 200 %, ±5 V suffisent, ce qui correspond à la plupart des LFO et enveloppes Eurorack. Le gain est purement numérique : l'étage d'entrée et ses protections ne changent pas.

La valeur effective appliquée à l'algorithme est la somme de la position de l'encodeur et de la tension entrante multipliée par le gain, bornée à la plage 0-100 % : une CV trop forte plafonne.

Une entrée non connectée doit être calibrée à zéro pour qu'un paramètre ne se mette pas à osciller entre deux valeurs voisines. Ce calibrage est réalisé pendant la phase de validation de chaque module, il est cependant possible d'effectuer de nouveau cette calibration (Voir chapitre Calibration).

MIDI OUT

Affectation d'un canal MIDI, de 1 à 16, à chacune des quatre pistes. Les quatre encodeurs employés sont ceux de la colonne de gauche : MATERIAL pour la piste 1, MEMORY pour la piste 2, GROWTH pour la piste 3, MORPH pour la piste 4. Plusieurs pistes peuvent partager un canal ; l'expression CC11 pour les enveloppes n'est alors remise à plein niveau que lorsque la dernière voix du canal s'éteint (Voir chapitre MIDI).

MIDI IN

Il est possible d'affecter un canal Midi et un CC à n'importe quel contrôle, soit en fixant les valeurs manuellement, soit par apprentissage. Un moniteur Midi permet de pister les valeurs qui entrent dans le module (Voir chapitre MIDI).

MEMORY

Rappel et enregistrement de 128 presets sur carte SD. La page s'ouvre avec le bouton PRESET (à condition de ne pas être sur l'écran SEQUENCE). L'encodeur d'interface choisit l'emplacement, le bouton PRESET alterne RECALL et WRITE, un clic sur l'encodeur d'interface valide. Un preset contient l'algorithme, les huit contrôles, les atténuations CV, les réglages MUSIC et BREAK, les canaux MIDI, le partenaire GROOVE MIX et une copie complète de la progression SEQUENCE.

Réglages musicaux

Sur l'écran MUSIC, les huit encodeurs quittent temporairement leur fonction algorithmique et accèdent aux paramètres partagés par tous les langages.

ENCODEUR	PARAMÈTRE MUSIC
MATERIAL	SCALE: Chromatique, Majeure, Mineures, modes, pentatoniques, Blues, tons entiers ou diminuée.
DENSITY	ROOT: fondamentale; elle peut aussi être pilotée par MIDI Note On.
MEMORY	DURATION: longueur générale des notes.
TENSION	METER: signature rythmique.
GROWTH	VELOCITY: niveau dynamique général des quatre voix.
INTERACTION	SWING: déplacement de croche.
MORPH	ORNAMENTS: quantité d'ornements.
HUMANIZE	PHRASE: longueur formelle ou mode INFINITE.

SCALE (encodeur MATERIAL)

Permet de choisir la gamme dans laquelle les algorithmes écrivent. Quatorze valeurs sont disponibles.

GAMME	DEGRÉS EN DEMI-TONS DEPUIS LA FONDAMENTALE
CHROMATIC	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 (peut jouer toutes les notes)
MAJOR	0 2 4 5 7 9 11
NAT MINOR	0 2 3 5 7 8 10
HARM MINOR	0 2 3 5 7 8 11
MEL MINOR	0 2 3 5 7 9 11
DORIAN	0 2 3 5 7 9 10
PHRYGIAN	0 1 3 5 7 8 10
LYDIAN	0 2 4 6 7 9 11
MIXOLYDIAN	0 2 4 5 7 9 10
MAJ PENTA	0 2 4 7 9
MIN PENTA	0 3 5 7 10
BLUES	0 3 5 6 7 10
WHOLE TONE	0 2 4 6 8 10
DIMINISHED	0 2 3 5 6 8 9 11

La gamme agit de deux manières selon l'algorithme. La plupart produisent des hauteurs libres, ramenées ensuite au degré le plus proche de la gamme. FUGUE et TINTINNABULI raisonnent directement en degrés de la gamme choisie et déclinent cette requantification. Dans TINTINNABULI, la triade des voix-T est construite sur les degrés 1, 3 et 5 de la gamme active : le choix de la gamme détermine donc aussi la couleur de l'accompagnement. Les gammes à cinq et six degrés (pentatoniques, blues, tons entiers) modifient le sens du mot «degré conjoint» : deux degrés voisins y sont parfois séparés de trois demi-tons. Les processus décrits comme conjoints le restent au sens de la gamme, pas au sens du demi-ton. (voir Tintinnabuli).

DURATION (encodeur MEMORY)

Définit la longueur des notes. VARIABLE laisse chaque algorithme décider selon son mécanisme interne, ce qui préserve par exemple les valeurs longues d'un choral. Les six autres positions imposent une valeur unique à toutes les voix : 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2 et WHOLE.

La durée est ensuite articulée selon la position métrique. Une note sur le premier temps sonne à pleine longueur ; sur un groupe intermédiaire elle perd environ 3 %, sur un temps 6 %, sur une croche 12 %, sur une subdivision 18 %. Une valeur égale ou supérieure à la blanche conserve sa fonction de tenue et n'est jamais raccourcie de plus de 6 %.

VELOCITY (encodeur GROWTH)

Plusieurs modes sont possibles :

– FULL fixe toutes les vélocités au maximum : la dynamique composée par l'algorithme est ignorée, ce qui convient à un instrument dont l'enveloppe est réglée par ailleurs.
– MODULATED conserve la dynamique calculée par le langage, puis lui applique la hiérarchie métrique et le geste de HUMANIZE.
– HARD installe une dynamique forte.
– SOFT installe une dynamique globalement faible.
– COOL installe une dynamique modulée d'un jeu calme.

– PROGRESS conserve la dynamique calculée par le langage, mais introduit une tension progressive entre les mesures.

La sortie MOD en CV et la vélocité MIDI suivent le même réglage.

ORNAMENTS (encodeur MORPH)

Quantité d'ornements, de OFF à 100 %. Les gestes ajoutés dépendent du contexte : appoggiature, mordant, gruppetto ou trille selon le tempo, la durée de la note porteuse et sa position métrique. Un seul geste ornemental peut commencer sur un même pas, la priorité tournant entre les voix. Dans GROOVE et GROOVE MIX, le réglage produit des pré-frappes plutôt que des ornements mélodiques.

La direction de l'ornement suit le mouvement de la ligne : une ligne qui monte aborde sa cible par en dessous. Aux tempos élevés ou sur des notes brèves, seule l'appoggiature reste possible.

ROOT (encodeur DENSITY)

Fondamentale de référence, exprimée en note. La plage va de C1 (note MIDI 24) à C6 (note MIDI 84). FUGUE impose un minimum de C2 (note MIDI 36), sa voix la plus grave se plaçant deux octaves sous la référence. Une note jouée à travers l'entrée Midi définit également ROOT, et sa vélocité contribue à la dynamique générale.

METER (encodeur TENSION)

Signature rythmique. Huit valeurs : 2/4, 3/4, 4/4, 5/4, 6/8, 7/8, 9/8 et 12/8. La mesure fixe la longueur d'une mesure en doubles croches (respectivement 8, 12, 16, 20, 12, 14, 18 et 24) et la position des appuis, qui suivent le groupement usuel : 2+ 2+3 en 7/8, groupes de trois croches en 6/8, 9/8 et 12/8, groupement 3+ 2 en 5/4.

Les *Materials* dont le cycle ne coïncide pas avec la mesure choisie se comportent de deux façons. Ceux dont le cycle dépasse la mesure, ou qui sont marqués comme cycliques, poursuivent leur cycle d'une mesure à l'autre : une clave de seize positions jouée en 2/4 occupe deux mesures. Les autres repartent à chaque mesure.

SWING (encodeur INTERACTION)

Le SWING agit sur la croche. En mesure simple, les quatre intervalles internes d'une noire suivent LONG, LONG, COURT, COURT : le contretemps est retardé et la noire suivante reste exactement sur l'horloge. 0 % est droit, 100 % atteint un rapport ternaire 2:1. La durée d'un temps n'est jamais modifiée : le temps emprunté est rendu avant l'appui suivant, et le BPM reste celui qui est affiché.

La courbe est adoucie aux deux extrémités. Les premiers crans affinent le placement par petites quantités ; la fin de course rejoint progressivement le rapport ternaire sans le dépasser.

En 6/8, 9/8 et 12/8, la pulsation étant déjà ternaire, seule la division interne des croches en doubles croches respire, avec une amplitude deux fois plus faible. Les Materials GROOVE nativement ternaires (ROCK SHUFFLE, SWING RIDE, BEMBE 6-8, GNAWA, BEBOP, JAZZ WALTZ, BRUSHES, ODD JAZZ 5, BELL 12, EUCLID 5-12, EUCLID 7-12, POLY 3-2, POLY 4-3 et INTERLOCK) sont écrits sur une grille de triolets exacts et ne sont pas déformés une seconde fois.

PHRASE (encodeur HUMANIZE)

La longueur formelle de la composition. Cette longueur est établie selon les valeurs 1, 2, 4, 8, 16 ou 32 mesures, et la longueur INFINITE ne reboucle jamais de séquence. À une valeur fixe, le compteur de pas revient à zéro à la fin de la phrase : les algorithmes qui suivent le numéro de pas détectent ce retour et recommencent leur architecture. La progression SEQUENCE n'est pas concernée et poursuit son avancement.

INFINITE laisse les formes internes se dérouler sans remise à zéro. C'est le réglage à choisir pour entendre les cycles longs de FUGUE, de MOTIF ou d'un automate cellulaire, dont la période dépasse souvent trente-deux mesures.

SEQUENCE et HARMONY

Les langages de B.A.C.H. composent seuls. Ils tirent toute leur matière de ROOT et de SCALE, et ils y restent : un algorithme lancé en do mineur «parlera» en do mineur tant qu'on ne lui indique pas une autre gamme. SEQUENCE lui donne un plan harmonique, c'est-à-dire une suite d'accords que le module parcourt en boucle et à laquelle les voix se conforment.

SEQUENCE ne touche ni au rythme, ni à la densité, ni aux ornements, ni à la forme du langage : elle ne déplace que des hauteurs, et seulement celles qui portent l'harmonie. Une même configuration peut devenir ainsi un blues de douze mesures, une anatole, une cadence classique, sans qu'aucun réglage de l'algorithme ne bouge.

La progression avance sur la grille commune de doubles croches, indépendamment de la grille interne du langage. Elle expose à chaque instant un accord courant, et n'intervient qu'au moment où une note est émise.

Une note structurelle, c'est-à-dire celle qui tombe sur un temps de la mesure, ou celle qui dure au moins une noire, est ramenée sur une note de l'accord, choisie dans l'octave la plus proche de la hauteur que l'algorithme avait prévue.

Toutes les autres notes comme les notes de passages, ornements, subdivisions rapides, etc., sont ramenées à la note la plus proche appartenant soit à SCALE, soit à l'accord courant. Elles gardent ainsi leur rôle de liaison sans contredire l'harmonie.

Ce partage permet au procédé de conserver les appuis fermes tout en permettant une liberté dans les notes de passage.

Le rythme, la durée des notes, la vélocité, les ornements, les Breaks et la forme de l'algorithme ne sont jamais modifiés par SEQUENCE.

Activer et désactiver la progression

Sur la page SEQUENCE trois éléments déterminent si la séquence peut s'entendre. Le bandeau en bas de l'écran indique toujours lequel s'applique.

CE QUI DÉCIDE	COMMENT AGIR
Le contenu	La progression est lue tant que la position 1 porte un accord. Si la position 1 est EMPTY (indiqué par un trait d'union «-») SEQUENCE est inactive et l'écran affiche en bas EMPTY AT STEP 1. Poser un accord en position 1 suffit à l'activer le bandeau affiche alors EDIT MODE.
Le mode de page	L'encodeur MORPH alterne entre EDITED, SEQUENCE OFF ou VISUALISATION. SEQUENCE OFF suspend la progression sans rien effacer: les 64 positions restent en mémoire et reviennent intactes en repassant sur EDITED.
L'algorithme	FUGUE et GROOVE ignorent SEQUENCE. La progression continue pourtant d'avancer en arrière-plan et redevient audible dès qu'on revient à un langage compatible. Le bandeau en bas de l'écran affiche SEQUENCE BYPASSED.

Les encodeurs de la page

Sur SEQUENCE, six des huit encodeurs sont utilisés pour paramétrer la fonction.

ENCODEUR	FONCTION SUR LA PAGE SEQUENCE
MATERIAL	Fondamentale de l'accord sélectionné, exprimée en degré relatif à ROOT. Treize valeurs, EMPTY (-) comprise.
DENSITY	Qualité de l'accord: DIATONIC, ou l'un des vingt-quatre accords.
MEMORY	Déplace le curseur d'édition sur les 64 positions.
GROWTH	Durée de l'accord, du temps simple à huit mesures.
INTERACTION	Renversement 0 à 3 des accords, ou VOICING automatique.
MORPH	EDITED, SEQUENCE OFF ou VISUALISATION.

Les quatre encodeurs d'accord (MATERIAL, GROWTH, DENSITY, INTERACTION) n'agissent qu'en mode EDITED. En SEQUENCE OFF et en VISUALISATION, ils sont sans effet: seuls MEMORY et MORPH agissent.

Lire l'écran SEQUENCE

L'écran se lit en trois bandeaux.

– **Le bandeau de huit cases**. Chaque case porte son numéro de positionnement et la position de l'accord par rapport à sa fondamentale ROOT (I, III, b3, V, etc.) ou un trait d'union (-) pour EMPTY. Le contour de la case en orange indique la case en cours d'édition, un contour vert indique la position en cours de lecture.

– **Le bandeau central**. Il indique l'accord réel correspondant à la qualité choisie (7e, dim, majeur, etc.) en fonction du positionnement par rapport à sa fondamentale. Par exemple, si ROOT est en Do (C) et le positionnement est «V» (quinte) alors l'accord sera en Sol (G) complété par sa qualité, Ce cartouche indique également la longueur de l'accord et son renversement.
– **Le bandeau d'état**. Il peut indiquer EDIT MODE, SEQUENCE OFF, EMPTY AT STEP 1 ou SEQUENCE BYPASSED.

Les quatre paramètres d'un accord

Une position est décrite par quatre valeurs, éditées séparément. Elles sont mémorisées pour les 64 positions, même celles que la progression n'atteint jamais.

Fondamentale (MATERIAL)

La fondamentale n'est pas une note absolue mais un degré compté en demi-tons depuis ROOT. La progression se transpose donc en bloc lorsqu'on change ROOT sur la page MUSIC, ou lorsqu'une note MIDI entrante redéfinit la tonique.

CHIFFRAGE	POSITION DEPUIS ROOT	CHIFFRAGE	POSITION DEPUIS ROOT
I	la tonique elle-même	**#IV**	six demi-tons (triton)
bII	un demi-ton (seconde mineure)	**V**	sept demi-tons (quinte juste)
II	deux demi-tons (seconde majeure)	**bVI**	huit demi-tons (sixte mineure)
bIII	trois demi-tons (tierce mineure)	**VI**	neuf demi-tons (sixte majeure)
III	quatre demi-tons (tierce majeure)	**bVII**	dix demi-tons (septième mineure)
IV	cinq demi-tons (quarte juste)	**VII**	onze demi-tons (septième majeure)
-	marque de fin de progression		

Qualité (DENSITY)

Avec DIATONIC l'accord est construit en empilant des tierces dans SCALE à partir de la fondamentale, puis un degré sur deux, soit trois notes. En majeur, un «II» DIATONIC donne un accord mineur, un «V» DIATONIC un accord majeur; en dorien, le même «II» sonnera différemment. C'est ce réglage qu'il faut utiliser pour conserver une progression qui doit «rester» dans le mode.

Les vingt-quatre autres qualités sont explicites et l'emportent sur SCALE. Elles sont affichées sous leur chiffrage usuel.

AFFICHAGE	ACCORD	AFFICHAGE	ACCORD
MAJ	majeur	**ADD9**	majeur ajouté neuvième
MIN	mineur	**mADD9**	mineur ajouté neuvième
DIM	diminué	**7**	septième de dominante
AUG	augmenté	**MAJ7**	majeur septième
SUS2	suspendu sur la seconde	**m7**	mineur septième
SUS4	suspendu sur la quarte	**mMAJ7**	mineur majeur septième
5	quinte dite power	**m7b5**	demi-diminué
6	majeur sixte	**DIM7**	diminué septième
m6	mineur sixte	**9**	neuvième de dominante
MAJ9	majeur neuvième	**11**	onzième de dominante
m9	mineur neuvième	**m11**	mineur onzième
13	treizième de dominante	**7SUS4**	septième suspendue sur la quarte

Le nombre de notes de l'accord (deux pour power, trois pour une triade, jusqu'à sept pour un accord treizième) détermine les notes que reçoivent les quatre pistes et jusqu'où porte le renversement.

Longueur (GROWTH)

La longueur se compte en temps et en mesures de la signature choisie sur MUSIC; en 6/8, 9/8 et 12/8, un temps vaut la noire pointée. Huit valeurs sont possibles: 1 BEAT, 2 BEATS, 1/2 BAR, 1 BAR, 2 BARS, 3 BARS, 4 BARS, 8 BARS.

Rien n'oblige à une grille régulière: quatre mesures de tonique suivies d'un demi-temps de dominante sont parfaitement admises.

Renversement et Voicing (INTERACTION)

Le renversement décide quelle est la note de l'accord à positionner à la basse, donc sur la piste 1. Les autres pistes reçoivent les notes suivantes de l'accord, dans l'ordre, en repartant au début lorsque l'accord compte moins de quatre notes.

SÉLECTION	EFFET
0	Fondamentale à la basse : état fondamental.
1	Tierce à la basse : premier renversement.
2	Quinte à la basse : deuxième renversement.
3	Quatrième note à la basse : septième, sixte ou neuvième selon la qualité. Sur une triade, cette valeur revient à la valeur de la fondamentale.
VOICING	Renversement automatique : à chaque changement d'accord, B.A.C.H. essaie tous les renversements possibles, mesure le déplacement total des quatre voix par rapport aux notes qu'elles jouaient juste avant, et retient le déplacement le plus court. Le choix est ensuite figé pour toute la durée de l'accord.

VOICING est le réglage à préférer pour une progression destinée à être jouée rapidement : il produit un cheminement régulier et évite les sauts d'octave à chaque mesure. Un renversement fixe se justifie quand on veut entendre une basse précise.

EMPTY : la marque de fin

EMPTY (-) indique où s'arrête la séquence. La progression se lit de la position 1 jusqu'à la première position EMPTY rencontrée, puis reprend à la position 1. Une progression de trois accords occupe donc les positions 1, 2 et 3, et laisse la position 4 vide ; il est inutile de «nettoyer» les 60 positions restantes en les positionnant à EMPTY.

EMPTY en position 1 est un cas particulier : la progression entière est déclarée inactive. C'est l'état par défaut, et c'est aussi la façon la plus rapide de couper l'harmonie, donc de ne pas utiliser les séquences.

Compatibilité des algorithmes

ALGORITHME	COMPORTEMENT
CANON, PROBA, MINIMAL, CELLULAR, TREE, FRACTAL, MOTIF, HYBRID	Suivent la progression selon la règle décrite ci-dessus.
GROOVE MIX	Suit également la progression : ses quatre sorties portent des hauteurs mélodiques fournies par l'algorithme associé, et toutes se conforment à l'accord.

ALGORITHME	COMPORTEMENT
TINTINNABULI	Reçoit l'accord directement dans son moteur plutôt que par correction après coup. La voix-M reste liée à SCALE et sa tonique locale se déplace avec la fondamentale de l'accord; les voix-T empruntent les notes de l'accord au lieu de la triade centrale; la basse suit le renversement, et VOICING lui fait choisir la note d'accord la plus proche de celle qu'elle tenait.
FUGUE, GROOVE	Ignorent SEQUENCE. FUGUE construit son propre plan tonal et ses propres cadences; GROOVE joue une batterie. La progression de la séquence continue cependant d'avancer, mais en silence. Elle redevient audible au changement d'algorithme.

L'écran HARMONY

HARMONY est une page spécifique du mode SEQUENCE. Lorsque l'on tourne MORPH jusqu'à VISUALISATION, le titre de l'écran devient HARMONY et le bandeau de huit cases laisse la place à un affichage qui indique l'accord réel en cours de jeu et non plus l'accord relatif à la position de la fondamentale.

Les presets de séquences

Lorsque l'on appuie sur le bouton PRESET depuis la page SEQUENCE ou HARMONY, on peut accéder aux presets de séquence. 96 presets sont déjà enregistrés et 128 emplacements sont disponibles pour l'utilisateur.

COMMANDE	ACTION
Tourner MATERIAL	Parcourt FACTORY 01 à 96 puis USER 001 à 128. Le nom de la séquence d'usine, ou l'état de l'emplacement utilisateur (vide ou occupé), s'affiche sous le numéro.
Cliquer MATERIAL	Charge l'emplacement affiché, ou l'enregistre en mode WRITE USER.
Bouton PRESETS	Alterne RECALL (chargement d'un preset) et WRITE USER (écriture d'un preset). En mode écriture, la sélection saute automatiquement au premier emplacement utilisateur, les séquences d'usine ne sont pas modifiables.
Boutons PREV / NEXT	Quitte le mode de chargement ou écriture des presets.

Le bandeau du bas confirme l'opération: TURN MATERIAL en attente, puis LOADED, SAVED, INVALID, VERSION, SD ERROR ou NO SD CARD. Charger une séquence replace le curseur en position 1 et redémarre la lecture de la progression.

Les 96 presets de séquences « d'usine »

Ils sont enregistrés en mémoire ROM et sont disponibles même sans carte SD. Trente-deux formes harmoniques, chacune déclinée en trois vitesses : QUICK raccourcit chaque accord d'un cran, LONG l'allonge d'un cran, la variante sans suffixe garde la durée nominale. La forme et l'ordre des accords sont identiques dans les trois.

CIRCLE FIFTHS	II V I MAJOR	II V I MINOR
TURNAROUND	BACKDOOR	POP AXIS
POP MINOR	ROCK MIXOLYD	ANDALUSIAN
BLUES 12	QUICK BLUES	MINOR BLUES
RHYTHM A	RHYTHM BRIDGE	JAZZ AABA
MINOR FIFTHS	MAJOR THIRDS	COLTRANE CYCLE
BOSSA MAJOR	BOSSA MINOR	MONTUNO
LATIN 2 3	PACHELBEL	FOLIA
ROMANESCA	PASSAMEZZO	LAMENT
DORIAN VAMP	MIXOLYD VAMP	PHRYGIAN VAMP
AMBIENT THIRDS	CINEMATIC	

Les 128 emplacements utilisateur

Ils sont présents sur la carte SD, dans le dossier /BACH/SEQUENCES, sous la forme de fichiers SEQ001.BSQ à SEQ128.BSQ. Chaque écriture passe par un fichier temporaire et laisse une copie de sauvegarde de l'ancienne version : une coupure d'alimentation pendant l'enregistrement ne peut pas détruire la séquence précédente. Un contrôle interdit de charger un fichier incomplet, signalé par INVALID.

Chaque preset général de la page MEMORY comprend également une copie complète de la séquence utilisée. Rappeler un preset restaure donc sa progression, et remet le mode de page sur EDITED ou SEQUENCE OFF selon l'état qui avait été enregistré.

SEQUENCE, RESET et BREAK

RESET replace la lecture à la position 1 et relance la forme de l'algorithme. Les accords ne sont pas touchés.

BREAK ne suspend pas la progression : elle continue d'avancer pendant la rupture, de sorte que la reprise retombe au bon endroit de la grille. Une rupture de type Silence coupe en revanche toutes les notes, harmonie comprise, pour sa durée.

Changer d'algorithme ne modifie pas la progression. Passer de MOTIF à FUGUE la rend inaudible, y revenir la rend de nouveau audible, au point où elle est arrivée.

BREAK

BREAK provoque une rupture temporaire puis rend la main à la forme en cours. Choisissez son caractère avec MATERIAL et sa longueur avec MEMORY : 1, 2, 4 ou 8 mesures, ou LIVE. En LIVE la rupture n'a pas d'échéance et se referme sur un second appui de BREAK.

L'appui arme la rupture : la LED BREAK clignote et la rupture commence au premier temps de la mesure suivante. Elle se termine sur une barre de mesure.

La rupture n'invente aucune hauteur : elle part de la dernière mesure jouée, dont elle reprend les notes. La tonalité, la métrique et la progression SEQUENCE sont conservées ; la texture, le rythme et le nombre de voix changent. Le plus souvent, l'ensemble est réduit à un squelette, en général la voix grave de la piste 1. DENSITY influence le résultat de chaque caractère.

TYPE	EFFET GÉNÉRAL
AUTO	Choisit à chaque rupture un caractère adapté à sa longueur et à la densité du jeu, sans répéter le précédent. AUTO ne choisit jamais SILENCE.
SILENCE	interrompt toutes les notes pendant la durée choisie.
AGITATION	Chaque note est remplacée par deux, trois ou quatre notes dans sa propre durée. Selon DENSITY, une à trois voix rejouent en plus la dernière mesure en accéléré.
SUSPENSION	Ne garde que la voix grave, tenue, et un peu de la deuxième voix selon DENSITY. Les deux voix aiguës se taisent.
FRAGMENT	Rejoue la dernière mesure telle quelle, autant de fois que la rupture compte de mesures.
PULSE	Fait entendre la pulsation en couches : la piste 1 marque chaque temps, la piste 2 le double du temps, la piste 3 porte la matière du morceau en valeurs divisées, la piste 4 tient un multiple du temps.
EROSION	La basse marque chaque temps, puis un temps sur deux, sur trois, sur quatre ; les autres voix s'effacent progressivement.
EXPANSION	La basse seule marque chaque temps pendant une mesure, puis les voix rentrent une à une.

Dans GROOVE et GROOVE MIX, les Breaks adoptent un comportement davantage adapté à un jeu de batterie.

Chargements et sauvegardes

B.A.C.H. enregistre automatiquement son état deux secondes après la dernière modification, lorsque aucune note n'est en cours. Au redémarrage, cet état est appliqué tel qu'il avait été enregistré.

Pendant la lecture de GROOVE et GROOVE MIX, cet enregistrement est suspendu pour ne pas perturber le rythme ; il a lieu après STOP. Avant d'éteindre le module, laissez environ deux secondes après STOP et après la dernière modification.

Les réglages système (page MIDI IN, CV CLOCK, EXPRESSION, MIDI CLOCK) sont enregistrés séparément, une seconde après la dernière retouche.

La fonction PRESETS permet également de faire des sauvegardes et de les rappeler à tout moment.

En appuyant sur le bouton PRESETS, on accède à l'écran MEMORY. Appuyer de nouveau sur ce bouton fait alterner RECALL (chargement) et WRITE (sauvegarde). Un clic sur l'encodeur d'interface valide l'opération.

Si l'opération réussit, la page MEMORY se referme et l'écran principal la confirme pendant une seconde et demie : MEMORY 012 RECALLED (chargement) ou MEMORY 012 WRITTEN (sauvegarde).

En cas d'échec, la page MEMORY reste affichée et en indique la raison : EMPTY (emplacement vide), NO SD CARD, CARD LOST (carte perdue), WRITE FAILED (écriture refusée), INVALID (fichier incomplet) ou VERSION (fichier d'une autre version). MODIFIED signale que le preset chargé a été modifié depuis son rappel.

Les boutons PREV ou NEXT referment la page sans rien faire. Sur la page MIDI IN, le bouton PRESETS n'ouvre pas les mémoires : il y arme l'apprentissage MIDI.

Contenu d'un preset

L'algorithme, les huit contrôles, les gains CV, les réglages MUSIC et BREAK, les canaux MIDI des quatre pistes, l'état des quatre pistes (coupées ou actives), le partenaire GROOVE MIX et une copie complète de la progression SEQUENCE. Les

réglages système (page MIDI IN, EXPRESSION, MIDI CLOCK) ne font pas partie des presets.

.

Chargement (RECALL)

Lorsque RECALL est affiché à l'écran, on peut tourner l'encodeur principal (BPM) pour faire défiler les numéros d'emplacements de sauvegarde. Si le texte EMPTY apparaît sous un numéro, l'emplacement est vide et il ne sera pas possible de charger un presets.

Sauvegarde (WRITE)

Lorsque WRITE est affiché à l'écran, on peut tourner l'encodeur principal (BPM) pour faire défiler les numéros d'emplacements de sauvegarde. Il est possible d'enregistrer un preset sur un emplacement vide (EMPTY) ou réécrire par-dessus un emplacement contenant déjà une sauvegarde. Dans ce dernier cas, l'ancien preset est définitivement effacé.

ACTION	COMMANDE
Ouvrir MEMORY	Appuyer sur PRESETS hors de la banque SEQUENCE.
Choisir un emplacement	Tourner l'encodeur d'interface parmi 128 emplacements.
Basculer le mode	PRESETS alterne RECALL et WRITE.
Valider	Cliquer l'encodeur d'interface.

Description des algorithmes

FUGUE

Écriture à plusieurs voix fondée sur un sujet, ses réponses, un éventuel contre-sujet et des épisodes.

Origine et principe

La fugue est un type d'écriture dans lequel plusieurs voix reprennent successivement une même ligne mélodique, appelée sujet. Lors de l'exposition, la première voix présente généralement le sujet dans le ton principal. Une deuxième voix lui répond, le plus souvent dans le ton de la dominante, tandis que la première poursuit sa propre ligne. Les autres voix entrent ensuite à leur tour.

La fugue trouve ses origines à la Renaissance avec les procédés d'imitation. Elle prend progressivement sa forme actuelle aux XVI^e^ et XVII^e^ siècles, puis acquiert un très grand succès dans la première moitié du XVIII^e^ siècle, notamment avec Johann Sebastian Bach.

Le nom de B.A.C.H. rend ainsi hommage à Johann Sebastian Bach, mais aussi au célèbre motif formé par les notes B–A–C–H. Dans la notation allemande, B désigne le si bémol et H le si naturel : le motif correspond donc à si bémol, la, do, si naturel (séquence que l'on retrouvera ici et là dans ce module).

Le vocabulaire employé dans B.A.C.H. reprend les principaux termes de l'écriture de la fugue :

– Le sujet est la ligne mélodique principale.
– La réponse est la reprise du sujet par une nouvelle voix, généralement transposée. Elle est dite réelle lorsqu'elle conserve exactement les intervalles du sujet, et tonale lorsque certains intervalles sont ajustés afin de maintenir la stabilité du ton.

– Le contre-sujet est une ligne mélodique reconnaissable qui accompagne régulièrement le sujet ou la réponse. Lorsqu'il peut être placé aussi bien au-dessus qu'au-dessous du sujet, il utilise un contrepoint dit renversable. Les autres lignes d'accompagnement relèvent du contrepoint libre. Le contrepoint consiste à faire entendre plusieurs mélodies en même temps. Chaque voix suit son propre chemin, tout en restant cohérente avec les autres.
– L'épisode, aussi appelé divertissement, est un passage dans lequel le sujet n'apparaît pas en entier. Il est souvent construit à partir d'un fragment du sujet ou du contre-sujet, répété et transposé.
– La strette rapproche les entrées du sujet : une nouvelle voix commence avant que la précédente ait terminé son énoncé.

Dans B.A.C.H., l'algorithme FUGUE construit une exposition à quatre entrées, alternant généralement sujet et réponse tonale. Il peut ensuite employer un contre-sujet conçu pour fonctionner au-dessus ou au-dessous du sujet, un épisode fondé sur une progression par quintes descendantes, une nouvelle entrée transposée après l'exposition, ainsi qu'une strette.

Pour compléter les voix, le programme examine neuf notes possibles autour de la note précédente et choisit celle qui respecte le mieux plusieurs principes musicaux. Il favorise notamment les consonances sur les temps forts et les mouvements contraires entre les voix. Il évite les quintes et les octaves parallèles, ainsi que certaines quintes ou octaves directes. Après un grand saut mélodique, il privilégie un mouvement conjoint dans la direction opposée et cherche également à empêcher les voix de se croiser.

Cette méthode a toutefois des limites. B.A.C.H. ne réalise pas une analyse harmonique complète et ne construit pas de véritables modulations comme le ferait un compositeur écrivant une fugue classique. Son plan tonal repose sur un accord de référence pour chaque demi-mesure. Les huit familles de sujets ne sont pas empruntées à des œuvres existantes : ce sont des contours mélodiques originaux, conçus pour permettre une réponse tonale cohérente.

Comme les autres algorithmes de B.A.C.H., FUGUE ne copie aucune partition et ne cherche pas à reproduire une œuvre de Bach. Des ressemblances ou des réminiscences peuvent naturellement apparaître, mais elles résultent de coïncidences et de règles musicales communes. Ces règles restent modifiables afin que le musicien puisse intégrer le résultat à sa propre composition.

FUGUE organise les quatre voix selon sa propre trajectoire tonale. Pour préserver cette architecture, il n'emploie pas la progression SEQUENCE.

Réglages

CONTRÔLE	ACTION DANS CET ALGORITHME
MATERIAL	Choisit la famille de sujet : voir le tableau ci-dessous.
MEMORY	Fidélité du sujet. Au maximum, chaque section restitue le sujet d'origine ; en descendant, il dérive d'un degré ou échange deux valeurs rythmiques à chaque énoncé, et la mutation s'accumule.
GROWTH	Vitesse du discours : longueur de la section en cours, recalculée en continu, et enchaînement des sections.
MORPH	Étendue des hauteurs de notes du contour et étirement rythmique du sujet, puis inversion et rétrograde.
DENSITY	Nombre de voix de contrepoint libre qui s'ajoutent. Le sujet, la réponse, le contre-sujet et le motif d'épisode sont toujours joués en entier.
TENSION	Retards (suspensions), tolérance à la dissonance, éloignement du plan tonal et appel de la strette. Au-delà de 45 % de course, une note de passage chromatique peut apparaître sur un temps faible.
INTERACTION	Règle la manière dont les autres voix suivent la voix principale. À faible valeur, elles évoluent librement et évitent de la copier. Plus la valeur augmente, plus elles reprennent sa mélodie, jusqu'à l'imiter comme dans un canon.
HUMANIZE	Part d'improvisation, à raison d'un geste au plus par mesure : assiette de la mesure, note de passage, courte phrase, note non jouée ou rupture d'un temps.

Materials

MATERIAL	CARACTÈRE MUSICAL
ARCH	Un sujet monte vers un sommet central puis revient à la tonique, propice à des entrées très lisibles.
FIFTHS	Le sujet articule dominante, octave et retours de quinte.
SCALAR	Une ligne conjointe parcourt la gamme puis redescend, avec un mouvement continu.

MATERIAL	CARACTÈRE MUSICAL
SYNCOPATED	Des durées asymétriques déplacent les appuis du sujet et donnent plus de propulsion au contrepoint.
TURN	Une «broderie» autour de la tonique devient la signature du sujet avant son élargissement.
PEDAL	La tonique revient comme un pivot régulier tandis que les autres degrés sont plus libres.
WEDGE	Les intervalles s'écartent alternativement au-dessus et au-dessous du centre.
CHORALE	Des valeurs longues et un contour accordé produisent une matière relativement stable.

CANON

Le Canon est une imitation d'une même mélodie par plusieurs voix, avec un décalage et un intervalle réglables.

Origine et principe

Le canon est une forme stricte d'imitation. Une première voix, dite voix meneuse, joue une mélodie. Une ou plusieurs voix la reprennent ensuite selon une règle précise: après un certain délai, à la même hauteur ou transposée.

Dans sa forme la plus simple, la mélodie est reproduite à l'identique. Elle peut aussi être transformée: ses mouvements peuvent être inversés, ses notes jouées dans l'ordre inverse ou ses durées allongées. Une fois la mélodie de départ et les règles choisies, les autres voix sont produites automatiquement. Un accompagnement indépendant peut toutefois s'y ajouter.

Cette pratique est attestée dès le XIII^{e} siècle, mais Bach en a donné certaines des réalisations les plus élaborées. Dans les *Variations Goldberg* (1741), une variation sur trois est un canon: d'abord à l'unisson, puis à la seconde, à la tierce, et ainsi de suite jusqu'à la neuvième. L'*Offrande musicale* (1747) contient plusieurs canons présentés comme des énigmes. Dans le *Canon per tonos*, la musique monte d'un ton à chaque reprise et retrouve une hauteur équivalente après six cycles.

Dans B.A.C.H., les canons sont définis par quatre caractéristiques principales :

– L'intervalle d'imitation indique l'écart entre la voix meneuse et les voix qui la suivent : unisson, seconde, tierce, quarte, quinte ou octave.

– Le décalage indique le temps qui sépare l'entrée des voix. Un décalage court produit des entrées rapprochées et une texture plus dense ; un décalage long espace davantage les voix.

– La transformation modifie la copie. Dans le mouvement contraire, chaque mouvement montant devient descendant, et inversement. Dans le mouvement rétrograde, la mélodie est parcourue de la dernière note à la première.

– La vitesse peut également être modifiée. L'augmentation allonge les durées de la copie ; la diminution les raccourcit. Dans B.A.C.H., l'augmentation produit une copie deux fois plus lente.

Le moteur construit d'abord la mélodie de départ, puis en déduit les autres voix. MATERIAL associe l'une des quatre formes mélodiques à l'un des sept intervalles d'imitation, soit vingt-huit combinaisons.

Un canon strict à quatre voix impose de nombreuses contraintes, car chaque note de la mélodie doit pouvoir se superposer correctement à ses différentes copies. Le moteur n'examine pas toutes les mélodies possibles : il construit une ligne dont la forme favorise des superpositions claires et équilibrées pour les intervalles et les décalages proposés. DENSITY permet enfin d'alléger la texture lorsque les quatre voix produisent un résultat trop chargé.

Réglages

CONTRÔLE	ACTION DANS CET ALGORITHME
MEMORY	Durée de vie de la voix meneuse. Un nouvel énoncé est fabriqué toutes les 1 à 16 mesures ; à fond à droite la même mélodie est conservée le plus longtemps.
GROWTH	Longueur de la voix meneuse, de 6 à 16 événements. Au-delà de 60 %, une voix sur deux joue sa copie en augmentation ; au-delà de 72 %, une partie des valeurs rythmiques est doublée.

CONTRÔLE	ACTION DANS CET ALGORITHME
MORPH	Transformation des copies. Au-delà de 42 %, une voix sur deux passe en mouvement contraire ; au-delà de 72 %, les deux voix supérieures lisent la mélodie en rétrograde.
DENSITY	Proportion des événements de la voix meneuse réellement joués, de 55 à 98 %. Agit également sur la vélocité d'ensemble.
TENSION	Inflexions chromatiques : jusqu'à 16 % des notes sont déplacées d'un demi-ton. Augmente également la vélocité.
INTERACTION	Distance entre les entrées, du canon large au canon serré. Au-delà de 80 %, les notes sont raccourcies de moitié. Augmente aussi la probabilité d'ornement.
HUMANIZE	Part d'improvisation, à raison d'un geste au plus par mesure : assiette de la mesure, note de passage, courte phrase, note non jouée ou rupture d'un temps.

Materials

MATERIAL	CARACTÈRE MUSICAL
DIATONIC 8VE	Un motif conjoint et calme est imité à l'octave.
DIATONIC 5TH	Un motif conjoint et calme est imité à la quinte.
DIATONIC 4TH	Un motif conjoint et calme est imité à la quarte.
DIATONIC M3	Un motif conjoint et calme est imité à la tierce majeure.
DIATONIC m3	Un motif conjoint et calme est imité à la tierce mineure.
DIATONIC 2ND	Un motif conjoint et calme est imité à la seconde.
DIATONIC UNI	Un motif conjoint et calme est imité à l'unisson.
TRIADIC 8VE	Un dessin d'arpège vif et consonant est imité à l'octave.
TRIADIC 5TH	Un dessin d'arpège vif et consonant est imité à la quinte.
TRIADIC 4TH	Un dessin d'arpège vif et consonant est imité à la quarte.
TRIADIC M3	Un dessin d'arpège vif et consonant est imité à la tierce majeure.
TRIADIC m3	Un dessin d'arpège vif et consonant est imité à la tierce mineure.
TRIADIC 2ND	Un dessin d'arpège vif et consonant est imité à la seconde.
TRIADIC UNI	Un dessin d'arpège vif et consonant est imité à l'unisson.
SINUOUS 8VE	Une ligne ondulante aux petits mouvements contraires est imitée à l'octave.
SINUOUS 5TH	Une ligne ondulante aux petits mouvements contraires est imitée à la quinte.
SINUOUS 4TH	Une ligne ondulante aux petits mouvements contraires est imitée à la quarte.
SINUOUS M3	Une ligne ondulante aux petits mouvements contraires est imitée à la tierce majeure.
SINUOUS m3	Une ligne ondulante aux petits mouvements contraires est imitée à la tierce mineure.
SINUOUS 2ND	Une ligne ondulante aux petits mouvements contraires est imitée à la seconde.

MATERIAL	CARACTÈRE MUSICAL
SINUOUS UNI	Une ligne ondulante aux petits mouvements contraires est imitée à l'unisson.
DISJUNCT 8VE	Un contour ample, fait de sauts plus larges, est imité à l'octave.
DISJUNCT 5TH	Un contour ample, fait de sauts plus larges, est imité à la quinte.
DISJUNCT 4TH	Un contour ample, fait de sauts plus larges, est imité à la quarte.
DISJUNCT M3	Un contour ample, fait de sauts plus larges, est imité à la tierce majeure.
DISJUNCT m3	Un contour ample, fait de sauts plus larges, est imité à la tierce mineure.
DISJUNCT 2ND	Un contour ample, fait de sauts plus larges, est imité à la seconde.
DISJUNCT UNI	Un contour ample, fait de sauts plus larges, est imité à l'unisson.

PROBA

PROBA reste le langage du hasard... mais d'un hasard dirigé. MATERIAL définit ce qui a le droit d'arriver; les autres contrôles règlent fréquence, mémoire et dépendance entre les voix. Les probabilités sont au cœur du langage.

Origine et principe

Composer par le calcul des probabilités consiste à décrire non pas une suite de notes, mais la loi qui régit le passage d'une note à la suivante. Le résultat n'est jamais deux fois le même, alors que le caractère reste identifiable, parce que ce sont les préférences de transition qui portent le style.

L'outil de base est la chaîne de Markov, introduite par Andreï Markov en 1906 et appliquée par lui à la statistique des lettres dans un texte. Une chaîne de Markov d'ordre 1 décide de l'événement suivant à partir du seul événement courant; un ordre supérieur tient compte de plusieurs événements passés.

L'application musicale est l'un des premiers usages de l'ordinateur en composition. Lejaren Hiller et Leonard Isaacson programment l'ILLIAC de l'université de l'Illinois et publient en 1957 l'Illiac Suite pour quatuor à cordes, dont le quatrième mouvement repose sur des chaînes de Markov. Iannis Xenakis développe en parallèle une approche différente, fondée sur les lois de distribution continues plutôt que sur les transitions discrètes, exposée dans *Musiques formelles* (1963).

L'implémentation dans B.A.C.H. suit une marche mélodique par voix, dont les transitions sont tirées d'une matrice de style choisie par MATERIAL.

Les huit vocabulaires de MATERIAL correspondent à des collections de hauteurs et non à des styles historiques. TONAL, PENTATONIC, BLUES et OCTATONIC décrivent l'ensemble des hauteurs autorisées et leur pondération; STEPWISE et FOURTHS décrivent une préférence d'intervalle; PEDAL introduit une note de retour fréquente.

Une chaîne de Markov n'a pas de mémoire longue: elle décide de la note suivante sans connaître la phrase en cours. Elle produit donc un ensemble cohérent localement mais sans direction d'ensemble. La forme globale provient d'une dérive lente du centre tonal ou d'une progression d'accords imposée par SEQUENCE.

Réglages

CONTRÔLE	ACTION DANS CET ALGORITHME
MATERIAL	Choisit la matrice de transition parmi les huit vocabulaires décrits ci-dessous.
MEMORY	Inertie de la marche : probabilité de prolonger la direction du mouvement précédent plutôt que d'en changer.
GROWTH	Dérive lente du centre tonal, sur quatre demi-tons de part et d'autre ; la vitesse de cette dérive augmente avec la valeur. Au-delà de 72 %, les durées sont doublées une mesure sur deux.
MORPH	Au-delà de 50 %, la marche peut se renverser brusquement, avec une probabilité qui croît jusqu'à 35 %. Augmente aussi la probabilité d'ornement.
DENSITY	Probabilité qu'une voix émette une note à chaque pas. Agit également sur la vélocité.
TENSION	Amplitude des sauts, multipliée par 1 à 4 et plafonnée à douze demi-tons. Au-delà de 52 %, la table de durées passe d'un jeu calme à un jeu tendu.
INTERACTION	Probabilité qu'une voix adopte la direction de sa voisine, de l'indépendance à l'homophonie.
HUMANIZE	Part d'improvisation, à raison d'un geste au plus par mesure : assiette de la mesure, note de passage, courte phrase, note non jouée ou rupture d'un temps.

Materials

MATERIAL	CARACTÈRE MUSICAL
TONAL	Privilégie les degrés stables de la tonalité et produit rapidement des lignes consonantes.

MATERIAL	CARACTÈRE MUSICAL
ATONAL	Répartit les hauteurs plus librement.
PENTATONIC	Limite le vocabulaire à cinq sons ouverts, facile à superposer.
BLUES	Met en avant les inflexions et degrés caractéristiques d'un phrasé blues.
STEPWISE	Favorise les mouvements conjoints afin de garder une ligne liée malgré les probabilités.
FOURTHS	Construit des contours par quartes.
OCTATONIC	Alterne tons et demi-tons pour une tension symétrique et mobile.
PEDAL	Ancre fréquemment une note pivot pendant que les autres voix se déplacent autour d'elle.

TINTINNABULI

TINTINNABULI associe une voix mélodique, appelée voix-M, à une ou plusieurs voix-T, construites à partir des notes d'un accord.

La voix-M, jouée sur la piste 1, avance par degrés conjoints selon le parcours choisi par MATERIAL. Les pistes 2 et 3 ne jouent que des notes appartenant à la triade et sont calculées à partir de chaque note de la voix-M.

SCALE détermine à la fois les notes disponibles pour la voix-M et la qualité majeure ou mineure de la triade. MATERIAL choisit donc la forme du parcours mélodique, mais pas le mode. Lorsque SEQUENCE est activé, les voix-T utilisent les notes de l'accord en cours dans la progression.

Origine et principe

Le tintinnabuli est un système de composition élaboré par Arvo Pärt à partir de 1976. Sa première œuvre écrite dans ce style est *Für Alina*, pour piano.

Dans sa forme simple le système fait dialoguer deux types de voix. La voix-M porte la mélodie et se déplace généralement par degrés conjoints autour d'une note centrale. Son parcours peut suivre une règle définie à l'avance: s'éloigner du centre, s'en rapprocher ou alterner les deux mouvements.

La voix-T, ou voix tintinnabuli, ne joue que les trois notes d'une triade. Pour chaque note de la voix-M, une règle détermine la note d'accord qui doit lui être associée. Les deux lignes forment ainsi un contrepoint : deux mélodies différentes qui sont entendues simultanément et se complètent.

Pour construire cet algorithme nous avons utilisé les indications de Paul Hillier qui dans son ouvrage *Arvo Pärt* (Oxford University Press, 1997), décrit la position de la voix-T à l'aide de deux indications :

– Le côté précise si la note d'accord est cherchée au-dessus ou au-dessous de la voix-M. Dans certaines œuvres, les deux côtés peuvent alterner selon une règle fixe.

– Le rang précise quelle note d'accord est retenue : la plus proche, la suivante ou celle d'après.

Cette règle peut rester identique pendant toute une phrase ou une section. Elle permet de calculer chaque note de la voix-T sans écrire séparément une seconde mélodie.

Le procédé produit un effet caractéristique. Pendant que la voix-M avance pas à pas, la voix-T peut conserver la même note, puis passer brusquement à une autre note de la triade. L'une se déplace de manière continue tandis que l'autre alterne notes tenues et sauts. Cette relation contribue à la sonorité claire et évoquant les cloches qui a donné son nom au système.

Dans B.A.C.H., ces principes sont assurés directement par le moteur. Les huit parcours de MATERIAL font avancer la voix-M un degré à la fois. Les voix-T jouent en même temps qu'elle, sans produire d'unisson, et utilisent uniquement les notes autorisées par la triade.

Comme SCALE détermine à la fois la gamme de la voix-M et la triade des voix-T, les deux éléments restent compatibles. TENSION choisit si la voix-T utilise la note d'accord la plus proche, la suivante ou une note plus éloignée. Il augmente ainsi la distance entre les voix sans ajouter de note étrangère à l'accord.

Dans le système d'origine, la voix-T est le plus souvent liée à une triade centrale. SEQUENCE étend ce principe en lui permettant de suivre les différents accords d'une progression.

Le silence et l'espace jouent également un rôle important dans la musique de Pärt, notamment dans *Tabula rasa* (1977) et *Spiegel im Spiegel* (1978). Dans B.A.C.H., DENSITY détermine combien de voix participent et introduit des silences. Le parcours de la voix-M continue d'évoluer selon la règle choisie, même lorsque certaines de ses notes ne sont pas jouées.

Réglages

CONTRÔLE	ACTION DANS CET ALGORITHME
MATERIAL	Choisit le processus de la voix-M parmi les huit décrits ci-dessous. Tous avancent par degrés conjoints.
GROWTH	Ampleur de l'arc, donc amplitude parcourue par la voix-M.
MEMORY	Lenteur du processus: durée de vie de chaque note-M et tenue de la note.
INTERACTION	Position des voix-T. Jusqu'à mi-course, la piste 2 reste au-dessus et la piste 3 au-dessous; au-delà, les deux alternent leur côté. Règle aussi la densité d'attaque des voix-T.
TENSION	Éloigne les voix-T dans la triade: elles passent du premier au deuxième puis au troisième rang. Aucune note étrangère n'est ajoutée.
DENSITY	Raréfaction de la texture, jusqu'au silence.
MORPH	Renverse le processus et fait passer la piste 3 au rang supérieur de la triade.
HUMANIZE	Part d'improvisation, à raison d'un geste au plus par mesure : assiette de la mesure, note de passage, courte phrase, note non jouée ou rupture d'un temps.

Materials

MATERIAL	CARACTÈRE MUSICAL
ARC UP	La voix-M monte d'un degré à la fois jusqu'au sommet de l'arc, puis redescend au centre. C'est le processus le plus direct.
ARC DOWN	Le même arc en miroir: la voix-M descend d'abord sous le centre avant d'y revenir.
MIRROR UP	L'arc traverse le centre et se prolonge symétriquement au-dessous avant de remonter, ce qui double la longueur du cycle.
MIRROR DOWN	Le même parcours symétrique, amorcé vers le grave.
WAVE UP	La voix-M parcourt toute l'amplitude du grave vers l'aigu puis revient, sans repasser deux fois par le centre.

MATERIAL	CARACTÈRE MUSICAL
WAVE DOWN	Le même balayage complet de l'amplitude, amorcé depuis l'aigu.
ALINA UP	Le dessin de MIRROR UP tenu deux fois plus longtemps : chaque degré dure deux notes du processus, dans l'esprit dépouillé de *Für Alina*.
ALINA DOWN	La même lenteur, orientée vers le grave.

MINIMAL

MINIMAL explore la musique de processus. la structure de départ est composée de cellules courtes, volontairement répétitives, transformées progressivement. on peut ainsi entendre la musique évoluer lentement étape par étape.

Origine et principe

La musique de processus occupe une place importante dans le minimalisme américain apparu au cours des années 1960. Une règle simple est appliquée à une courte cellule répétée et en transforme peu à peu la mélodie, le rythme, la densité ou la répartition entre les voix.

Steve Reich décrit le processus dans *Music as a Gradual Process* (1968) : il doit être suffisamment lent et audible pour que l'auditeur puisse suivre son évolution. Une fois la règle mise en place, elle détermine le déroulement de la musique.

MINIMAL utilise quatre procédés :

– Le déphasage : deux voix jouent la même cellule, mais l'une avance légèrement par rapport à l'autre. Elles se décalent donc progressivement, et produisent de nouvelles combinaisons mais peuvent finir par se retrouver à l'unisson.

– Le processus additif : la cellule s'allonge progressivement par l'ajout d'une ou plusieurs notes. Le mouvement inverse est également possible : la cellule se raccourcit peu à peu. Philip Glass emploie ce procédé dans *Two Pages* (1968), où une même ligne s'allonge puis se contracte.

– Le hoquet : les notes d'une même figure sont réparties entre plusieurs voix. Chacune n'en joue qu'une partie, mais leur réunion permet d'entendre la figure complète. Cette technique était déjà employée dans la musique médiévale du XIIIe siècle sous le nom de hoquetus.

– La substitution : une cellule contient à la fois des notes et des silences. À chaque répétition, une note remplace progressivement un silence, ou un silence remplace une note, sans que la durée totale de la cellule change. Steve Reich utilise notamment ce procédé dans *Drumming* (1970-1971).

Réglages

CONTRÔLE	ACTION DANS CET ALGORITHME
MATERIAL	Choisit la cellule de départ et, avec elle, le procédé appliqué : déphasage, processus additif, hoquet ou substitution.
MEMORY	Lenteur du processus : une étape toutes les 1 à 13 mesures. Au-delà de 72 %, les durées sont doublées.
GROWTH	Longueur de la cellule, de 4 à 8 positions, et vitesse de la transposition lente qui accompagne le processus.
MORPH	Au-delà de 55 %, les intervalles de la cellule sont inversés, une voix et une étape sur deux.
DENSITY	Proportion des notes de la cellule réellement jouées, de 35 à 100 %.
TENSION	Au-delà de 58 %, un demi-ton de tension peut s'ajouter à environ 14 % des notes. Au-delà de 60 %, la pulsation double de vitesse et les durées se resserrent.
INTERACTION	Son effet dépend du procédé. En déphasage, multiplie l'écart de phase entre les voix ; en hoquet, au-delà de 70 %, chaque position est doublée par la voix voisine. Sans effet sur les procédés additif et de substitution.
HUMANIZE	Part d'improvisation, à raison d'un geste au plus par mesure : assiette de la mesure, note de passage, courte phrase, note non jouée ou rupture d'un temps.

Materials

MATERIAL	CARACTÈRE MUSICAL
PHASE STEPS	Une cellule conjointe se décale progressivement entre les voix pour créer des battements de phase.
ADD FIFTHS	Un arpège de quintes grandit note après note à la manière d'un processus additif.
HOCKET MODAL	Une figure modale est partagée entre les pistes en hoquet imbriqué.
SUBSTITUTION	Des silences sont progressivement remplacés par des notes dans une cellule modale ample.

MATERIAL	CARACTÈRE MUSICAL
PHASE CHORD	Une cellule d'accord mineur-septième se déphase entre les quatre voix.
ADD WAVE	Une courbe d'intervalles ouverts se construit par additions successives.
HOCKET MAJ7	Les notes d'une couleur majeure-septième circulent de voix en voix.
SUBST WIDE	Une cellule à grands intervalles se remplit graduellement pour un résultat très spatial.

CELLULAR

CELLULAR est un automate cellulaire composé de 32 positions disposées en anneau. Chaque cellule peut être active ou éteinte. La dernière cellule est voisine de la première, de sorte que l'activité peut circuler en boucle.

À chaque génération, l'état de chaque cellule est recalculé à partir de trois informations : son propre état, celui de sa voisine de gauche et celui de sa voisine de droite. Toutes les cellules sont mises à jour simultanément à partir de la génération précédente.

Selon la règle et la disposition de départ, l'activité peut disparaître, se stabiliser, osciller, se déplacer autour de l'anneau ou produire une évolution plus complexe. Le système est déterministe : avec la même règle et le même état initial, il reproduit toujours la même évolution, même si celle-ci peut sembler imprévisible.

Origine et principe

Le concept est formulé par John von Neumann et Stanisław Ulam dans les années 1940, dans le cadre d'une recherche sur l'auto-reproduction. *Le Jeu de la vie* de John Conway en popularise l'idée auprès d'un large public.

La classification employée ici vient de Stephen Wolfram dans *Statistical Mechanics of Cellular Automata* (*Reviews of Modern Physics*, 1983). On utilise une ligne de cellules à deux états, chacune regardant ses deux voisines. Le voisinage compte trois cellules, donc huit configurations possibles ; une règle attribue un état à chacune de ces huit configurations, ce qui donne 256 règles.

Le numéro de la règle ne détermine ni sa densité, ni sa difficulté, ni sa complexité. Deux numéros voisins peuvent donc produire des évolutions très différentes.

Le résultat dépend également de la disposition initiale des cellules. Une même règle peut rapidement s'éteindre avec un état de départ et produire une longue évolution avec un autre. Sur l'anneau de 32 cellules de B.A.C.H., les motifs peuvent aussi faire le tour de l'anneau et rencontrer leur propre trace.

Materials

MATERIAL parcourt les règles R001 à R254, soit 254 possibilités. R000 et R255 sont écartées parce qu'elles conduisent immédiatement aux deux états les plus simples : toutes les cellules éteintes ou toutes les cellules actives.

Est associée à chaque règle une indication harmonique (OPEN, MIN7, TENSE ou MAJ7). Cette indication guide la conversion des cellules actives en hauteurs musicales mais elle ne décrit pas le comportement : une règle ne représente pas un motif musical garanti, elle définit un petit système dynamique dont le résultat se découvre au fil des boucles.

L'approche la plus utile consiste donc à écouter chaque règle pendant plusieurs mesures. Un numéro élevé n'indique pas une activité plus dense ou plus chaotique : R230 n'est pas nécessairement plus complexe que R030.

Réglages

CONTRÔLE	EFFET DANS CELLULAR
MATERIAL	Choisit la règle (de R001 à R254) et sa couleur de traduction harmonique.
GROWTH	Accélère l'évolution : faible, plusieurs pas musicaux entre deux générations ; fort, une nouvelle génération presque à chaque pas.
MEMORY	Augmente l'inertie et peut figer davantage de cellules, donc stabiliser ou prolonger des motifs.
INTERACTION	Élargit les relations de voisinage et rapproche les positions observées par les quatre voix, qui deviennent plus liées.
MORPH	Aux seuils successifs, fait tourner l'anneau, complète son état ou reflète certains intervalles.

CONTRÔLE	EFFET DANS CELLULAR
DENSITY	Règle la proportion de cellules vivantes réellement rendues audibles; sa courbe est progressive.
TENSION	Accentue les naissances de cellules et ajoute parfois un demi-ton de tension aux nouveaux événements.
HUMANIZE	Part d'improvisation, à raison d'un geste au plus par mesure : assiette de la mesure, note de passage, courte phrase, note non jouée ou rupture d'un temps.

Il est parfois possible que la texture «s'éteigne», il faut alors changer MATERIAL ou utiliser le RESET pour repartir d'un nouvel état.

TREE

TREE utilise des règles de croissance issues des recherches en biologie transformées en lignes mélodiques.

Origine et principe

Les L-systèmes ont été conçus en 1968 par le biologiste Aristid Lindenmayer pour représenter la croissance d'organismes simples. Ils ont ensuite été largement utilisés pour décrire des plantes et des structures ramifiées.

Un L-système est une règle de croissance fondée sur le remplacement de symboles. On part d'une courte suite appelée axiome. À chaque étape, tous ses symboles sont remplacés simultanément selon des règles prédéfinies. En répétant l'opération, on obtient une structure de plus en plus longue et ramifiée, dans laquelle certaines formes peuvent réapparaître à plusieurs niveaux.

TREE interprète cette structure comme un parcours musical: les branches, les directions et les répétitions deviennent des mouvements mélodiques. Les modules Kaona *Strange Garden* et *Fractaos* explorent eux aussi des principes de croissance et de répétition à différentes échelles.

La taille de la structure peut augmenter très rapidement, parfois de manière exponentielle. Après quelques étapes, elle peut dépasser la mémoire disponible ou produire une phrase trop longue pour rester musicalement utile. B.A.C.H. limite donc la longueur de la structure. L'arbre peut ainsi être tronqué au lieu d'être développé entièrement.

Le système utilisé dans B.A.C.H. est une interprétation volontairement simplifiée d'un formalisme qui possède de nombreuses variantes. Les huit espèces proposées sont déterministes : un symbole est toujours remplacé de la même manière, quels que soient les symboles qui l'entourent. À réglages identiques, TREE reconstruit donc le même arbre et la même ligne mélodique.

Réglages

CONTRÔLE	ACTION DANS CET ALGORITHME
MATERIAL	Choisit «l'espèce», c'est-à-dire la règle de réécriture appliquée à l'axiome.
MEMORY	Au-delà de 60 %, ralentit d'un cran le parcours de la structure.
GROWTH	Profondeur de réécriture, de 2 à 6 étapes ; chaque changement reconstruit l'arbre. Au-delà de 78 %, toutes les notes sont ramenées à la double croche.
MORPH	Au-delà de 50 %, les intervalles sont inversés sur une voix sur deux.
DENSITY	Proportion d'événements réellement joués, de 40 à 98 %. Au-delà de 60 %, le parcours avance d'une note à chaque pas au lieu d'un pas sur deux.
TENSION	Au-delà de 55 %, un demi-ton de tension peut s'ajouter à environ 16 % des notes. Augmente également la vélocité.
INTERACTION	Écart de lecture entre les voix : à fond à droite elles lisent la même position de la structure, à gauche elles s'en éloignent. Règle aussi l'écartement des registres.
HUMANIZE	Part d'improvisation, à raison d'un geste au plus par mesure : assiette de la mesure, note de passage, courte phrase, note non jouée ou rupture d'un temps.

Materials

MATERIAL	CARACTÈRE MUSICAL
CANOPY	Une règle très ramifiée construit une canopée dense avec de nombreux retours de branche.
TENDRIL	La croissance alterne prolongements et petites branches ascendantes.
ZIGZAG	La ligne change régulièrement de direction et forme un dessin anguleux très net.
FERN	Un système asymétrique fait apparaître des branches décalées.

MATERIAL	CARACTÈRE MUSICAL
CORAL	Bifurcations répétées et des doublages nombreux.
VINE	Boucle et embranchements latéraux.
FORK	Parcours symétriques.
ROOTS	Branches descendantes, privilégient les graves.

FRACTAL

FRACTAL crée de longues structures musicales polyphoniques à partir de suites et de processus mathématiques.

Origine et principe

Le nom FRACTAL est utilisé ici dans un sens large. Les générateurs proposés dans B.A.C.H. ont des origines mathématiques différentes : certains reposent sur des suites récursives, comme Thue-Morse ou la suite du dragon ; d'autres, comme l'application logistique, viennent de l'étude des systèmes chaotiques. Tous produisent des séries de valeurs qui peuvent être traduites en événements musicaux.

Ces suites n'ont aucune signification musicale par elles-mêmes. Tout dépend de la manière dont B.A.C.H. interprète leurs valeurs. Une même suite binaire peut servir à construire un rythme, à alterner entre deux hauteurs, à choisir un registre ou à répartir les notes entre plusieurs voix.

Le résultat dépend fortement de l'échelle de lecture. Si la suite évolue trop rapidement, les notes peuvent sembler désordonnées ou sans relation. Si elle évolue trop lentement, les répétitions risquent au contraire de paraître monotones.

FRACTAL est donc probablement l'un des langages les plus délicats à maîtriser dans B.A.C.H. MEMORY règle ce compromis en déterminant l'échelle de temps sur laquelle la structure mathématique se déploie.

Réglages

CONTRÔLE	ACTION DANS CET ALGORITHME
MATERIAL	Choisit le générateur parmi les huit décrits ci-dessous.
MEMORY	Échelle de lecture : la suite avance progressivement d'un cran.
GROWTH	Nombre de niveaux superposés, de 1 à 5. Pour LOGISTIC, règle l'étendue des hauteurs produites, de six à dix-huit demi-tons.
MORPH	Agit sur BASE-4 : au-delà de 44 %, les chiffres sont complémentés ; au-delà de 76%, un niveau sur deux est inversé. Augmente aussi la probabilité d'ornement.
DENSITY	Probabilité qu'une voix émette une note à chaque pas.
TENSION	Pour LOGISTIC, règle le paramètre de l'application, du cycle stable au chaos déterministe. Pour les autres générateurs, au-delà de 56 %, un demi-ton de tension peut s'ajouter à environ 16 % des notes.
INTERACTION	Écart de lecture entre les voix : à fond à droite les quatre voix lisent la même position.
HUMANIZE	Part d'improvisation, à raison d'un geste au plus par mesure : assiette de la mesure, note de passage, courte phrase, note non jouée ou rupture d'un temps.

Materials

MATERIAL	CARACTÈRE MUSICAL
THUE-MORSE	Une suite binaire auto-similaire oppose des figures à plusieurs échelles sans répétition systématique.
LOGISTIC	Une application logistique évolue de cycles stables vers un chaos déterministe selon la tension.
BASE-4	Les chiffres de la position en base quatre superposent des figures semblables à plusieurs profondeurs.
1/F ADDITIVE	Des couches binaires d'amplitudes décroissantes produisent une variation équilibrée entre ordre et désordre.
RULER	La divisibilité des pas par les puissances de deux crée une hiérarchie des ruptures d'accents et d'intervalles.
SIERPINSKI	Un motif triangulaire récursif laisse apparaître des vides et des regroupements auto-similaires.
FIBONACCI	Les rapports de la suite de Fibonacci organisent des retours irréguliers mais fortement cohérents.
DRAGON	Une suite de pliage de papier alterne directions et génère un contour récursif avec des ruptures importantes.

MOTIF

MOTIF assemble une chaîne de cellules mélodiques et rythmiques. La cellule de départ dépend du genre choisi avec MATERIAL.

Chaque cellule dure de 8 à 32 doubles croches, et une chaîne en contient de 2 à 10. La phrase complète peut ainsi se développer sur plusieurs mesures avant de revenir à son point de départ. Dans les configurations les plus longues, elle peut dépasser dix mesures.

Pour chaque genre, la première cellule reste identique. Les cellules suivantes introduisent des réponses, des variations et des digressions. Certaines peuvent également ajouter un contrepoint, c'est-à-dire une ou plusieurs lignes secondaires jouées en même temps que la ligne principale. La dernière cellule prépare la cadence et le retour au début de la chaîne.

Il n'y a aucun tirage aléatoire note par note. Avec les mêmes réglages et les mêmes conditions de départ, B.A.C.H. reproduit la même succession de phrases et de transformations. Le résultat évolue lorsque le musicien agit sur les huit contrôles, sur les accords de SEQUENCE ou sur les BREAKS.

Origine et principe

Un motif est une courte phrase mélodique ou rythmique suffisamment caractéristique pour être reconnue lorsqu'elle revient. La composition par motifs consiste à développer cette idée en la répétant, en la transposant, en la fragmentant ou en modifiant son rythme. On peut ainsi reconnaître un même élément sous des formes différentes.

Cette manière de construire la musique occupe une place importante dans la tradition occidentale, particulièrement à partir de la période classique. Arnold Schoenberg en a proposé une description détaillée sous le nom de «variation développante»: les nouveaux éléments ne sont pas indépendants, mais dérivent progressivement d'un motif initial. Des compositeurs appartenant à des esthétiques très différentes, de Boulez à Philip Glass, ont ensuite employé leurs propres formes de répétition et de transformation.

Dans MOTIF, la première cellule et la cadence finale restent fixes afin de donner des repères au musicien. Si tous les éléments changeaient à chaque cycle, la chaîne pourrait être perçue comme une succession d'événements sans relation plutôt que comme la transformation d'une même phrase. MEMORY est donc un contrôle important puisqu'il détermine le degré de réorganisation des cellules intérieures, sans modifier le point de départ ni la cadence finale.

Réglages

CONTRÔLE	ACTION DANS CET ALGORITHME
MATERIAL	Choisit un des 32 répertoires de cellules.
GROWTH	Ouvre progressivement une chaîne de 2 à 10 cellules.
MEMORY	Conserve ou réorganise les cellules intérieures; départ et cadence restent fixes.
MORPH	Applique décalage, augmentation, fragment, inversion ou rétrograde.
DENSITY	Révèle progressivement motif, réponse, soutien et basse.
TENSION	Éloigne les digressions ou renforce leurs notes de passage.
INTERACTION	Parcourt solo, accompagnement, appel-réponse et contrepoint.
HUMANIZE	Part d'improvisation, à raison d'un geste au plus par mesure : assiette de la mesure, note de passage, courte phrase, note non jouée ou rupture d'un temps.

Materials

MATERIAL	CARACTÈRE MUSICAL
CANTABILE	Une phrase aux degrés conjoints s'allonge en réponses cadencées.
ARCH	Un contour montant puis descendant sert de repère aux digressions successives.
STEPWISE	Pas conjoints qui produit un ensemble relativement monotone.
FOLK	Des cellules simples, modales et mémorisables.
ARPEGGIO	Notes d'accord en arpèges.
CHORALE	Structure harmonique solennelle.
LAMENT	Mouvement descendant et appuis mineurs.
PEDAL	Note pivot qui revient entre les fragments.
RIFF	Cellule courte et accentuée.
OSTINATO	Répétition volontaire d'une cellule, les autres voix font évoluer la texture.
SYNCOPATED	Attaques hors temps.
WALTZ	Organisation ternaire avec impulsion, réponse et cadence sur la mesure.
CALL RESPONSE	La première piste reçoit des réponses contrastées des autres voix.

MATERIAL	CARACTÈRE MUSICAL
MODAL	Degrés modaux caractéristiques.
DANCE	Cellules régulières, accentuées et répétées.
WIDE	Grands intervalles.
NOCTURNE	Ligne espacée, favorise les silences et les réponses tardives.
HYMN	Mouvements diatoniques et des durées longues.
BAROQUE	Ornements, marches harmoniques et réponses séquentielles.
ROMANTIC	Résolutions retardées et expressivité plus expansive.
MINIMAL LINE	Cellule réduite qui se transforme par petites différences et décalages.
JAZZ LINE	Appuis mobiles et notes de passage.
BLUES LINE	Inflexions caractéristiques du blues.
LATIN LINE	Phrasé latin générique.
BOSSA LINE	Syncope bossa.
ROCK LINE	Répétitions importantes et cadences nettes.
AFRO LINE	cellules imbriquées et cycliques potentiellement polyrythmiques.
BALKAN LINE	Asymétrie et accents irréguliers.
CELTIC LINE	Motifs conjoints et reprises variées.
EASTERN	Secondes resserrées et ornements.
IMPRESSIONIST	Intervalles ambigus.
CINEMATIC	Progression de registre et cadence nette.

HYBRID

HYBRID occupe une place particulière dans B.A.C.H. Il ne repose pas sur un procédé musical historique précis, mais combine plusieurs des langages génératifs disponibles dans le module. Chaque voix peut ainsi suivre un moteur différent.

Origine et principe

HYBRID peut être rapproché des œuvres qui superposent plusieurs plans musicaux indépendants. Charles Ives emploie fréquemment cette technique en faisant coexister des matériaux qui ne partagent pas nécessairement le même tempo, le même rythme ou la même tonalité. Dans *The Unanswered Question* (vers

1906-1908), trois plans se superposent : cordes, trompette solo et bois. Le procédé interroge le degré de divergence de l'auditeur : à quel moment cesse-t-il d'entendre un ensemble pour entendre des couches séparées.

Dans un système génératif, faire fonctionner plusieurs moteurs simultanément suppose de déterminer lequel contrôle chaque voix et à quel moment cette répartition doit changer. B.A.C.H. utilise trois formes de distribution :

– Le moteur commun : les quatre voix utilisent le même langage.

– La répartition par paires : deux groupes de deux voix utilisent des langages différents.

– La répartition individuelle : chaque voix peut utiliser son propre langage.

INTERACTION détermine cette distribution. À valeur élevée, les quatre voix partagent le langage désigné par MATERIAL. Aux valeurs intermédiaires, elles sont regroupées par paires. Aux valeurs faibles, chaque piste peut employer un langage différent.

MATERIAL choisit le langage de référence autour duquel la combinaison est construite. TRANSFORMATION et BREAK font tourner l'affectation des moteurs, afin qu'une même voix ne reste pas indéfiniment associée au même langage.

Les autres contrôles sont transmis directement aux moteurs utilisés. Un même réglage peut donc produire des effets différents selon le langage qui contrôle une voix à cet instant.

HYBRID peut ainsi donner des résultats difficiles à prévoir, sans pour autant reposer sur un hasard permanent. Son utilisation est plus exploratoire que celle des autres langages et peut demander un certain temps de familiarisation.

Réglages

CONTRÔLE	ACTION DANS CET ALGORITHME
MATERIAL	Choisit le langage de référence parmi les neuf de la liste ci-dessous.
MEMORY	Transmis sans modification au langage affecté à chaque voix ; son effet dépend donc de ce langage.

CONTRÔLE	ACTION DANS CET ALGORITHME
GROWTH	Transmis sans modification au langage affecté à chaque voix ; son effet dépend donc de ce langage.
MORPH	Au-delà de 66 %, l'affectation des langages tourne d'un cran à la moitié de chaque mesure. En dessous, le contrôle est transmis aux langages.
DENSITY	Transmis sans modification au langage affecté à chaque voix ; son effet dépend donc de ce langage.
TENSION	Transmis sans modification au langage affecté à chaque voix ; son effet dépend donc de ce langage.
INTERACTION	Répartition des langages. Au-delà de 66 %, les quatre voix suivent le langage de MATERIAL ; entre 33 et 66 %, deux langages se partagent les voix par paires ; en dessous, chaque voix reçoit son propre langage.
HUMANIZE	Part d'improvisation, à raison d'un geste au plus par mesure : assiette de la mesure, note de passage, courte phrase, note non jouée ou rupture d'un temps.

Materials

MATERIAL	CARACTÈRE MUSICAL
FUGUE	Prend FUGUE comme langage de base avant de répartir ou mêler d'autres moteurs entre les voix.
CANON	Prend CANON comme point de départ d'un mélange fondé sur l'imitation.
PROBA	Prend PROBA comme centre et conserve une plus grande liberté d'événements.
TINTINA	Prend TINTINNABULI comme centre pour un mélange clair de voix mélodiques et accordales.
MINIMAL	Prend MINIMAL comme centre et met en avant cellules et processus graduels.
CELLULAR	Prend CELLULAR comme centre pour diffuser une évolution émergente entre les pistes.
TREE	Prend TREE comme centre et combine plusieurs logiques de croissance.
FRACTAL	Prend FRACTAL comme centre pour superposer des hiérarchies mathématiques différentes.
MOTIF	Prend MOTIF comme centre et mêle ses longues cellules aux autres langages.

GROOVE

GROOVE ne compose pas de ligne mélodique au sens habituel : c'est une boîte à rythmes générative organisée en quatre rôles et proposant 64 structures de départ.

Les rôles sont fixes : piste 1 LOW (Kick, tambour grave, etc.), piste 2 BACKBEAT (snare, clap, etc.), piste 3 TIME (hi-hat, ride, shaker, etc.) et piste 4 PERC (toms et percussions accordées). Les trois premières pistes conservent des hauteurs de batterie stables. PERC suit ROOT et SCALE pour produire des percussions accordées, notamment des toms. Ces variations ne sont disponibles que sur les sorties PITCH. Pour commander un module de *Drum* autonome, il est possible de plutôt utiliser les sorties GATE.

Origine et principe

Une boîte à rythmes traditionnelle enchaîne des motifs fixes ou programmés pas à pas. GROOVE suit une autre approche : chaque valeur de MATERIAL définit une structure capable de varier. Elle indique à quel moment chaque rôle intervient, indépendamment des sons utilisés.

Le moteur travaille à 24 impulsions par noire. Cette résolution permet de combiner précisément croches, doubles croches et triolets, sans décalage dû à un arrondi.

Les traditions mentionnées dans la liste de MATERIAL désignent des familles de placements rythmiques, et non des transcriptions fidèles. Un rythme traditionnel se définit également par ses instruments, ses timbres, son interprétation, ses variations régionales et sa fonction sociale. Ces dimensions ne sont pas reproduites ici.

Réglages

CONTRÔLE	ACTION DANS CET ALGORITHME
MATERIAL	Choisit l'un des 64 modèles rythmiques.
MEMORY	Conserve plus ou moins longtemps les variations d'une mesure à l'autre.
GROWTH	Construit arrivées de couches, phrases et petites séquences.
MORPH	Fait tourner, déplacer ou renverser certaines cellules.
DENSITY	Va du squelette aux ghost notes et subdivisions.
TENSION	Déplace les appuis vers les syncopes et positions intermédiaires.
INTERACTION	Passe de la superposition à l'entrelacement et à l'appel-réponse.
HUMANIZE	Nuance vélocité et microtiming selon chaque rôle.

Materials

MATERIAL			
TECHNO DRIVE	SWING RIDE	BOSSA NOVA	AKSAK 5
TECHNO DUB	BEBOP	SAMBA	AKSAK 7
HOUSE CLASSIC	JAZZ WALTZ	SAMBA REGGAE	AKSAK 9
HOUSE DEEP	JAZZ FUNK	BAIAO	BALKAN 11
ELECTRO	LATIN JAZZ	MARACATU	KARSILAMA
TRANCE	BRUSHES	FREVO	MALFUF
DNB HALF	ODD JAZZ 5	IJEXA	MAQSUM
INDUSTRIAL	ODD JAZZ 7	PARTIDO ALTO	DABKE
ROCK BASIC	SON 3-2	AFROBEAT	EUCLID 3-8
ROCK SHUFFLE	SON 2-3	HIGHLIFE	EUCLID 5-8
FUNK POCKET	RUMBA 3-2	BEMBE 6-8	EUCLID 5-12
FUNK SYNC	RUMBA 2-3	BELL 12	EUCLID 7-12
SOUL	MAMBO	KUKU	POLY 3-2
MOTOWN	SONGO	GNAWA	POLY 4-3
HIP HOP	REGGAE ONE	GUMBE	ROTATING
NEW ORLEANS	CALYPSO	KWAITO	INTERLOCK

Les noms de styles et de traditions sont des repères évocateurs pour explorer une famille de placements. Les *Materials* ne prétendent pas remplacer l'étude, les instruments ni les variations régionales d'un rythme traditionnel.

Pour ne jamais casser le rythme, GROOVE et GROOVE MIX n'appliquent pas tous les réglages immédiatement pendant la lecture :

– MATERIAL, MEMORY, GROWTH, TENSION et INTERACTION sont appliqués ensemble au premier temps de la mesure suivante. Seule la dernière position demandée est retenue, et le nouveau Material démarre au début de son cycle. Le nom affiché suit immédiatement l'encodeur.

– MORPH rejoint sa nouvelle valeur progressivement, sur quatre noires, indépendamment de la barre de mesure.

– DENSITY et HUMANIZE évoluent progressivement, par petits pas à chaque double croche ; toute la course demande au plus une mesure.

Cette règle vaut pour les encodeurs, les entrées CV et les CC MIDI. À l'arrêt, tous les réglages sont immédiats. Dans GROOVE MIX, le partenaire mélodique reçoit les changements au même moment que le rythme. Les autres langages appliquent leurs réglages immédiatement.

GROOVE MIX

GROOVE MIX reprend exactement les 64 Materials décrits au chapitre précédent, mais les événements rythmiques pilotent un partenaire mélodique. Il permet ainsi de produire un jeu harmonisé d'allure rock, bossa, latin, jazz ou électronique sans abandonner les contrôles de composition.

Principe

GROOVE MIX sépare deux décisions que la plupart des générateurs prennent ensemble: quand une note se produit, et quelle hauteur elle porte. La grille rythmique vient de GROOVE, les hauteurs d'un second langage, le partenaire.

Le dispositif impose une contrainte: le partenaire mélodique doit fournir une hauteur disponible au moment où la grille demande une note. Le choix des partenaires autorisés découle de cette contrainte. CANON, PROBA, CELLULAR, TREE, FRACTAL, MOTIF et HYBRID produisent des hauteurs à un rythme compatible. FUGUE, TINTINNABULI et MINIMAL sont exclus: leur architecture rythmique fait partie de leur définition et serait remplacée par la grille de batterie.

Choix du partenaire

Lors de la sélection de GROOVE MIX, l'écran présente les partenaires disponibles. C'est seulement après ce choix que GROOVE MIX est opérationnel.

Comportement

MATERIAL, DENSITY, GROWTH, MORPH, TENSION, INTERACTION, MEMORY et HUMANIZE façonnent d'abord la grille rythmique puis son articulation mélodique, comme dans GROOVE.

GROOVE MIX suit SEQUENCE et VOICING ; il peut donc traverser une progression d'accords.

SWING et ORNAMENTS restent actifs.

BREAK agit sur la batterie virtuelle et la matière mélodique ensemble : SILENCE est réellement silencieux et FRAGMENT produit une rupture audible.

Materials

Les 64 noms et leurs descriptions sont ceux du chapitre GROOVE. Le partenaire ne change pas le placement de référence ; il change la façon dont ce placement devient hauteur, accord, motif ou contrepoint.

MIDI

Les deux prises Midi sont au format TRS type-B. Des adaptateurs sont fournis avec B.A.C.H. mais n'importe quel adaptateur à la norme fonctionne. Attention, des adaptateurs type-A ne fonctionneront pas: aucune note ne sera produite. Le moniteur sur la page MIDI IN vous indiquera si la réception Midi se fait correctement ou non.

MIDI OUT

On peut attribuer un canal MIDI, de 1 à 16, à chacune des quatre pistes. Les quatre encodeurs employés sont ceux de la colonne de gauche: MATERIAL pour la piste 1, MEMORY pour la piste 2, GROWTH pour la piste 3, MORPH pour la piste 4. Plusieurs pistes peuvent partager un canal; l'expression CC11 pour les enveloppes n'est alors remise à plein niveau que lorsque la dernière voix du canal s'éteint.

EXPRESSION, sur l'encodeur DENSITY, décide si le module émet le CC11 qui suit l'enveloppe de vélocité pendant la note. Si la machine reliée applique déjà l'expression un saut de valeur s'y entend alors comme un clic. Mettre Expression sur OFF dans ce cas.

MIDI CLOCK, sur l'encodeur TENSION, décide ce que le module émet sur la prise OUT en plus des notes, en trois états: OFF n'émet rien, TRANSP n'émet que Start et Stop, CLOCK ajoute l'horloge elle-même.

• Pour utiliser B.A.C.H. avec un synthétiseur ou un module polyphonique, les quatre pistes seront réglées sur le même canal Midi.

• Pour utiliser B.A.C.H. avec plusieurs synthétiseurs, plusieurs modules ou des synthétiseurs et modules multitimbraux, les quatre pistes seront réglées sur des canaux Midi différents.

Lorsque B.A.C.H. est maître (horloge interne), il fabrique l'horloge à partir du tempo affiché, alignée sur sa propre grille. Lorsqu'il suit lui-même une horloge

externe, il renvoie telle quelle l'horloge reçue, ainsi que les messages Start, Continue et Stop.

Avant chaque Start ou Continue, le module envoie un *Song Position Pointer* : les appareils qui le comprennent repartent à la même mesure et au même temps. Les autres l'ignorent sans dommage.

Passer de OFF à TRANSP ou CLOCK pendant la lecture envoie un Continue ; revenir à OFF pendant la lecture envoie un Stop. À l'arrêt, le module envoie un *All Notes Off* sur chaque canal utilisé.

Lorsque deux pistes partagent un canal, celui-ci s'affiche en ocre sur la page MIDI OUT et sur la page principale. EXPRESSION et MIDI CLOCK sont des réglages système : rappeler un preset ne les modifie pas.

MIDI IN

Il est possible d'affecter un canal Midi et un CC à n'importe quel contrôle, soit en fixant les valeurs manuellement, soit par apprentissage. L'encadré supérieur affiche la commande à régler. La page comporte vingt lignes : les huit contrôles, ALGORITHM, RESET, BREAK, PLAY / STOP, TRACK 1 à TRACK 4, ROOT NOTES, MIDI CLOCK, RESET ON STOP et CV CLOCK.

Réglages

CONTRÔLE	ACTION
MATERIAL	Choisit la commande à régler.
MATERIAL (clic)	Efface l'affectation de la ligne.
MEMORY	Choisit le canal : OMNI, puis 1 à 16. Sur MIDI CLOCK et RESET ON STOP : ON ou OFF. Sur CV CLOCK : 1, 2, 4, 24 ou 48 PPQ.
GROWTH	Règle le numéro de CC: OFF, puis 0 a 127.
Bouton PRESETS	Appelé ALT sur l'écran, prépare l'apprentissage. Le cadre passe en ocre pendant l'apprentissage.

Apprentissage

L'apprentissage permet d'affecter n'importe quel contrôle au CC choisi sur le contrôleur Midi externe.

– Choisir la commande à contrôler (encodeur MATERIAL)

– Appuyer sur le bouton PRESET (ALT)

– tourner le potentiomètre ou appuyer sur le PAD du contrôleur

– Le canal et le CC sont capturés ensemble et directement affectés à la commande choisie. Un clic sur l'encodeur MATERIAL efface cette affectation.

L'apprentissage rend le CC exclusif : la commande qui utilisait déjà ce CC le perd.

CC partagé

Deux commandes peuvent écouter le même CC sur le même canal : elles agissent alors toutes les deux. La page MIDI IN le signale en ocre, à la place de l'aide de la ligne, par exemple CC ALSO DRIVES DENSITY. Le canal OMNI recouvre tous les canaux ; deux canaux différents ne se recouvrent pas.

Choisir un CC à l'encodeur n'efface aucune autre affectation : seul l'apprentissage rend un CC exclusif. Un clic sur MATERIAL efface une affectation devenue gênante.

Pistes et commandes de transport

Les lignes TRACK 1 à TRACK 4 (CC 28 à 31 sur le canal 1 d'usine) coupent ou rétablissent chaque piste, exactement comme les boutons de piste : même LED, même mémorisation dans les presets.

RESET, BREAK, PLAY / STOP et TRACK 1 à 4 agissent à la réception du message, quelle que soit sa valeur : beaucoup d'interrupteurs MIDI renvoient 127 à chaque appui. Seule exception : une valeur nulle qui suit une valeur non nulle (relâchement d'une pédale momentanée) est ignorée. Une pédale momentanée coupe donc une

piste à un appui et la rétablit au suivant. PLAY / STOP et TRACK basculent l'état courant.

Changement de note tonique

Une note MIDI reçue redéfinit ROOT pour changer manuellement par exemple une séquence. La ligne ROOT NOTES de la page MIDI IN choisit sur quel canal ces notes sont écoutées. Par défaut le réglage est sur OMNI, c'est-à-dire que n'importe quelle note de n'importe quel canal modifiera la note ROOT. Si FUGUE est le langage utilisé, la tonique ne descend pas en dessous de C2, le moteur ayant besoin d'au moins d'une octave sous la basse.

L'horloge

Il est possible d'utiliser une horloge MIDI. Attention cependant : certaines horloges MIDI ne produisent pas un tempo suffisamment régulier.

La réception de l'horloge et du transport se règle sur la ligne MIDI CLOCK (aide : CLOCK AND TRANSPORT IN) : choisir la ligne avec MATERIAL, puis ON ou OFF avec MEMORY. Elle est active par défaut. La couper laisse passer les CC et les notes.

– Clock (F8) : 24 impulsions par noire. Chaque impulsion fait avancer la grille du module, qui ne peut donc pas dériver ; le BPM affiché est mesuré sur une noire complète.

– Start (FA) : replace la forme au début et lance la lecture sur l'impulsion suivante.

– Continue (FB) : relance la lecture sans replacer la forme au début.

– Stop (FC) : arrête la lecture. Si RESET ON STOP est sur ON, la forme est en plus ramenée au début, comme avec le bouton RESET (OFF d'usine).

– Song Position Pointer (F2) : lorsque le maître envoie sa position avant un Continue, la grille de B.A.C.H. se cale sur celle du maître. Seule la grille se cale :

le numéro de mesure reste celui du module. Le moniteur affiche la position reçue (par exemple SONG POS 84).

Un cadenas apparaît à côté de la valeur de BPM dès qu'une horloge extérieure est active. Le tempo est limité à l'intervalle 40-240 BPM. Un appui sur PLAY sous horloge MIDI est armé et prend effet sur la noire suivante du maître (la LED PLAY clignote).

CV CLOCK

La ligne CV CLOCK règle le nombre d'impulsions par noire attendues sur la prise CLOCK du panneau :

- 1 PPQ (usine) : une impulsion par noire ;
- 2 PPQ : par exemple Korg Volca ou sortie « 1 PULSE » du KeyStep ;
- 4 PPQ : une impulsion par double croche ;
- 24 PPQ : DIN Sync, par exemple TR-808 ou sortie Sync du KeyStep ;
- 48 PPQ : certaines machines Linn et le KeyStep.

Ce réglage est enregistré avec les réglages système : il ne suit pas les presets et n'est pas modifié par le reset d'usine.

À 24 et 48 PPQ, le module corrige les défauts d'un signal imparfait : un front parasite (rebond, câble bruité) est écarté, un front manqué est recompté. Dès qu'une correction a eu lieu, la ligne CV CLOCK affiche en ocre EXTRA *n* MISSED *n*, c'est-à-dire le nombre de fronts parasites écartés et de fronts manqués depuis l'allumage. Si ces compteurs augmentent, le signal reçu n'est pas propre : vérifier le câble et la source.

Le moniteur

L'encadré inférieur affiche le dernier message reçu, tel que le module l'a compris (par exemple CH 3 CC 16 = 64 ou CH 1 NOTE 60 = 100). Il reste en clair une seconde, puis s'atténue.

La seconde ligne indique ce que le module a fait de ce message :

- -> DENSITY 75 % : le contrôle a pris la valeur ;
- -> BREAK : la commande s'est déclenchée ;
- -> BREAK RELEASE : relâchement, volontairement sans effet ;
- -> ROOT NOTE : la note a redéfini ROOT ;
- -> LEARNED BREAK : l'apprentissage a capturé le message ;
- -> NOT ASSIGNED : aucune commande n'écoute ce CC sur ce canal.

Une seconde plus tard, cette ligne laisse la place à deux compteurs : MSG (messages de canal reçus depuis l'allumage) et CLK (impulsions d'horloge reçues). Si MSG et CLK restent à zéro, rien n'entre : vérifier le câble, la prise ou le canal d'émission de la source. Si CLK augmente mais pas MSG, l'horloge passe et c'est l'affectation qu'il faut revoir.

Affectation par défaut

De base B.A.C.H. utilise les réglages ci-dessous. Les affectations modifiées sont enregistrées dans les réglages système : ni le rappel d'un preset ni le reset d'usine ne les modifient.

Le canal utilisé par défaut est le 1. Comme la plage CC 16-27 est libre dans la norme, on la retrouve telle quelle sur la plupart des surfaces de contrôle.

COMMANDE	CC	EFFET
MATERIAL	16	0-127 -> 0-100 %
MEMORY	17	0-127 -> 0-100 %
GROWTH	18	0-127 -> 0-100 %
MORPH	19	0-127 -> 0-100 %
DENSITY	20	0-127 -> 0-100 %
TENSION	21	0-127 -> 0-100 %
INTERACTION	22	0-127 -> 0-100 %
HUMANIZE	23	0-127 -> 0-100 %
ALGORITHME	24	0-10 -> FUGUE,| 64-74 -> TREE, 11-21-> CANON 75-85 -> FRACTAL, 22-31 -> PROBA, 86-95 -> MOTIF 32-42 -> TINTINNABULI, 96-106 -> HYBRID 43-53 -> MINIMAL, 107-117 -> GROOVE 54-63 -> CELLULAR, 118-127 -> GROOVE MIX
RESET	25	Se déclenche à chaque message reçu.

COMMANDE	CC	EFFET
BREAK	26	Se déclenche à chaque message reçu.
PLAY / STOP	27	Bascule à chaque message reçu.
ROOT NOTES		change la note de base
TRACK 1 à TRACK 4	CC 28 à 31	Coupe ou rétablit la piste à chaque message reçu.
MIDI CLOCK		ON/OFF : lit l'horloge midi
RESET ON STOP		ON/OFF : un Stop reçu ramène aussi la forme au début (OFF d'usine).
CV CLOCK		1, 2, 4, 24 ou 48 impulsions par noire sur la prise CLOCK (1 d'usine).

CALIBRATION

La calibration corrige individuellement le point zéro des huit entrées CV et la conversion en volts de chaque sortie DAC. Elle est indépendante des presets et du dernier état musical.

Chaque module est calibré individuellement avant son expédition. Il n'est donc pas nécessaire d'effectuer cette opération. Cependant, si pour une raison quelconque une dérive de calibration venait à apparaître, la procédure ci-dessous permet de l'effectuer à nouveau.

Accès et sauvegarde

1. Éteindre le module.
2. Maintenir PREV et NEXT ensemble pendant la mise sous tension.
3. Relâcher les boutons lorsque CALIBRATION apparaît.
4. PREV et NEXT pour passer d'une vue à l'autre : CV INPUT ZERO, DAC ZERO READ, DAC HALF-SCALE et PITCH CHECK.
5. À la fin, maintenir PREV et NEXT ensemble environ une seconde : B.A.C.H. sauvegarde les corrections dans l'EEPROM puis démarre normalement.

Ce que la sortie PITCH doit produire

PITCH couvre huit octaves à raison de 1 V par octave, de C1 (note MIDI 24) à C9 (note MIDI 120) : C1 vaut 0,000 V, C4 3,000 V, C7 6,000 V et C9 8,000 V. Un demi-ton vaut donc 83,3 mV. C'est l'ordre de grandeur à garder en tête pendant toute la procédure : 100 mV d'erreur de mesure à la page DAC HALF-SCALE déplacent déjà le do central d'un demi-ton entier.

CV INPUT ZERO

1. Placer les huit entrées CV à 0 V, de préférence sans câble connecté.
2. Appuyer sur RESET. Chaque zéro est moyenné sur 32 acquisitions et appliqué immédiatement.

3. Si nécessaire, tourner chaque encodeur physique pour affiner individuellement le zéro de l'entrée correspondante.

Une capture située à plus de 1,28 V du centre théorique est refusée afin de ne pas enregistrer accidentellement une modulation comme zéro.

DAC ZERO READ

Le DAC utilisé dans B.A.C.H. est un composant haut de gamme à très faible bruit et de très grande précision. Il doit être calibré avec attention, au multimètre précis et étalonné.

Les huit sorties reçoivent le code brut 0. Mesurer la tension résiduelle de chacune et saisir cette valeur, en volts et avec son signe, au moyen de l'encodeur correspondant; un cran vaut 1 mV. RESET remet les huit mesures à 0,000 V.

Un résidu négatif est entièrement rattrapé par le calcul. Un résidu positif ne peut pas l'être, le DAC étant unipolaire: la note la plus grave, C1, reste alors trop haute de ce résidu, les autres restant justes. Seule la chaîne analogique peut le supprimer.

DAC HALF-SCALE

Les huit sorties reçoivent le code brut, exactement à mi-échelle. Mesurer chacune et reporter la valeur avec l'encodeur correspondant; un cran vaut 1 mV, une rotation rapide 10 mV. Les valeurs initiales sont de 2,500 V pour VELOCITY et 4,000 V pour PITCH, mais chaque canal doit être mesuré. RESET restaure ces valeurs initiales.

C'est la page la plus sensible de toutes: la valeur saisie fixe la pente de la sortie, donc le volt par octave, et son erreur grandit avec la hauteur. Sur PITCH, 10 mV d'erreur déplacent le do central de 9 centièmes de demi-ton, 50 mV d'un quart de ton et 100 mV d'un demi-ton. Utiliser le calibre le plus fin qui accepte 4 V et laisser la mesure se stabiliser.

PITCH CHECK

Cette page vérifie l'accord et permet de l'ajuster. Les quatre sorties PITCH portent la tension calibrée de quatre notes réelles, étagées sur l'étendue : OUT 1 sort C2, soit 1,000 V, OUT 2 sort C4, soit 3,000 V, OUT 3 sort C5, soit 4,000 V, et OUT 4 sort C7, soit 6,000 V. Une seule série de quatre mesures donne ainsi la pente entière. Les sorties VELOCITY sont à zéro et ne sont pas affichées.

La page ne comporte qu'un seul réglage : le compteur DETUNE, de -100 à +100 centièmes de demi-ton. N'importe quel encodeur le déplace, un cran valant un centième et une rotation franche dix. Il décale les quatre sorties du même écart sans toucher au volt par octave, ce qui permet aussi bien de terminer l'accord que de se désaccorder volontairement pour rejoindre un instrument qui n'est pas à 440 Hz. RESET le remet à zéro.

Si l'écart grandit avec la hauteur (juste à C2, faux à C7) c'est la pente qui est en cause : revenir à DAC HALF-SCALE. S'il est le même partout, c'est un simple décalage : le corriger au DETUNE.

Bibliographie

Ces ouvrages ou articles ont été de précieux atouts pour concevoir B.A.C.H.

Arbonés Javier et Milrud Pablo, *L'Harmonie est numérique,* RBA, 2013.

Bach Johann Sebastian, *L'Offrande musicale,* BWV 1079, Leipzig, 1747. (Partition.)

Bach Johann Sebastian, *L'Art de la Fugue,* BWV 1080, Leipzig, 1751. (Partition.)

Bach Johann Sebastian, *Variations Goldberg*, BWV 988, Nuremberg, 1741. (Partition.)

Boulez Pierre, *Penser la musique aujourd'hui*, Paris, Gonthier, 1963; rééd.: Gallimard/Tel, 1987.

Eno Brian, *Une année aux appendices gonflés: journal*, Le Serpent à plumes, 1998.

Machart Renaud, *La musique minimaliste*, Actes Sud, 2023.

Marpurg Friedrich Wilhelm, *Le traité de la fugue*. Berlin, 1753-1754. Traduit en français par l'auteur: https://archive.org/details/traitedelafuguee00marp/traitedelafuguee00marp

Maor Eli, *Music by the Numbers*, Princeton University Press, 2018.

Pottier Laurent (dir.), *Le Calcul de la musique. Composition, modèles & outils,* Publications de l'Université de Saint-Étienne, 2009, 477 p.

Reich Steve, *Differentes Phases. Écrits 1965-2016*, Philharmonie de Paris, coll. «La Rue musicale», 2016.

Restagno Enzo et Brauneiss Leopold, *Arvo Pärt*, Actes Sud, coll. «Classica», 2012.

Schoenberg Arnold, *Le Style et l'Idée*, Buchet-Chastel, 2002.

Penser les mathématiques, séminaire de philosophie et mathématiques de l'École normale supérieure, coll. «Points-Sciences», Paris, Seuil, 1982.

Siron Jacques, *La Partition intérieure, Jazz, Musiques improvisées,* Outre Mesure, 1992, 11e édition 2020.

Xenakis Iannis. *Musiques formelles: nouveaux principes formels de composition musicale,* Paris, La Revue musicale; rééd. Stock, 1981.

Remerciements

B.A.C.H. est une étape importante dans les expérimentations que je mène depuis longtemps autour de la musique générative, du hasard et du chaos. J'ai conçu cet instrument pour partager mes expériences sur ces procédés tout en les rendant manipulables par le musicien.

Je remercie en tout premier lieu Bach qui me rend au quotidien la vie moins absurde; Mademoiselle Huvet, ma professeur d'orgue et de piano au conservatoire qui n'a pas réussi à me dégoûter de Bach malgré les coups de baguettes d'osier sur les doigts; Monsieur Delanos, professeur de mathématiques qui a fait beaucoup pour que «tout cela» ait un sens et enfin et surtout Jutta et Maëlle, les soleils de ma vie.

Un grand merci également à tous les testeurs et soutiens de Kaona, vous faites beaucoup pour moi: Yi-Jil pour sa musique ; Gildas, bien sûr, qui sait tellement aller chercher la petite bête et pour qui l'excuse «ce n'est pas un bug, c'est une fonction» ne marche pas; Brian, Erme, Bryce, Max, Rudi: vous êtes géniaux! Merci également à toute la communauté des luthiers électroniques français de m'avoir accueilli dans leur famille!

Gilles de Kaona