Frédéric Voisin (*)

ETP/OT ☆/☆☆☆

La modélisation des systèmes d'accord des xylophones centrafricains

ETHNOMUSICOLOGIE/CENTRAFRIQUE/ ÉCHELLE/ORGANOLOGIE/MODÈLES/ RECHERCHE EXPÉRIMENTALE

Le 10 décembre 1988, comme je l'accompagne pour voir un synthétiseur DX 7-II à l'I.R.C.A.M., Simha Arom me demande : « *Que fais-tu le mois prochain ? Nous aurions besoin de toi pour utiliser ce synthétiseur en Centrafrique, nous partons sur le terrain le 6 janvier* ».

Il restait quatre semaines pour mettre la main sur le dernier DX 7-II disponible à Paris (le Japon venait d'en interrompre la fabrication), en maîtriser le fonctionnement, et le flanquer de sa configuration de terrain pour deux mois de brousse auprès des xylophonistes centrafricains et des Pygmées *Aka*. Ma tâche devait donc commencer par la programmation du DX 7, dans les termes de la problématique définie par l'équipe que je venais d'intégrer.

Malgré les aménagements indispensables pour « déguiser » le DX 7 en autant de xylophones centrafricains, nous n'osions parier *a priori* sur la réussite de ce travestissement. Bien des détails, tels la position de jeu, l'écartement des lames, l'enfoncement des mailloches sur le clavier, ou encore les timbres de synthèse, autant de craintes de voir les xylophonistes refuser notre appareillage. C'était là sous-estimer la virtuosité de musiciens capables de s'adapter à bien des situations de jeu, nous permettant ainsi d'intégrer sans aucune difficulté le synthétiseur au centre même de nos enquêtes de terrain en février-mars 1989. La seconde application sur le terrain en novembre-décembre 1990, grâce à l'utilisation conjointe d'un ordinateur (1) et du synthétiseur, nous permettait l'analyse en temps réel des réactions des musiciens. L'interaction avec les musiciens en devenait plus vive et l'émergence des connaissances qu'elle suscitait d'autant plus précise.

LES DESSOUS DU DX 7

Chacune des plaquettes de bois du DX 7 frappées par les xylophonistes devait produire une hauteur, un timbre et une rugosité. Rien de différent d'un instrument traditionnel, à ceci près que nous pouvions combiner et modifier à loisir ces trois paramètres, et contrôler avec une extrême précision leurs valeurs respectives (2). Les combinaisons d'un système de hauteurs, d'un timbre et (facultativement) d'une rugosité constituaient autant de *propositions d'accord*, qui pouvaient être soumises au jugement des musiciens.

1. J'entends par *hauteurs* les fréquences fondamentales – dénuées de tout timbre – constitutives d'un système scalaire, et préfère laisser à la perception que l'on a de la hauteur, le terme *tonie*.

Les hauteurs programmées pour la première mission correspondent aux cinq systèmes pentatoniques tempérés, à un système pentatonique comprenant un triton et au système équipentatonique. Bien d'autres systèmes, pythagoriciens, naturels, auraient également pu être choisis. Mais les différences entre de telles échelles théoriques sont bien en-deçà des écarts que les mesures acoustiques des accords originaux enregistrés par Vincent DEHOUX révélaient. Il s'agissait de choisir des « systèmes types » – ou « moyens » – pour ensuite, si nécessaire, en programmer de nouveaux sur le terrain.

L'hypothèse était que l'on pourrait ramener les accords originaux des xylophones centrafricains à leur modèle sous-jacent et *déterminer la marge de tolérance des différents degrés*. Par exemple, dans le cas où seulement les systèmes *Do-Ré-Fa-Sol-La* et *Do-Ré-Mi-Sol-La* sont acceptés par les musiciens autochtones, l'échelle serait : *Do-Ré-Mi/Fa-Sol-La* où l'intervalle *Mi-Fa* constitue le champ de dispersion d'un seul et même degré. Si en plus des deux systèmes précédents, celui en *Do-Ré-Fa-Sol-Sib* est également accepté, l'échelle serait : *Do-Ré-Mi/Fa-Sol-La/Sib*. La marge de tolérance de ces échelles expliquerait alors la difficulté de déterminer leur appartenance à l'un ou l'autre système pentatonique ou équipentatonique.

2. *Les timbres* programmés en vue de ces expérimentations étaient élaborés à partir de ceux des xylophones centrafricains examinés, *reconstitués par synthèse sonore* en modulation de fréquence (3). Or, au cours de la programmation, de

(*) Étudiant à l'E.H.E.S.S., membre du Département d'Ethnomusicologie du LACITO (C.N.R.S.).

(1) Il s'agit du MacIntosh SE/30.

(2) La précision du DX 7 quant aux hauteurs est de près d'un cent, exactement 1/85^{e} de demi-ton.

(3) Il s'agit de l'algorithme 12 du DX 7 ; une cascade de 3 générateurs y détermine l'enveloppe et le spectre de la lame, l'autre cascade parallèle ayant fonction de simuler la résonance.

nombreuses contradictions ont été relevées entre les mesures de hauteur des xylophones traditionnels et les hauteurs que nous entendions – la tonie. C'est ce phénomène qui m'a amené à élaborer un modèle de timbre de synthèse, qui présente l'avantage de permettre le contrôle de chacune des composantes spectrales, et ainsi de mesurer exactement leurs implications sur la perception des hauteurs.

J'ai donc constitué une palette de 12 timbres qui ne diffèrent entre eux que par leur taux d'*inharmonicité,* en ajoutant successivement des composantes de plus en plus inharmoniques à celles d'un premier modèle synthétique parfaitement harmonique.

La vibration caractéristique du *mirliton* a été simulée par un léger bruit blanc de quelques dizaines de millisecondes sur l'attaque. Je reviendrai plus tard sur l'importance du mirliton – re-synthétisé pour la deuxième mission – dans les processus de perception.

3. La *rugosité* peut être considérée comme étant à la fois la cause et l'effet de la marge de tolérance des échelles centrafricaines. Elle correspond à la perception d'une « épaisseur » plus ou moins grande de la hauteur, donnant l'impression d'une tonie imprécise. Un *La* 3 rugueux peut être constitué, par exemple, d'un ensemble de fréquences fondamentales allant de 435 à 445 Hz émises simultanément. La rugosité peut également être duë à un timbre inharmonique qui a pour effet de rendre la tonie plus ou moins imprécise, selon le taux d'inharmonicité.

Ces deux types de rugosité ont pu être simulés, l'un par la juxtaposition de hauteurs décalées d'environ 30 cents de part et d'autre des différentes hauteurs moyennes des systèmes programmés, l'autre étant directement l'effet des timbres inharmoniques synthétisés. La possibilité d'extraire la rugosité d'un effet inhérent à la structure inharmonique du timbre devait dès lors nous permettre de mieux évaluer sa prégnance sur la marge de tolérance des échelles.

Il est bien difficile de partir sur le terrain sans sa petite idée, ne serait-ce pour se réserver quelques surprises. Aussi, toutes les mesures acoustiques, autant que l'écoute, confortaient la thèse selon laquelle les valeurs et l'articulation des paramètres *système de hauteurs/timbre/rugosité* se révèleraient identiques, quelles que soient les ethnies : nous rencontrerions une large marge de tolérance autour des degrés d'une échelle pentatonique dont la nature précise resterait à déterminer, et une conception du timbre qui se révèlerait commune à tous les xylophones.

A L'OMBRE DES MANGUIERS

Nous étions encore bien loin d'imaginer toutes les surprises que nous réservaient les xylophonistes quand les enquêtes avec le synthétiseur ont montré que *chaque ethnie présente une problématique différente, étroitement liée au nombre de xylophones.* Les réactions aux propositions d'accords, différentes selon l'appartenance ethnique, permettaient de distinguer les musiciens jouant en formation de trois ou quatre xylophones (*Ngbaka-Manza* et *Banda Gba-Mbia*) de ceux jouant sur instrument soliste (*Manza* et *Gbaya*).

Le protocole d'utilisation du DX 7 sur le terrain était déjà bien rôdé lorsque nous avons entrepris les expérimentations avec les ensembles de xylophones *banda gba-mbia* et *ngbaka-manza.* Notre protocole n'étant pas en cause, c'est pourtant avec ces ensembles que nous avons relevé de très faibles taux de discrimination dans le jugement des systèmes de hauteurs, de l'(in)harmonicité du timbre et de la rugosité : l'ensemble des propositions d'accord a été accepté sans réserve chez les *Banda Gba-Mbia,* et presque en totalité chez les *Ngbaka-Manza.* Des systèmes de hauteurs, re-programmés à même le terrain, ont mis en évidence un grand champ de réalisation des intervalles, y compris pour celui de l'octave. Celle-ci supporte en effet des écarts jusqu'à 100 cents ; toutefois si elle peut être réalisée à 1 100 cents (septième majeure), elle ne peut, en aucun cas, comporter 1 300 cents (neuvième mineure) : bien qu'égal au demi-ton, l'écart maximum n'est pas aussi grand de part et d'autre de l'octave (1 200 cents). Le grand champ de réalisation de l'octave, mais aussi celui des secondes et des tierces, allait donc de pair avec l'acceptation de la rugosité. Aussi paradoxal que cela puisse paraître, l'impossibilité de déterminer la localisation des degrés dans l'échelle, même de façon approximative, n'empêchait pourtant pas d'estimer leur champ de réalisation.

Or, les données se rapportant aux xylophones solistes sont exactement inverses. Les xylophonistes *manza* ont rejeté 50 % de nos propositions d'accord, 50 % ont été jugées bonnes : on ne pouvait rêver d'un meilleur équilibre des résultats. La plupart des systèmes pentatoniques anhémitoniques tempérés ayant été refusés (4 aspects rejetés contre 1 accepté), nous avions programmé 16 nouveaux systèmes de hauteurs – purement abstraits pour nous – dont certains étaient pourvus d'un intervalle de 260 cents, en plus de celui équipentatonique de 240 cents.

Contrairement aux musiciens des formations de plusieurs xylophones, les *Manza* et *Gbaya* incriminaient systématiquement, en cours de jeu, les lames de notre faux xylophone qu'ils jugeaient inadéquates et les réaccordaient. La rugosité, simulée par la juxtaposition de fréquences fondamentales très proches donnait lieu à des refus systématiques : un son « épais », dont la hauteur et la tonie sont floues n'était pas acceptable. Ces deux ethnies font appel à un *système de hauteurs précises* (que le dépouillement à Paris mettrait au jour), entre lesquelles se trouvent des intervalles quantifiables dont on pourrait *a priori* mesurer les marges de réalisation.

Une si grande discrimination dans l'acceptation des systèmes de hauteurs devait être ensuite corrobée par une importance particulière donnée au timbre. Les *Manza* ont ainsi affirmé qu'un timbre inharmonique du DX 7 n'est pas acceptable sur les lames aigues, parce que « *cela donne l'impression que le mirliton de la fille est troué* (4) ». Le musicien

(4) Traduction littérale d'un commentaire *manza ;* les lames des xylophones centrafricains portent des noms de parenté ; la « fille » est la lame la plus aiguë, la « grand-mère » la plus grave.

Extraits des récapitulations quotidiennes effectuées après chaque séance de travail chez les *Manza*

Village de Ngriko, mardi 7 février 1989

[...] Nous avons tout d'abord vérifié de quelle manière et dans quel ordre les xylophones sont accordés. L'ordre est le suivant : la mère en premier, puis l'époux qui lui-même servira de référence à la lame suivante, et ainsi de suite jusqu'à la fille. L'accord de la grand-mère se fait ensuite à partir de la mère, prise comme référence. Ainsi l'accord s'effectue pas à pas et aucun autre intervalle que l'intervalle conjoint n'est pris comme référence. Il n'y a donc pas de système de vérification par des quartes ou des quintes [...].
(N.B. : du grave à l'aigu les lames portent les noms suivants : grand-mère, mère, époux, fils et fille.)

Vendredi 10 février 1989

[...] Comme annoncé hier, vérification de plusieurs modes d'échelle et travail sur différents renversements des intervalles dans leur position par rapport aux lames. Renversements tous rejetés sauf un.

Puis étude de l'échelle équipentatonique avec épaisseur de 30 cents : « l'époux et le fils sont trop proches ». La fille, puis la grand-mère ont été corrigées (cf. vidéo). Dominique Bawassan s'est montré très satisfait de l'accord ainsi modifié sur lequel les musiciens ont ensuite chanté. Cependant, à la comparaison de cet équipentatonique et de l'accord original du xylophone, Dominique a quand même préféré le dernier.

[...] Nous avons pris le deuxième xylophone, qui est accordé une quarte plus bas, celui appartenant en propre à Dominique et sur lequel il ne joue pas, bien qu'il nous ait dit deux jours auparavant qu'il était bien accordé. Après l'avoir nous-mêmes adapté grossièrement sur le DX7, nous proposons à Dominique d'effectuer un accord fin, comme il l'avait fait pour le premier. Il a déclaré qu'il faudrait « tailler les lames » de ce xylophone, ce que nous lui proposons de faire sur le DX7. Préprogrammation de l'accord corrigé par Dominique, puis accord final sur lequel les musiciens ont ensuite chanté [...].

Dimanche 12 février 1989

[...] Programmé 11 permutations du xylo de Gabriel Yamété, qui ne tiennent pas compte de l'intervalle de complément d'octave (264 cents), cet intervalle qui n'existe pas chez lui étant source des refus de l'expérience précédente sur les renversements. Donc au lieu de renversements, nous avons programmé des permutations des intervalles réels existants, afin de les avoir dans toutes les positions possibles.

Permutations soumises aux instrumentistes Denis Moussadé et Dominique Bawassan, dont respectivement 3 et 2 sont refusées. Sur les 3, 2 ont été réaccordées par Dominique ; d'un musicien à l'autre, ce sont pratiquement les mêmes permutations qui furent refusées. Discrimination meilleure chez Denis [...].

et facteur de xylophone *gbaya,* Justin WAZUNAM, nous a aussi expliqué l'importance qu'il y a de bien accorder les lames à l'unisson avec leur résonateurs. Des explications aussi précises sur la facture instrumentale nous ont incité à faire l'expérience d'une synthèse de timbre sur le DX 7, avec la collaboration de Justin WAZUNAM. Le timbre réalisé avec lui était beaucoup plus riche en harmoniques que les modèles élaborés par moi-même. Manifestement, son intention était de nous amener vers un timbre aux harmoniques fortement renforcés.

LE DÉPOUILLEMENT À PARIS

Ces premières observations devaient être développées par l'analyse approfondie et comparative des données apportées par chaque musicien de chacune des ethnies.

Un premier temps du dépouillement consistait à relever chronologiquement, à partir des quelques 40 heures d'enregistrement vidéo, chaque proposition d'accord, les réactions qu'elle a suscitées, et la procédure complète de son réaccord le cas échéant. Des observations d'ordre plus ethnographiques sur les différentes topologies des xylophones, leur accordage, les fonctions instrumentales, effectuées parallélement par Vincent DEHOUX, apportaient un complément d'informations indispensable. Il apparaît en effet dans les procédés d'accordage mis en jeu par l'ensemble de ces ethnies que les lames sont accordées systématiquement de droite à gauche, indépendamment des topologies des xylophones, et sans jamais vérifier de consonance. De plus, *chaque lame est toujours accordée par rapport à une seule lame, celle qui la précède.* Il paraissait dès lors inutile de rechercher

Pendant l'enregistrement MIDI de l'un des xylophones de l'orchestre banda gba-mbia, *les autres instrumentistes – y compris le tambourinaire – se joignent spontanément au jeu du premier* (Cliché Simha Arom).

Transcription automatique en temps réel par enregistrement MIDI (Cliché Susanne Fürniss).

Schéma de base de la procédure

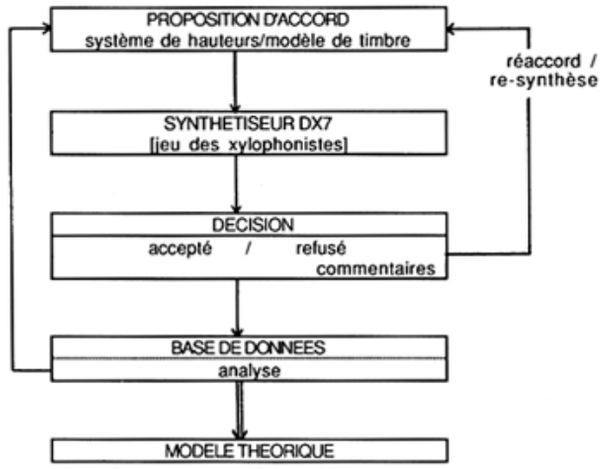
La procédure des expérimentations effectuées avec la collaboration des xylophonistes centrafricains pour l'étude des échelles s'effectuait selon un protocole semblable pour l'ensemble des ethnies.

Une proposition d'accord des xylophones, combinant un système de hauteurs et un modèle de timbre (harmonique ou inharmonique) est programmée sur le synthétiseur DX7. Celui-ci, « déguisé » en xylophone, permet aux musiciens d'émettre un jugement sur la conformité de cet accord, dans une *véritable situation musicale*, c'est-à-dire pendant l'exécution sur le DX7 par un ou plusieurs xylophonistes, d'une pièce de leur propre répertoire.

L'avis du ou des xylophonistes est saisi *a posteriori* ou en temps réel dans une base de données sur ordinateur. Dans le cas du refus d'une proposition d'accord, celle-ci peut être modifiée par le musicien lui-même. Les modifications portent sur la hauteur (réaccord), voire sur le timbre (re-synthèse).

La confrontation des propositions d'accord acceptées avec celles rejetées et l'analyse des commentaires apportés par les musiciens permettent l'élaboration de nouvelles hypothèses, sous la forme de modèles d'accord avec un certain nombre de règles. Ces dernières génèrent de nouvelles propositions d'accord, parmi lesquelles nous déterminons celles qui, selon les règles du modèle, devraient être jugées par les musiciens comme bonnes ou mauvaises.

Ces nouvelles propositions sont à nouveau soumises à l'avis des différents musiciens, dans le but de valider, d'infirmer ou de modifier le modèle élaboré (cf. schéma).



un système d'intervalles faisant appel à une théorie de la résonance ou du cycle de quintes.

L'acceptation globale des propositions d'accords par les *Banda Gba-Mbia* et *Ngbaka-Manza,* et l'absence d'un outil conceptuel adéquat ne pouvaient encore mener bien loin la description de leur échelle musicale. Néanmoins, celle-ci révèle un système à deux intervalles constitutifs, une seconde majeure et une tierce mineure, correspondant à « un petit pas et un grand pas », avec un champ de réalisation qui approche le demi-ton.

Par contre, les données précises apportées par les *Manza* et *Gbaya* m'ont permis de regrouper dans un logiciel de traitement de base de données, les propositions d'accords, les réaccords, leur ordre de présentation et, après les avoir codés, les commentaires respectifs des musiciens. L'analyse procédait par comparaisons des tris successifs de ces données selon des critères différents (accepté/refusé, timbre, rugosité, intervalles), pour arriver à une cohérence combinatoire des paramètres, en particulier des systèmes d'intervalles.

L'élaboration d'un modèle d'accord

L'analyse des accords jugés justes et de ceux jugés faux, des réaccords, des procédés de réaccords, révélait un système de hauteurs paraissant être composé de trois grandeurs d'intervalles fondamentaux, 200, 240 et 285 cents.

Pour les *Manza,* la répartition de ces trois types d'intervalles obéirait à un certain nombre de contraintes qui limitent le nombre de combinaisons mathématiquement possibles. Restait à établir les règles qui, en limitant le nombre de combinaisons, permettrait de définir un modèle d'accord. Posées alors à titre d'hypothèses, ces règles étaient, pour le modèle *manza :*

1. l'ambitus du xylophone ne peut être inférieur à 900 cents, ni supérieur à 940 cents ;
2. trois grandeurs d'intervalles interviennent dans l'accord : une seconde majeure (200 cents), une petite tierce mineure (285 cents), et un intervalle équipentatonique (240 cents) ;
3. la marge de tolérance de ces trois intervalles est d'environ 15 cents de part et d'autre des valeurs données ;
4. la seconde majeure est présente deux fois au moins ;
5. l'intervalle équipentatonique est facultatif, et présent une fois au plus ;
6. la tierce de 285 cents est présente une seule fois ;
7. les secondes de 200 cents peuvent être réparties en n'importe quelle position ;
8. la tierce de 285 cents ne peut se situer entre les 2 lames les plus aigues ;
9. cette tierce ne peut non plus se situer entre les 2 lames les plus graves ;
10. cette même tierce ne peut cotoyer l'intervalle de 240 cents ;
11. quant au timbre, seules les deux lames graves peuvent être inharmoniques.

Ce modèle *manza* correspondrait en partie au système d'accord *gbaya*, en particulier pour le nombre, la grandeur et la marge de tolérance des intervalles constitutifs (règles 2 et 3). Le nombre nettement supérieur de lames qui composent le xylophone *gbaya* laisserait aussi plus de souplesse dans l'agencement des intervalles. Nous projetions donc de valider ou d'infirmer le modèle d'échelle *manza* auprès des *Gbaya*.

Restait à synthétiser un nouveau type de timbre qui, tout en restant proche du modèle déjà éprouvé, répondrait aux commentaires apportés par les *Manza* et à la synthèse effectuée avec le facteur de xylophones *gbaya*. D'une certaine façon, le défaut du mirliton de la « fille » *manza* accuse le même phénomène que la synthèse effectuée avec le facteur *gbaya* : le rôle du mirliton, essentiel dans la perception des hauteurs, consiste à renforcer l'harmonicité du timbre, et donc la tonie. Il s'agissait dès lors de construire un mirliton de synthèse, qui serait ajouté au modèle de timbre harmonique initial (5).

RETOUR SOUS LES MANGUIERS

Chez les *Manza*, pour valider ou infirmer chacune des règles du modèle élaboré, plus d'une quarantaine de systèmes d'intervalles devaient être soumis à l'avis des musiciens : nous allions jouer la validité du modèle et ce, sans droit au « bluff »... proposition après proposition, les xylophonistes acceptent ou refusent, et l'ordinateur révèle le taux de contradiction propre à chacun des joueurs. C'est ensuite avec Denis MOUSSADÉ – facteur de xylophones – sa propre contradiction étant inférieure à 6 %, que nous avons décidé de rejouer les mêmes combinaisons dès le lendemain et ce, avec le même succès : le modèle était en très grande partie validé.

Sur l'ensemble des régles énoncées, seules les règles 9 et 10 ont été infirmées, la règle 5 demandant à être réécrite sous la forme suivante :

5. l'intervalle de 240 cents peut être absent ou représenté une à quatre fois dans l'accord.

Il est clair que dans le cas de quatre intervalles de 240 cents, l'accord est parfaitement équipentatonique : l'ambitus, dans ce cas égal à 960 cents, dépasse la limite supérieure (940 c.) stipulée par la règle 1. Or, *cette transgression n'est acceptée que dans le cas d'un accord parfaitement équipentatonique*. Elle n'incrimine pas la règle 1, vérifiée à maintes reprises, elle est la seule exception tolérée : indépendamment des ethnies, l'accord équipentatonique a toujours suscité un grand plaisir chez les musiciens, comme s'il permettait d'accéder à quelque paradis perdu !

Chez les *Gbaya*, tous les systèmes pentatoniques et équipentatonique, avec le modèle de timbre initial *sans mirliton*, avaient été totalement acceptés. Nous convenions de proposer les mêmes systèmes, mais cette fois avec le timbre « *mirlitonné* », pour en constater le refus. Les différents réaccords, effectués successivement par Justin WAZUNAM, présentent rigoureusement les mêmes intervalles *avec un écart maximum de sept cents*. Les intervalles obtenus sont en l'occurrence : 200, 240, 260, 300 cents, répartis selon différentes combinaisons parmi les douze lames.

A ce stade il devenait clair que le système *gbaya* présente trois grandeurs d'intervalle communes avec celui des *Manza*, dont en particulier l'intervalle de 240 cents. Cependant, une analyse des procédures de réaccord devra permettre de savoir s'il y a lieu ou non de considérer les intervalles de 260 et 300 cents comme les limites d'une marge de tolérance d'un intervalle unique de 285 cents. Si tel est le cas, nous pourrions affirmer que les xylophones solistes *gbaya* et *manza* possèdent strictement les trois mêmes grandeurs d'intervalles constitutifs. Seules les règles de combinaison de ces intervalles différeraient, à moins qu'elles répondent à un principe plus large encore, que l'analogie des topologies de ces deux xylophones peut aussi laisser supposer : le xylophone *gbaya* n'étant que l'amplification par le nombre de lames de celui des *manza*.

LES PREMIERS FRUITS

Le modèle d'accord *manza*, outre les grandeurs d'intervalles constitutifs et les règles combinatoires, montre de faibles marges de tolérance (± 15 cents) ; l'échelle *gbaya* admet les mêmes marges de tolérance. Mais que représentent donc les écarts infimes (± 7 cents) réalisés par Justin WAZUNAM, aidé du timbre avec mirliton de synthèse ?

Ces écarts ne peuvent correspondre à la marge de tolérance des degrés de l'échelle, mais *au champ de dispersion de hauteurs idéales*, virtuelles, qui se sont manifestées grâce aux conditions propres à l'expérimentation. Ces hauteurs virtuelles, pour lesquelles je propose le terme *scalème*, sont donc celles propres à la conception même du système. C'est de l'actualisation des scalèmes que résultent les degrés de l'échelle avec leur marge de tolérance, cette dernière étant liée aux paramètres physiques, organoleptiques et psychoacoustiques.

Les systèmes *manza* et *gbaya* font appel à un système de scalèmes précis, ponctuels, comportant trois types d'intervalles. L'indétermination des *Ngbaka-Manza* et des *Banda Gba-Mbia* semble au contraire révéler une conception totalement différente, dans laquelle le champ de dispersion des scalèmes est beaucoup plus large.

La présence de l'intervalle équipentatonique attestée dans la conception des échelles des xylophones solistes, et plausible dans les échelles d'ensembles de xylophones, peut laisser supposer que toutes ces musiques observées ont été, à un moment donné de leur histoire, en contact avec un système équipentatonique. Toutefois, ce contact n'aurait pas provoqué une intégration identique de l'intervalle équipentatonique en raison des topologies et du nombre des xylophones au sein d'un même ensemble.

(5) Sur le même algorithme 12, par un effet de « *feed-back* » sur la cascade de modulateurs qui simule la résonance.

Informatique musicale et ethnomusicologie

Les instruments musicaux numériques, tels le synthétiseur, codent sous forme de messages numériques tous les événements musicaux, et sont dès lors à même de fournir le plus grand nombre des données nécessaires à une analyse musicale. Le seul fait d'enfoncer une touche du clavier d'un synthétiseur peut transmettre à une autre instrument numérique, ou à un ordinateur, la force avec laquelle cette touche a été enfoncée, la hauteur de la note, sa durée, son timbre, et nombre d'autres informations. Numérisées et quantifiées, ces données sont exploitables en temps réel ou *a posteriori*. De même, une touche quelconque ou un curseur peut se voir chargé d'une fonction spécifique *déterminée par l'utilisateur* : telle touche servira à changer de timbre, de hauteur, tel curseur à faire varier tel paramètre du timbre, tout cela *en temps réel*.

Mais dans notre cas, qui est l'utilisateur ? Au couple synthétiseur-instrument de musique/machine à analyser correspond, sur le terrain, celui de musicien traditionnel/chercheur : le synthétiseur est le lieu de rencontre où les intentions du musicien sont quantifiées au grand avantage de l'ethnomusicologue. Il revient à ce dernier de préparer ce « lieu de rencontre ».

Pour susciter une véritable interaction, il convient de simuler au mieux les pratiques de jeu traditionnelles : ici des lamelles de bois apposées sur le clavier du synthétiseur restituent celui des xylophones. Nombre d'instruments (percussions, instruments à vent, à cordes pincées) sont aptes à recevoir des capteurs MIDI (Musical Interface for Digital Instruments) qui codent les données du jeu de l'instrumentiste et peuvent remplir les mêmes fonctions que les instruments numériques.

C'est pourquoi, il serait plus fécond pour l'ethnomusicologue en quête d'analyses de partir sur le terrain muni, non pas de sa panoplie de magnétophones, de micros et de bandes magnétiques, mais d'un instrument MIDI, d'un petit ordinateur transportable et de quelques disquettes, ou de quelques appareils MIDI, de nos jours de plus en plus compacts : seuls ces appareillages permettent en effet la synthèse des timbres et leur modélisation, l'étude des échelles musicales, l'enregistrement numérisé d'un répertoire et sa transcription automatique, sous forme de tablatures très précises. L'analyse des structures, scalaires et autres, peut dès lors s'effectuer directement, sur le terrain même, avec la collaboration des musiciens.

F.V.