

L'accord des xylophones Gbaya et Manza de Centrafrique

Frédéric Voisin

▶ **To cite this version:**

Frédéric Voisin. L'accord des xylophones Gbaya et Manza de Centrafrique. [Rapport de recherche] Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales (EHESS). 1993. hal-01612624

HAL Id: hal-01612624
https://hal.science/hal-01612624

Submitted on 7 Oct 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Public Domain

L'ACCORD DES XYLOPHONES DES GBAYA ET MANZA DE CENTRAFRIQUE

ECOLE DES HAUTES ETUDES EN SCIENCES SOCIALES

Diplôme de l'Ecole

L'ACCORD DES XYLOPHONES DES GBAYA ET MANZA DE CENTRAFRIQUE : de l'expérimentation à la modélisation

Volume 1

Présenté par Frédéric VOISIN

Sous la direction de Monsieur Emmanuel PEDLER

Maître de conférence habilité

PARIS 1993

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS

INTRODUCTION

1. PROBLEMATIQUE

2. MODELISATION I : PERCEPTION

3. MODELISATION II : CONCEPTION

SYNTHESE ET CONCLUSION

APPENDICES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

TABLE DES MATIERES

Annexes : SECOND VOLUME

AVANT-PROPOS

Je venais rencontrer Simha Arom pour lui exposer quelques problèmes d'analyse des échelles de la musique des Inuit. Je ne n'imaginais pas, alors, que cela me mènerait…en Centrafrique !

Quelques siècles après, et en quelques secondes seulement, je faisais en sens inverse le voyage des premiers explorateurs des côtes du Labrador, où ceux-ci crurent redécouvrir les Pygmées décrits par Homère.

On me pardonnera ce détour ! Car, en dépit de la distance géoculturelle, les problèmes méthodologiques se posent parfois en des termes fort similaires.

*

* *

Monsieur Emmanuel Pedler, Maître de Conférences abilité, trouvera ici le témoignage de toute ma gratitude pour la confiance qu'il m'a accordée en acceptant de diriger ce travail dans le cadre de l'École des Hautes Études en Sciences Sociales.

Ma reconnaissance est immense envers Simha Arom, Directeur de Recherche au CNRS. Initiateur de cette recherche, il n'a pas hésité à m'associer aux enquêtes et expérimentations de terrain. Le présent travail est grandement redevable de l'intérêt constant et stimulant qu'il a porté aux étapes successives de ma réflexion.

J'exprime aussi mes remerciements à Suzanne Fürniss, à Vincent Dehoux et à Gilles Léothaud avec qui le travail de terrain s'est effectué. Leurs réflexions pertinentes ont su enrichir le développement de certains aspects de la problématique.

Enfin je remercie la direction du LACITO, et tout particulièrement Marie-Françoise Rombi et Jean-Claude Rivierre, la Direction de la Musique au Ministère de la Culture, et la Fondation FYSSEN qui, grâce au soutien financier et matériel qu'ils m'ont accordé, ont permis de me consacrer entièrement à cette recherche.

INTRODUCTION

1. Objet et cadre de la recherche

La description des musiques traditionnelles centrafricaines est menée au Département Ethnomusicologie du LACITO[1] par Simha Arom depuis 1963, et par Vincent Dehoux depuis 1976. Bien que la nature ambiguë des échelles musicales de Centrafrique fut vite remarquée, elle ne devait être véritablement étudiée qu'à partir de 1987, Arom et Dehoux y consacrant une année de séminaire au LACITO. A l'issue de ce travail de réflexion, basée tant sur l'analyse des enregistrements effectués sur le terrain que sur les recherches antérieures faites par d'autres ethnomusicologues, notre connaissance des échelles musicales de Centrafrique se formulait en termes d'hypothèses, montrant combien la *conception* de ces systèmes nous est inconnue.

La nature des échelles centrafricaines semble d'autant plus nous échapper que les recherches antérieures ne parvenaient à y démontrer l'existence d'une systématique fixe et précise. Le principe d'échelles imprécises, avec de grandes marges de tolérance, ou encore "élastiques" est couramment admis pour les musiques de cette région (Kubik 1983). Jones, recensant à travers tout le continent africain un grand nombre d'accords de xylophones, tient les xylophones d'Afrique centrale pour autant d'exceptions[2] au système d'accord précis, équiheptatonique, qu'il pense être commun à toute les régions d'Afrique (Jones 1971). Pourtant, si l'écoute d'un orchestre de xylophones centrafricain nous offre une grande densité de sons et de couleurs, et nous ressentons dans les polyphonies de ces orchestres de xylophones une déroutante étrangeté : les relations qu'y entretiennent les sons entre eux nous échappent.

Les difficultés rencontrées pour la description des échelles musicales ne sont pourtant pas inhérentes aux seuls systèmes centrafricains. S'il est vrai que ceux-ci paraissent *a priori* complexes, cette recherche nous aura en effet permis de constater qu'une difficulté essentielle dans l'étude des échelles musicales *en général* tient à la nature même des concepts et des représentations mentales qui leur sont liés.

L'oreille, infiniment précise quant à l'appréciation des intervalles musicaux, procède avec une véritable précision arithmétique, ce que découvrait déjà Pythagore. L'octave et la quinte dites "strictes" peuvent être réalisées avec une précision infinie, surtout lorsqu'il s'agit d'accorder un instrument à sons fixes. Aussi, l'audition des hauteurs sonores a ceci de particulier qu'elle s'applique dans un espace tel que chaque

[1]Laboratoire de Langues et Civilisations à Tradition Orale, UPR 3121 du CNRS.

[2]Nous devons à Vincent Dehoux cette remarque sur la recherche de Jones, lequel ne semblait pas avoir remarqué que ces exceptions ont à peu près la même origine géographique, c'est-à-dire Congo, Centrafrique, Zaïre.

hauteur peut y être culturellement définie en fonction de la distance qui la sépare d'une autre hauteur. De nombreuses traditions musicales, de part le monde, voient ces distances et l'espace dans lequel elles s'appliquent clairement définis et explicités. Mais il est clair que, lorsque ces notions ne font pas culturellement l'objet d'une explicitation, elles se prêtent aisément au double souci de quantification et d'objectivité tradition-nellement associé à l'approche scientifique. C'est donc très tôt dans l'histoire que l'étude de cette faculté de la perception dut recourir à des technologies particulières, la plus célèbre étant sans doute celle du monocorde de Pythagore.

On peut considérer que l'ethnomusicologie a débuté à la fin du XIXème siècle par le recensement des échelles musicales à travers le monde. John Ellis utilisait à cette fin les résonateurs dits de Helmholtz (Ellis 1877), instruments encore utilisés jusque dans les années soixante (Cf. notamment Tracey 1958), concurremment aux diapasons (Stumpf), monocordes (Kunst 1948). Avec le développement technologique contemporain, sonagraphes, tonomètres, Stroboconn et analyseurs numériques de spectre sont aujourd'hui mis à profit pour les recherches sur les échelles musicales (cf. notamment Jones 1970, Schneider 1990). Cependant, force est de constater qu'il est souvent difficile d'utiliser ces appareillages sur le terrain, tant il est vrai que les conditions du terrain ne permettent d'en assurer ni la fiabilité, ni l'utilisation. Ainsi, *paradoxalement*, l'essentiel des recherches sur les échelles musicales est le plus souvent effectué hors contexte, au sein des laboratoires dotés de ces équipements, sur la base d'enregistrements faits sur le terrain qu'on essaye de faire "parler" par d'innombrables analyses acoustiques (Rouget 1969, Kubik 1993). Rares sont ceux qui ont effectué les mesures *in vivo* et pourtant, le recours technologique même sommaire sur le terrain est prometteur : Kunst aurait-il recueilli autant d'informations sur les échelles musicales de Java s'il n'avait emporté avec lui son monocorde, lors des enquêtes auprès des musiciens locaux ? De même, en 1957, Klaus Wachsman emportait avec lui un appareillage sophistiqué, le Stroboconn, et confirmait ainsi en Ouganda l'existence d'une conception sous-jacente de l’échelle équipentatonique (Wachsman 1957).

Mais la technologie sur le terrain n’est une source d'informations que si elle participe pleinement de l'investigation ethnomusicologique : c’est en mesurant et en notant rigoureusement les étapes du réaccord de l’instrument que Wachsman parvînt à ce résultat. A l'inverse, la théorie de Kunst sur la nature équipentatonique de l'échelle slendro de Java est mise en question, à défaut de son explicitation par son auteur (Hood 1966). Les données issues de mesures objectives, celles-ci étant ou non effectuées sur le terrain, ne sont exploitables que si une interprétation leur est donnée par ceux-là mêmes qui conçoivent et produisent le phénomène mesuré. Autrement

dit, la découverte des véritables structures des échelles musicales dépend autant de la technologie et d'une méthodologie où prime l'interaction avec les musiciens, c'est à dire lorsque l'analyse procède simultanément avec sa propre validation culturelle.

C'est pourquoi, il n'est pas étonnant que les nombreuses mesures d'accords de xylophones centrafricains que nous avons effectuées depuis 1985[1] se présentaient à nous comme une masse de données bien incapable de nous renseigner sur les structures des échelles. De nouvelles mesures auraient été superflues quelle que soit la technologie employée. Or, notre recherche avait pour but de rendre leur sens à ces données, *ce que seuls les musiciens centrafricains pouvaient faire*. Il s'agissait de pouvoir présenter sous une forme accessible et audible les hypothèses auxquelles nous étions parvenus, la représentation que nous avions, à travers les mesures, de l'accord original de leurs propres instruments.

En 1985, au cours du Vème Séminaire Européen d'Ethnomusicologie tenu à Paris, Pierre Sallée présenta ses hypothèses sur l'échelle des pygmées Bibayak du Gabon sous la forme d'un fragment polyphonique du répertoire bibayak *reconstruit entièrement par synthèse sonore* sur synthétiseur Synclavier (Sallée 1985). La comparaison de ce fragment polyphonique synthétisé selon différentes échelles avec le fragment original permettait ainsi aux musicologues présents de juger, de leur point de vue - extérieur - laquelle des deux échelles, dans une perspective descriptive, paraissait être la plus adéquate.

C'est donc vers les nouvelles technologies musicales, et en particulier les synthétiseur de sons, que nous devions chercher la solution. Mais il s'agissait avant tout, tant pour Arom que pour nous, de soumettre les hypothèses d'échelles musicales non pas à la communauté scientifique, mais directement aux musiciens traditionnels. La question se posait du choix de l'appareil de synthèse, lequel devait être transportable (ce qui est loin d'être le cas du Synclavier) et entièrement programmable tant sur le plan des échelles que sur celui du timbre. Notre choix porta sur le synthétiseur à modulation de fréquence Yamaha DX7-II, dont l'indispensable système de micro-accordage, issu d'une collaboration entre l'I.R.C.A.M. et le constructeur, devait s'avérer des plus efficaces.

Restait le problème délicat de l'intégration de cet appareil/instrument de musique dans les techniques d'investigation sur le terrain. Nous devions bien nous rendre à l'évidence que la présentation d'échelles musicales sous la forme de séries ordonnées de hauteurs serait en dehors de tout contexte musical traditionnel. Mais il nous était bien impossible de jouer nous même, au clavier, les polyphonies traditionnelles où, à

[1]Mesures effectuées à partir des accords de xylophones centrafricains enregistrés par Arom et Dehoux depuis 1977.

un tempo si vif, la moindre faute rythmique aurait été la cause d'un échec. Mais surtout, le synthétiseur se substitue, grâce à la synthèse sonore, aux instruments originaux : telle est sa fonction première. Et lorsque nous avons flanqué son clavier de fausses lames de xylophone, le synthétiseur devenait aussi l'instrument des musiciens centrafricains, entre les mains desquels se jouaient nos hypothèses d'échelles musicales.

C'est en février et mars 1989 que nous, Simha Arom, Vincent Dehoux, Suzanne Fürniss[1] et moi-même, devions appliquer pour la première fois cette nouvelle forme d'investigation sur le terrain. Lors de notre seconde mission, en 1990, s'est joint à notre équipe Gilles Léothaud[2] qui nous aida à établir et à contrôler des protocoles d'expérimentation inédits, dans la mesure où jamais de telles expérimentations n'avaient été menées en dehors des sociétés occidentales.

La situation en Centrafrique n'est pas celle que rencontra Wachsman en Ouganda : il n'existe pas, en République Centrafricaine, de musiciens néo-traditionnels et la musique moderne, urbaine, d'inspiration occidentale est relativement peu diffusée, et encore peu accessible aux villageois. Les répertoires musicaux, les instruments et les échelles musicales sont, en Centrafrique, ceux-là même qui étaient observés il y a un siècle. Outre l'ambiguïté inhérente au système scalaire lui-même, outre les difficultés d'étudier ce domaine de la perception, celle qu'il y a à décrire les échelles musicales centrafricaines doit aussi, en fin de compte, être recherchée dans la multiplicité des traditions centrafricaines ancestrales. Nous avons observé, dès notre première mission, que contrairement à ce que nous pensions alors, il n'y a pas une seule systématique diffusée dans toute la région. La conception qu'ont les Pygmées (Arom 1991a, Fürniss 1991) diffèrent très sensiblement de celle(s) des communautés oubanguiennes. Comme nous le montrerons ici, différentes conceptions de l'échelle musicale coexistent aussi au sein des populations oubanguiennes, mais autour de certains traits prégnants communs.

Prenant en charge l'adaptation du synthétiseur à notre recherche, je devais peu à peu m'attacher tout particulièrement à l'étude du timbre, dimension que l'on sait importante en Afrique. la construction des instruments centrafricains et la synthèse sonore relèvent de problèmes si proches, tellement communs en ce sens qu'elles explorent et créent sans cesse l'espace des sons où naît le musical, que la transition depuis les "nouvelles factures" musicales vers les pratiques ancestrales devait se faire tout naturellement. Cette recherche m'a permis d'observer à quel point chaque population centrafricaine s'est appliquée à développer une conception originale d'un

[1]Suzanne Fürniss, membre du LACITO, doctorante à l'époque à l'Université PARIS III.
[2]Gilles Léothaud, directeur du Laboratoire d'Acoustique de la Sorbonne-PARIS IV.

espace où le timbre et l'échelle musicale, intimement liés, s'articulent en autant de formes particulières qu'il nous revient d'analyser. Nous examinerons ici les conceptions manza et gbaya de cet espace, pour lesquelles nous avons le plus de données expérimentales permettant de décrire chacune des dimensions du timbre et des hauteurs musicales. Le fait que ces deux groupes ethniques utilisent un seul xylophone dans les formations instrumentales n'est pas étranger à l'abondance des données les concernant : l'échelle musicale est représentée à chaque fois par un unique xylophone, au lieu d'être articulée autour de deux, trois ou quatre xylophones comme c'est le cas chez les Banda Dakpa, Ngbaka-manza ou Banda Gbambiya. Aussi, la problématique y apparaît relativement plus simple. C'est donc sur la base de la présente étude des concepts propres aux systèmes de xylophones *soli* des Gbaya et Manza que nous pourrons mieux comprendre, ultérieurement, les systèmes des autres orchestres centrafricains.

2. Musiques et musiciens centrafricains

Les musiques centrafricaines sont de tradition orale. On peut considérer qu'il existe en Centrafrique autant de musiques que de groupes ou sous-groupes ethniques, eux-mêmes différenciés par leurs langues dont l'intercompréhension est très variable, puisque chacun de ces groupe est caractérisé par son histoire, ses coutumes, ses rituels, auxquels correspondent des répertoires et des formations orchestrales différentes.

Les musiques traditionnelles d'Afrique centrale partagent les caractéristiques suivantes :

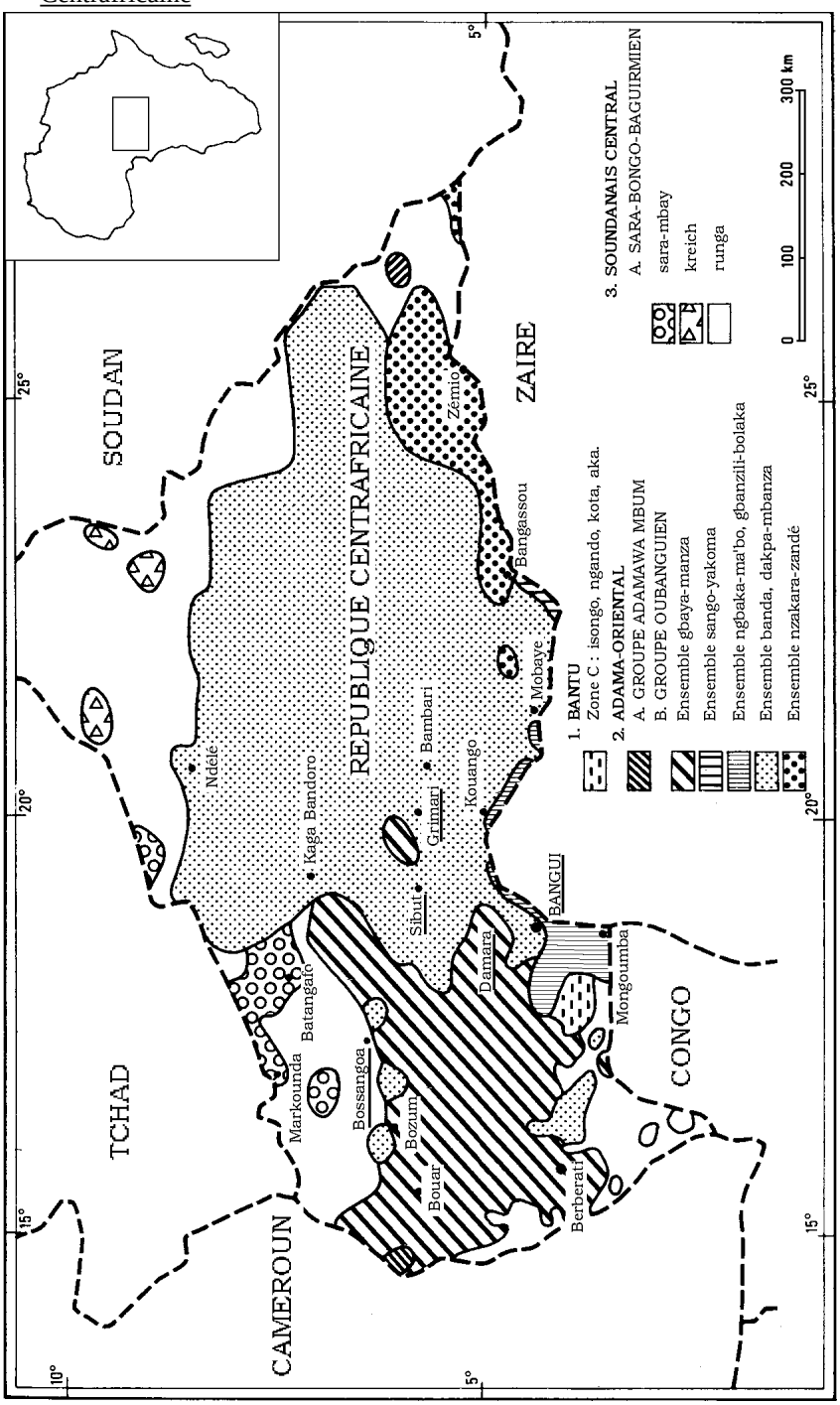
> "- n'ayant pas recours à l'écriture, leur transmission s'effectue par *voie orale*, de bouche à oreille;
>
> - *populaires*, elles sont dépourvues de canons explicites;
>
> - *collectives*, elles appartiennent à la communauté toute entière qui est la garante de leur pérennité;
>
> - *fonctionnelles* - ou plus précisément circonstanciées -, elles ne sont guère destinées à une quelconque utilisation en dehors de leur cadre socio-culturel;
>
> - ne faisant pas l'objet d'un corps constitué de spéculations abstraites se présentant comme tel, *leur théorie est totalement implicite*;
>
> - enfin, *anonymes et non datées*, on ignore qui les a créées *qui* et *quand* elles ont été conçues." (Arom 1989 : 177)

Quant à la fonction des instruments de musique, selon Arom, elle peut relever de cinq ordres différents, mais qui peuvent en certains cas se compléter mutuellement :

> "- ils servent de support modal et/ou rythmique à la musique vocale; c'est la leur vocation la plus commune;
>
> - ils sont réservés pour l'exécution d'un répertoire purement instrumental - c'est le cas des orchestres de trompes banda;
>
> - certains d'entre eux, tels les tambours de bois à fente et les sifflets, peuvent être utilisés comme moyen de communication pour la transmission de messages de caractère linguistique;
>
> -ils constituent l'intermédiaire privilégié - et souvent indispensable - pour établir la communication entre l'homme ou la communauté et les puissances surnaturelles, et à ce titre sont très souvent l'objet d'obligation et d'interdits;
>
> - ils sont le symbole d'une autorité temporelle ou spirituelle, et par conséquent ne sont utilisés que très rarement ou pas du tout (c'est notamment le cas chez les Nzakara, des tambours qui figurent les ancêtres)." (Arom 1985 : 71).

On peut aussi considérer que, même s'il existe des techniques musicales pan-centrafricaines (polyrythmie, hétérophonie, contrepoint, hoquet par exemple), la répartition des langues et des parler de la Centrafrique reflète aussi celle de ses musiques. Quand le même type de xylophone est observé dans de nombreuses populations oubanguiennes, celui-ci est joué soit en solo, soit au sein d'orchestres comprenant jusqu'à quatre xylophones, en fonction de la population qui les utilise. La carte ci-dessous présente les nombreux sous-groupes, gbaya, manza et banda qui nous intéresseront ici. Les villes principales à proximités desquelles nous avons effectué nos enquêtes en 1989 et 1990 sont soulignées.

Carte : groupes linguistiques oubanguiens de la République Centrafricaine



Les échelles musicales étudiées ici sont celles des xylophones gbaya (de Zéré, près de Bossangoa) et manza (à Ngriko, près de Grimari), groupe considéré comme appartenant au même groupe linguistique gbaya-manza. Mais il sera aussi question, à titre comparatif dans notre conclusion, des accords de l'orchestre de trois xylophones des Ngbaka-manza (à Tagoro, près de Damara).

3. Les xylophones centrafricains

De nombreux types de xylophones sont représentés en Centrafrique, depuis le xylophone sur jambes des Ngbaka Ma'-bo (région sud-ouest, Congo, Zaïre), le xylophone sur troncs de bananier — kpóníngbó — des Zandé (région sud-est et Zaïre), ainsi que celui portable, aux résonateurs multiples fixés sur un cadre rectangulaire, le kálángbá. Au cours d'une récente mission en 1992 à travers une grande partie du territoire centrafricain, nous avons pu observer qu'un autre type de xylophone, sur fosse, est largement répandu. Comme nous le verrons plus en détail par la suite, la présence du xylophone sur fosse semble être liée à celle du kálángbá. Il s'agît du kálángbá àSìò (littéralement : xylophone/terre) des Banda, du s"ang"a n`ù des Manza (xylophone/terre également), appelé aussi par un nom onomatopéique, kàkàlékà chez les Banda-Gbi, ou ngálángòlò chez les Gbaya de Bossangoa.

Ces derniers types sont les plus largement répandus, et sont d'une facture comparable dans tout le pays. Ils sont appelés sous le nom générique banda kálángbá, terme également emprunté par le sango, langue nationale et véhiculaire de la République Centrafricaine. Nous avons pu le relever sous ce nom chez les principaux groupes Banda (Linda, Dakpa, Mbiyi, Ndokpa) qui constituent la majorité de la population du pays, sous le nom mbàsà chez les Banda Gbambiya, et s"ang"a chez les Gbaya, Manza (ou plus exactement s"4aN"a), Ngbaka-manza, Ali et Mbomu (ces ethnies formant l'essentiel du reste de la population), ou m"anz"a chez les Sabanga (groupe issu des Nzakara et ayant migré du sud-est vers le centre du pays).

Souvent joué en orchestre de deux, trois ou quatre xylophones, ce dernier présente la facture la plus développée et est le plus répandu en Centrafrique. Il est attesté dans la plupart des groupes Banda, qui constituent la majorité de la population de la République Centrafricaine, chez les Gbaya et Manza, qui constituent l'essentiel du reste de la population, mais aussi chez les Nzakara et chez les Sabanga. L'instrument est assez semblable au *marimba* que l'on trouve dans les communautés bantoues et au *mbila* des Tshopi et des Venda d'Afrique du Sud (cf. notamment Blades 1980, Kubik 1980, Kirby 1968).

Une récente enquête nous a permis de rencontrer, chez les Banda Gbi, le kàkàlékà qui a cinq lames posées sur deux paquets de paille - comme tous les autres xylophones sur fosse -, et le lÉngá àS`O à deux lames et sans coussins de paille. Si le premier est un véritable xylophone, le lÉngá àS`O semble plutôt, comme son nom le laisse supposer, être proche du tambour de bois (non pas du point de vu organologique mais de celui du jeu : le lÉngá est en effet le

tambour de bois, àS`O signifiant littéralement : en/terre. La fonction d'apprentissage du xylophone sur fosse est ainsi corroborée par le fait que le lÉngá, tambour de bois à fente possède également son homologue sur fosse, le lÉngá àS`O dont la fonction serait, face au lÉngá, la même que celle du kálángbá àS`O vis-à-vis du kálángbá de l'orchestre.

Les xylophones centrafricains sont particulièrement appréciés dans les répertoires collectifs. Ils sont toujours joués au sein d'une formation instrumentale qui accompagne chanteurs et danseurs. Ces formations sont composées, selon le groupe ethnique, d'un ou plusieurs xylophones, d'un tambour de bois à fente, d'un ou plusieurs tambours à membrane, au nombre inversement proportionnel à celui des xylophones, de hochets et de sonnailles fixées sur le corps des danseurs.

Le *kalangba* est le seul instrument mélodique de l'orchestre. C'est au premier xylophoniste de "donner" le chant, c'est encore à lui de régler l'exécution et l'ordre des différentes pièces du répertoire. Mais il ne faut souvent aux chanteurs que quelques notes pour reconnaître le chant et l'entonner immédiatement, généralement sous la forme responsoriale soliste / choeur où les parties se recouvrent partiellement, en doublant les parties de xylophone. Le *kalangba* constitue ainsi la référence de l'échelle des très nombreux répertoires auxquels il est associé, de la même façon qu'il sert aussi de référence à l'accord des autres formations : l'orchestre de trompes des Banda-linda est accordé d'après le xylophone.

*

* *

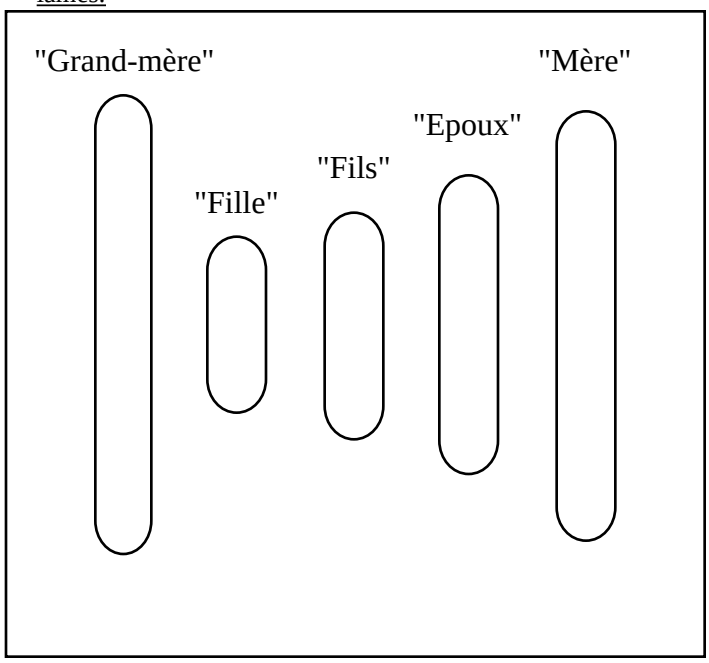
Les *kalangba*, *marimba* ou *mbila* sont autant de xylophones portables, sur cadre rectangulaire et à résonateur multiples. Les résonateurs, faits de courges ou de corne, peuvent être inclinés (*mbila*), une planche comportant des trous circulaires peut être placée parallèlement au plan du cadre, avec recevant l'ouverture des résonateurs (*marimba*), et avoir sur le cadre des coussins de fibres ou de vieux vêtements, afin d'isoler les lames du cadre (*kalangba*). Il convient cependant, de noter qu'un élément organologique, bien que présent sur la quasi-totalité des *kalangba*, *marimba* et *mbila*, ainsi que sur les *balas* des Malinké, n'a jamais été pris comme critère classificatoire : il s'agît du mirliton, petite membrane d'origine animale ou végétale apposée sur un ou deux petits orifices pratiqués, en général, au fond de chaque résonateur. La présence du mirliton, souvent ignorée, a pourtant une incidence majeure sur le timbre des instruments[1]. Il suffit de comparer le son des *balas* des Malinké, des *mbila* tshopi ou

[1]En effet, la présence de mirlitons n'est pas mentionnée dans les articles "Marimba" et "Xylophone" du *New Grove Dictionary of Musical Instruments* (1984), pourtant riche de données ethnographiques.

venda, et des *kalangba* gbaya, manza ou banda pour s'en persuader. Bien que le mirliton peut, d'une certaine façon, constituer un instrument à part entière, une telle omission dans la description des xylophones tient au peu d'importance qu'on lui attribue. Nous verrons que le mirliton est non seulement indissociable de l'instrument qui le porte, mais peut même parfois être considéré, en Centrafrique, comme l'une des pièces maîtresses de l'instrument, et constituer de ce fait un véritable marqueur culturel.

Le nombre et la disposition des lames sur le *kalangba* varie d'un groupe ethnique à l'autre. Le xylophone s"4aN"a des Manza comprend cinq lames dont la plus grave, située à gauche du musicien, est suivie des quatre autres, de l'aigu vers le grave. Ainsi, à la lame la plus grave succède celle la plus aiguë :

Configuration des lames sur les xylophones manza à cinq lames.



Les lames des xylophones entretiennent des relations de parenté : les Manza appellent, de la lame la plus grave à la plus aiguë, la "grand-mère" (ngasanama), la "mère" (nama), "l'époux" (wilima), le "fils" (béwilima) et la "fille" (kwindi). Il a pu être établi, lors d'une enquête menée par Vincent Dehoux, qu'il existe, en plus de cette parenté, d'autres relations qui ne sont pas nécessairement l'objet d'un lexique prédéfini. Ainsi, la lame se situant au milieu du xylophone, le "garçon"

Il faut se référer à l'article "Mirliton" pour savoir que nombre de xylophones, *madimba* - sic - et *mbila* ont des mirlitons, sans autre précision.

Le xylophone des Gbaya de Bossangoa, le s"ang"a, possède neuf à quinze lames, disposées selon un ordre semblable à celui du xylophone des Manza. Une ou deux lames — les plus graves — sont situées à l'extrême gauche du clavier, suivies des autres selon l'ordre descendant des hauteurs. La relation de parenté attribuée aux lames y est beaucoup moins développée que chez les Manza : les lames les plus graves sont *les* "mères" (n$a) et celles plus aiguës, les "enfants" (bêm). Le nombre de mères varie avec le nombre de lames. Un xylophone à neuf lames aura une seule mère située (étant la plus grave) à l'extrême gauche. Un xylophone à quinze lames aura quatre ou cinq mères, réparties aux deux extrêmes du clavier. Il faut convenir que rien ne semble différencier ni dans la facture ni dans la disposition une lame n$a d'une lame bêm : on peut en effet se demander à partir d'où, sur la partie droite du clavier, commencent les lames bêm (voir figure ci-dessous). A la question posée, le musicien gbaya répond qu'il les reconnaît d'oreille, ce que nous, bien sûr, n'arrivons pas à faire. Faut-il chercher la réponse dans une éventuelle opposition de registres, dans la fonction mélodique de chacune des lames ?

L'enquête n'a pas permis de savoir si un lien existe entre la relation de parenté des lames et la structure de l'échelle musicale ou avec la fonction mélodique des degrés. On sait seulement que les fonctions mélodiques peuvent faire appel à une autre terminologie. La délimitation des registres, connue des xylophonistes gbaya, pourrait relever aussi bien d'une opposition de timbre que d'une structure de l'échelle musicale et/ou d'une structure mélodique. Comment est-il possible que chez les Ngbaka-manza les relations entre les lames "grand-mères" et "mères" correspondent à des octaves (plus ou moins "justes") et que, chez les Manza, la même parenté se traduise par une seconde majeure ou une tierce mineure ? Les terminologies laissent toutes sortes d'hypothèses possibles et ont tendance à dérouter le raisonnement du chercheur. Il faut cependant garder à l'esprit que, comme devait le remarquer Paulette Roulon chez les Gbáyá bòdòè à l'Ouest du pays :

> "L'organisation conceptuelle de la réalité telle qu'elle est pensée par les locuteurs n'est pas réductible aux seules dénominations. Un phénomène très important est celui de la motivation, c'est à dire la relation de nécessité établie par le locuteur entre une dénomination et son objet, ou entre deux dénominations. Les locuteurs font très souvent jouer une chaîne logique et/ou symbolique qui justifie telle dénomination, la rendant prévisible à leurs yeux" (Roulon, 1992).

L'enquête se montrera donc très difficile si l'enquêteur n'est pas certain que l'objet qu'il vise soit le même pour le locuteur. Lorsque cet objet a une existence physique, comme s'accordent à le penser l'acoustique et la musicologie lorsqu'il s'agit d'échelles

musicales, la démarche visera tout d'abord à déterminer le phénomène physique (fréquence, intensité, etc...), puis la perception qui en est faite.

Mais un tel objet peut aussi n'avoir d'autre existence que purement conceptuelle, où la perception opére sur elle-même et, comme nous allons le voir, avoir un lien extrêmement ténu avec la réalité physique. Alors qu'on croyait que le mystère des échelles musicales avait été percé il y a un siècle, il apparaît aujourd'hui que la cohérence, d'un point de vue physique, acoustique, de certaines organisations scalaires fait encore problème. On tentera de voir maintenant dans quelle mesure les méthodes d'analyse utilisées sont aptes à déterminer l'objet sur lesquelles elles s'appliquent.

1. PROBLEMATIQUE

1.1. De la détermination des échelles musicales

L'une des préoccupations majeures de l'ethnomusicologie, depuis ses débuts, fut de montrer que nombre d'échelles musicales relèvent de systématiques particulières. La découverte progressive d'échelles musicales insoupçonnées menait rapidement à un catalogue sans cesse grandissant, contribuant à enrichir un grand débat théorique sur la perception musicale. Dès 1877, Helmholtz intégrait la totalité des échelles musicales à peine découvertes au sein de sa propre théorie, connue sous le nom de "théorie de la résonance"[1]. qui semblait dès lors prendre une portée universelle :

> "Nous avons trouvé que sous certaines conditions certains intervalles particuliers, nommées consonances, se distinguent de tous les autres intervalles s'en approchant de près, par l'absence de battements. Certains de ces intervalles, les octaves, quintes et quartes, sont retrouvés dans toutes les échelles musicales connues" (Helmholtz 1877/1954 : 253).

C'était ne pas compter avec l'approximation inévitable des transcriptions effectuées par les chercheurs sur le terrain et "à la volée", puisque l'enregistrement sonore n'existait pas encore. Ces approxima-tions, conscientes ou non, pouvaient en effet passer sous silence des variations de grandeur d'intervalles infimes, mais peut-être pertinentes pour les musiciens traditionnels.

A partir de 1884, le physicien John Ellis, après avoir établi une longue liste d'échelles musicales soigneusement mesurées sur les instruments originaux, remarqua qu'on ne pouvait généraliser la théorie de Helmholtz à tous les systèmes non-européens, et proposa de classer les systèmes découverts en deux catégories : d'une part ceux "harmoniques" ou "naturels" répondant aux lois de la fusion des harmoniques et, d'autre part, ceux "non-harmoniques" ou "artificiels", échappant à ces lois, et, par ailleurs, beaucoup plus nombreux[2]. Le réexamen minutieux des systèmes non-européens montra que l'absence de battements ou de rugosité n'était pas une condition suffisante, ni même nécessaire à toutes les échelles musicales. Il est au contraire indéniable qu'une rugosité existe - peut-être même est-elle le résultat d'une intentionnalité - dans nombre d'échelles où la quinte, la quarte, l'octave et l'unisson sont, comme en Afrique ou en Asie, "rugueux".

La théorie physiologique des échelles musicales, ramenée au critère de fusion des harmoniques, n'est pas recevable dans la mesure où elle n'est pas vérifiée dans *tous*

---

[1]La résonance étant un phénomène mécanique général, il serait plus exact de dénommer la théorie de Helmholtz théorie de la fusion. En effet, selon Helmholtz est consonance toute relation de sons dont tout ou partie des harmoniques fusionnent, avec absence de battements (*beats*). Voir à ce sujet Helmholtz 1877/1954 : 194 et Tanner 1963 : 64 et suivantes.

[2]Ellis 1884, 1885 et aussi Ellis, *in* Helmholtz 1877/1954, appendice K, pp. 514-527.

les systèmes. L'observation d'autres cultures conduit à constater que les critères retenus par Helmholtz sont moins physiologiques que culturels. L'opposition dissonance / consonance est, selon la formulation même de Helmholtz — qui n'est pas bien différente de celle d'un postulat— est fondée, en fin de compte, sur des critères strictement culturels :

> "Quand deux sons musicaux sont joués en même temps, le son résultant est généralement perturbé par des battements des harmoniques, de telle façon qu'une plus ou moins grande partie de la masse sonore se décompose [broken up] en pulsations du son [tone], créant un effet de rugosité. *Cette relation est appelée Dissonance*.
>
> Mais il existe certains rapports de fréquence pour lesquels cette règle accepte des exceptions, et où aucun battement n'est formé, ou bien avec une intensité si faible qu'elle ne produit pas de perturbation déplaisante du son résultant. *Ces cas exceptionnels sont appelés Consonances*" (Helmholtz 1877/1954 : 194).

Dans cette formulation, la rugosité est associée à la dissonance car elle produit une perturbation déplaisante. Cette réaction au phénomène est attestée dans le système occidental, mais est-on sur qu'il en soit ainsi dans les nombreux autres systèmes, et en particulier ceux africains ? Est-on bien sûr que les battements et autres phénomènes physiques et physiologiques y ont la même connotation négative de décomposition, de dissolution que leur attribue Helmholtz ? N'auraient-ils pas, au contraire, comme le laisse penser l'observation des systèmes "rugueux" en Afrique et l'importance qu'on y donne à l'enrichissement du timbre, une valeur positive, telle qu'une véritable construction spectrale, au lieu d'une désagrégation ?

Il est vrai que le succès obtenu par la théorie de la fusion n'est pas dû à cette seule formulation, qui paraît encore arbitraire. Quelques années avant la définition saussurienne des phonèmes, l'arbitraire dans le choix culturel des unités minimales constituant le langage — fut-il parlé ou musical — ne s'imposait pas, loin de là.

Il reste difficile de savoir si Helmholtz considérait le choix des consonances comme étant arbitraire ou non. La rugosité qui, comme on l'a vu, est le critère essentiel d'un intervalle bien formé, est définie avec bien des difficultés, même si ce critère est associé aux battements qui sont, quant à eux, clairement définis. Helmholtz doit reconnaître que

> "l'influence des battements sur la rugosité de la sensation ne peut être calculé directement par aucune loi déterminée. Et pour cette raison, a-t-on été obligé de forger une certaine loi arbitraire asservissant la rugosité au nombre des battements. J'ai choisi une formule mathématique simple montrant que la rugosité est nulle lorsqu'il n'y a pas de battements,

> augmente jusqu'à un maximum de 33 battements, et diminue ensuite lorsque les battements augmentent" (Helmholtz 1877/1954 : 192).

A partir de ce qui précède, la théorie de la fusion devient consciemment arbitraire, au sens que lui donne Helmholtz, dans le choix du seuil de 33 battements pour une dissonance maximale. Mais elle devient par là même contradictoire : la hiérarchie des consonances, qui devrait être fixe, diffère selon le choix du nombre de battements créant la dissonance maximale. Le détail du calcul "mathématique" n'est pas aussi simple, et Helmholtz fait en réalité intervenir nombre de lois physiologiques. Ainsi, la "loi de la rugosité" de Helmholtz n'est pas arbitraire, mais se fonde sur les connaissances physiologiques de l'époque (cf. Helmholtz *ibid*. : 406-418), par ailleurs contestées par la physiologie moderne. Dans le cadre des théories actuelles sur le fonctionnement de l'oreille interne, la hiérarchie des consonances et l'opposition consonance/dissonance, telles que proposée par Helmholtz ne sont pas vérifiables selon les critères physiologiques : la reconnaissance des consonances reste un événement culturel, dont l'explicitation rigoureuse à travers la notion de rugosité a échoué.

Dans l'énonciation même de sa théorie, Helmholtz reconnaît que le critère de la fusion n'est pas toujours efficace. C'est ce qui l'amène à distinguer, outre les consonances "absolues" (octave et douzième), "parfaites" (quinte et quarte), "moyennes" (sixte majeure et tierce majeure) et "imparfaites" (tierce mineure et sixte mineure), deux autres catégories, les consonances "indépendantes" et celles "dépendantes" de la fusion :

> "3. [...] Le groupe suivant comprend la Sixte majeure et la Tierce majeure, appelées *Consonances médianes*. Les anciens écrits d'harmonie les considèrent comme consonances imparfaites. *Dans les registres graves, la perturbation de la fusion est très sensible, mais disparaît dans les registres aigus, car les battements sont trop rapides pour être sensibles*[3]. Mais, dans de bonnes circonstances timbrales, elles sont caractérisées indépendamment par le fait qu'un léger défaut dans leur intonation produit des battements sensibles des harmoniques, et en conséquence, chacun de ces intervalles est clairement dissocié de tous les autres qui lui sont adjacents.
>
> 4. Les *consonances imparfaites*, avec la Tierce mineure et la Sixte mineure, ne sont généralement pas caractérisées de façon indépendante, car lors de bonnes circonstances timbrales, les harmoniques desquels dépend leur définition sont le plus inexistants pour la tierce mineure, et absents pour la tierce mineure, *ce qui fait que de petites imperfections dans leur intonation ne produit pas nécessairement de battements*[1]" (cf. Helmholtz *ibid*. : 406-418).

---

[1]C'est nous qui soulignons.

Au vu de ces remarques, on peut se demander si le critère de la fusion est réellement efficace, dans la mesure où il ne permet pas de caractériser à coup sûr les sixtes et tierces tant majeures que mineures, dont on connaît l'importance dans la musique occidentale.

Il n'est donc pas étonnant que Helmholtz lui-même, et bien d'autres par la suite, aient cherché à valider la théorie de la fusion par d'autres critères, externes. L'histoire de la musique (occidentale) et, *a fortiori*, le développement de la tonalité sont le plus souvent les arguments les plus courants en faveur de la théorie de la fusion[1]. La mise en parallèle de la prégnance des consonances avec la hiérarchie des degrés dans la musique tonale, ou avec l'apparition progressive des dissonances dans l'histoire de la musique occidentale est, elle aussi, souvent avancée. Une relation déterministe est ainsi instaurée entre les consonances et l'histoire de la musique occidentale, voire même avec l'histoire universelle de la musique : les consonances se figeraient avec plus ou moins de force dans une culture donnée selon l'état de son sens "tonal", et les traités anciens de contrepoint, comme les musiques dites "primitives" le démontreraient. Que l'octave, la quinte et la quarte ne soient finalement que les seuls intervalles dépendant du critère de la fusion, et que par ailleurs, ces intervalles soient attestés dans nombre de musiques, est un argument de poids, surtout si on accorde à la quinte ou à la quarte le statut d'un cadre universel et fixe à l'intérieur duquel se placent, avec plus ou moins de rigueur, les autres degrés de l'échelle, en fonction de leur poids tonal — au sens large du terme. La théorie des tétracordes de Chailley (Chailley 1955), comme celle dite du "cycle des quintes" et des *pyens* de Brailoïu (Brailoïu 1953, 1973) rendent comptent autant des musiques non européennes que de la théorie de la fusion.

Véritables prototypes d'échelles "artificielles" (car les hauteurs y entretiennent, en principe, des rapports irrationnels excluant toute fusion des harmoniques), les échelles équipentatoniques ou équiheptatoniques mesurées par Ellis ont constitué une base ethnographique aux théories psychologiques de Brentano, Révèsz et Stumpf, puis à celles de Kunst et Hornbostel. Le modèle des échelles équidistantes, établi sur la base de mesures de xylophones et de gamelans d'Asie du sud-est, devait être un thème de réflexion pour Stumpf, Kunst et Hornbostel.

Stumpf remarquait que la propriété des échelles équidistantes, où chaque saut d'un degré au suivant correspond toujours à une même distance logarithmique, était retrouvée dans la perception des pressions (intensités sonores, pression du toucher), ou de la douleur. Mais la comparaison avec le théorème de Weber-Feschner observant la réponse logarithmique de la sensation, ne permet d'expliquer à la fois les

[1]Cf. *La résonance dans les échelles musicales*, Actes du colloque du CNRS tenu en 1963.

échelles équidistantes et celles "naturelles". En effet, ce théorème, contredit ultérieurement par des résultats expérimentaux, devait être abandonné.

Brentano a tenté de faire un compromis entre l'arbitraire du choix des intervalles et les faits de nature probablement physiologiques, dans sa "théorie des deux composantes de la hauteur", inspirée de la perception des couleurs. Brentano, suivi en cela par Révèsz, expliquait que la perception des hauteurs s'effectue selon deux dimensions, l'une étant récurrente — *Helligkeit*, la "clarté" — et l'autre linéaire — *Tonigkeit*, la "qualité" (Brentano 1907). Une telle représentation de la perception répondait aux nouvelles données psycho-expérimentales, mais provenant de musiciens occidentaux seulement et, surtout, elle réinterprétait et relativisait le critère de fusion issu de la théorie de Helmholtz : les intervalles où la rugosité est moindre, c'est à dire lorsque les harmoniques fusionnent le plus, présentent des qualités particulières non nécessairement reconnues par toutes les cultures, ni par tous les sujets. par contre, la dimension récurrente — l'octave — est attestée à la fois dans toutes les échelles musicales et par tous les sujets, musiciens ou non-musiciens : l'octave est cette dimension par laquelle toute qualité est susceptible d'être reproduite dans les registres plus graves ou plus aigus.

Malheureusement, la "théorie des deux composantes" fut exposée de façon confuse, au point que le caractère arbitraire de la qualité ne fut même pas évoqué, encore moins discuté, faute de données explicites sur les qualités propres aux échelles musicales non européennes : effectivement, la question soulevée par Stumpf en 1901, à savoir "comment peut-on former un intervalle équipentatonique ?" reste encore sans réponse.

La notion de *compétence musicale*, thème prioritaire de la recherche psycho-musicologique jusqu'à récemment (Teplov 1966, Francès 1972), devait largement orienter l'analyse des échelles musicales non européennes. Bien que l'octave soit reconnue et réalisée couramment par les sujets tant musiciens que non-musiciens, ces derniers ne parviennent pas toujours à reconnaître les qualités propres à l'échelle musicale de leur culture. L'apprentissage, la pratique et les aptitudes musicales sont autant de conditions préalables à l'identification des hauteurs de l'échelle. Mais, dans les sociétés où la nature des intervalles ne fait pas l'objet de verbalisation, on a souvent tendance à considérer qu'il s'agît de systèmes où l'attention accordée aux "qualités" est moindre. Ainsi, quel qu'en soit le cadre théorique, la musicologie à longtemps considéré que les échelles des musiques "primitives" sont autant de phases de la genèse de notre propre échelle européenne (cf. Brailoïu 1955, Chailley 1953). Quand bien même l'ethnomusicologie a montré par la suite que les musiques non européennes relèvent de compétences différentes, ces théories évolutionnistes n'en ont pas pour autant été abandonnées.

*

* *

Une autre attitude consiste à envisager l'étude des échelles musicales sous l'angle des relations qu'entretiennent ses structures avec celles plus larges, culturelles et sociales. Mais une telle approche, ouvrant certes de nombreuses perspectives, se montre plus difficile puisque c'est l'ensemble d'une culture qu'il faudrait pouvoir appréhender avant d'atteindre le matériau musical. Ainsi Blacking, après avoir rappelé que :

> "Alexander John Ellis, l'homme qu'on tient généralement pour le père de l'ethnomusicologie, démontra que les gammes ne sont pas naturelles mais tout à fait artificielles et que les lois de l'acoustique pourraient bien n'avoir aucun rapport avec l'organisation humaine du son" (Blacking 1973/1980 : 67),

en arrive à considérer que :

> "le choix et l'emploi des gammes peuvent résulter de processus sociaux et culturels qui ne sont pas forcément en rapport avec les propriétés acoustiques du son" (Blacking, *ibid*. : 84).

Mais le constat reste, pour l'échelle utilisée par la société Venda que Blacking a longuement étudiée, celui de l'absence de données ethnographiques explicitant le choix de leur échelle musicale :

> "Même si nous savions exactement comment les Venda ont trouvé le *tshikona*, le *domba* et une gamme heptatonique (et je doute que nous ne le sachions jamais), et même s'il était vrai que la musique heptatonique est issue de la musique pentatonique, cela n'ajouterait rien à notre compréhension du système musical venda ou du développement du sens musical dans la société venda. Je m'intéresse plus à la musique venda en tant que produit de l'intelligence humaine dans la culture et la société venda qu'en tant qu'étape dans l'histoire de la musique universelle" (Blacking 1973 : 69).

Malgré cette réponse pessimiste à la question posée par Stumpf trois quart de siècle plus tôt, le mérite de Blacking est de dénoncer ici les tendances évolutionnistes tellement prégnantes à l'époque.

On comprend à quel point l'existence des systèmes équidistants tend à devenir hypothétique, là même où on pensait les avoir découvert en Asie du sud-est, quand Manttle Hood redéfinissait, en 1966, les systèmes *slendro* et *pélog* indonésiens :

> "Schématiquement, le slendro a été décrit comme étant un système à cinq sons et le pélog comme un système à sept sons. Ellis, et longtemps

> Kunst, ont maintenu que le slendro tendait vers une structure d'intervalles équidistants de 240 cents. En fin de compte il a été montré que, dans la pratique actuelle, tous les accords slendro des gamelans ne sont pas équidistants. Le pélog, au contraire, a toujours été considéré comme non-équidistant, probablement parce que la différence entre les petits et les grands intervalles est plus marquée" (Hood 1966, p.30).

C'est en Afrique que l'on observe finalement le plus d'échelles équidistantes. Kunst, Wachsman, Jones, Kubik, Rouget et d'autres encore affirment y avoir relevé des instruments présentant des intervalles équidistants. Mais on peut se demander, alors que les analyses effectuées par Ellis et Kunst sont mises en cause, si celles effectuées sur les instruments africains sont plus fiables. L'attitude de Rouget est en ce sens paradoxale lorsqu'il affirme :

> "Le fait est que l'existence en Afrique de xylophones équipentaphoniques est incontestable" (Rouget 1969 : 71)

et reconnaît néanmoins que :

> "on ne rendra compte de la particularité d'un accord qu'en décrivant comment on l'obtient, la description passant nécessairement cette fois par l'analyse des processus mis en oeuvre au niveau de l'audition" (*ibid*. : 70).

Comment, en l'absence d'un moyen pour expliciter et mettre en relation les données ethnographiques, et en l'absence même des données ethnographiques requises, peut-on justifier les analyses acoustiques ? Peut-on en effet considérer comme pertinentes des mesures acoustiques, lorsqu'elles ne sont accompagnées d'aucune observation ethnographique sur la façon d'accorder les instruments, pas plus que de commentaires et explications de la part de ceux qui construisent ces instruments ? L'échelle musicale, telle quelle se présente à travers les mesures acoustiques, révèle-t-elle selon sa véritable nature ?

1.2. Des échelles musicales centrafricaines

> "J'ai été frappé, dans mes premières enquêtes au Gabon, par la diversité des systèmes d'échelles que m'offraient les musiques des différentes ethnies de ce territoire, systèmes attestés par des instruments à sons fixes (sanza, xylophones, harpes), mais également par des intervalles vocaux qui semblaient parfois très justement entonnés, comme par exemple cette seconde large (ou tierce mineure étroite et cette quarte étroite chantée dans ce fragment de la danse Onkila des Batéké" (Sallée 1985 : 2).

Nous pourrions appliquer cette observation à l'ensemble des musiques que nous avons entendu en Centrafrique, des musiques essentiellement vocales des pygmées Aka, ou de xylophone des autres populations Gbaya, Manza, Banda ou Zandé. Telles sont les musiques d'Afrique centrale, c'est à dire particulièrement ambiguës dans leurs échelles musicales, puisqu'on a souvent l'impression quelles sont entonnées avec précision, mais que leurs intervalles ne correspondent pas à ceux auxquels nous sommes habitués dans la musique européenne. S'il n'y a aucun doute quant à la nature pentatonique des échelles centrafricaines, l'audition des orchestres instrumentaux — ou les choeurs *a capella* des Aka (cf. Fürniss 1992) — laisse entendre de nombreux intervalles n'appartenant à aucun système alors connu : aucun intervalle perçus et mesuré ne semble appartenir aux systèmes pentatoniques connus. La présence du demi-ton en particulier, presque omniprésent à l'audition et dans les mesures acoustiques de ces musiques, est paradoxale en ce sens qu'il n'appartient théoriquement pas aux systèmes pentatoniques : dans le cadre de la théorie du cycle des quintes, le demi-ton n'apparaît que lorsque l'échelle possède six degrés (hexatonique). De plus, comme nous allons le voir, les enquêtes auprès des musiciens traditionnels semblent indiquer que le demi-ton n'est pas pertinent dans l'accord des instruments. De même, l'analyse paradigmatique des chants, accompagnés où non d'instruments mélodiques, confirme l'*équivalence culturelle* donnée à deux notes séparées de plus ou moins un demi-ton (cf. Arom 1985a).

L'impression résultante est celle d'une systématique rigoureuse, qu'on n'arrive pourtant pas à cerner. La distance paraît être purement théorique, puisqu'aucun cadre théorique ne permettait une interprétation satisfaisante des mesures effectuées sur des accords de xylophones enregistrés par Arom et Dehoux. Le constat auquel devait arriver Sophie Pelletier en retraçant l'heuristique de notre problématique telle qu'elle était avant que notre équipe entreprenne des recherches sur le terrain :

> "Il ne paraît donc plus nécessaire de se poser des questions à partir de mesures poussées à l'extrême quand à leur précision. Non seulement

> l'ambiguïté qui existe au niveau de la perception n'est pas résolue par les mesures; à elle s'ajoute *une ambiguïté d'interprétation des chiffres*" (Pelletier 1988 : 62)[1].

La problématique des échelles centrafricaines fut donc formulée à partir de l'audition, et les mesures laissées un moment de côté.

Les terminologies vernaculaires qui ne laissent aucun doute sur la nature pentatonique de l'ensemble des musiques centrafricaines, permettent de reconnaître le nombre de degrés que comporte les accords instrumentaux dans chaque octave. Pour que l'équivalence culturelle soit accordée à deux hauteurs dont on ne sait si elles relèvent ou non du même degré, il faut savoir que l'enquêteur recourt au moins à deux instruments culturellement semblables, ou bien aux divers instruments appartenant à une même formation.

Au sein des orchestres, tels que ceux des xylophones ngbaka-manza ou banda, les noms associés aux différentes lames établissent une parenté entre des hauteurs perçues par nous comme différentes de plus ou moins un demi-ton : telle lame de xylophone perçue ou mesurée comme un DO porte le même nom que de telle autre lame émettant un DO# ou un SI sur un xylophone du même orchestre : ceci semble confirmer que l'unisson comprend une marge de tolérance de plus ou moins un demi-ton.

Le cas est similaire pour les octaves, mais au lieu que le même nom soit employé pour des hauteurs jugées culturellement équivalentes, un lien de parenté est établi : un DO 3 est appelé — par exemple — la "mère" d'un SI 3 ou d'un DO# 4.

Dans le cas des xylophones solistes manza et gbaya, l'enquête terminologique ne donne pas des résultats aussi clairs. Comme nous l'avons vu dans notre introduction, la dénomination des lames du xylophone soliste gbaya est insuffisante pour établir les liens de parenté : une ou deux lames seulement sont appelées la "mère", les sept à dix lames suivantes étant indifférenciées par la terminologies, sont les "enfants". Le jugement culturel d'équivalence portera donc sur la comparaison de deux ou plusieurs xylophones solistes ayant la même fonction.

Chez les Manza, la terminologie, bien que différenciant les cinq lames du xylophone soliste, n'est pas suffisante puisqu'il n'existe aucun intervalle d'octave permettant d'établir une parenté entre les lames. Cependant, du fait que ce xylophone ne possède que cinq lames, et que c'est à cet instrument que revient la fonction de "donner" le chant, il y a tout lieu de croire que ses cinq hauteurs constituent le système minimal opérationnel, pentatonique. Là aussi, c'est la comparaison sur le

[1] C'est nous qui soulignons.

terrain d'instruments solistes fabriqués par des facteurs différents mais destinés à jouer les mêmes répertoires qui a permis de confirmer la nature pentatonique du système. L'enquête montrait que des intervalles proches de la tierce mineure et de la seconde majeure sont jugés culturellement équivalents. Et la conclusion s'imposait : le demi-ton, qui sépare la tierce mineure et la seconde majeure, n'est culturellement pas pertinent, et peut être considéré comme résultant d'une marge de tolérance admise par le système. Une telle marge de tolérance permet ainsi d'expliquer que telle quinte — approximative — de tel instrument se trouve être un triton sur tel autre instrument, et ainsi de suite pour chaque grandeur d'intervalle.

Un système équidistant — équipentatonique — ne semblait guère correspondre aux accords instrumentaux, du fait même de la présence de demi-tons, de secondes majeures, de tierce mineures et de pycnons[1], autant d'intervalles incompatibles, par définition, avec l'équidistance.

Nous aurions pu terminer là notre approche des échelles centrafricaines, d'autant plus que l'échelle telle qu'elle apparaît à travers les chants est très proche des systèmes pentatoniques de type DO-RE-FA-SOL-LA et de ses quatre permutations successives :

> "Dès lors — aussi paradoxal que cela puisse paraître — la configuration de l'échelle fournie par le soubassement instrumental, pour être pertinente, ne peut être dégagée que de la musique *vocale* dont il est censé constituer l'armature, puisque dans les mélodie chantées, la marge de tolérance qui prévaut entre les degrés est bien plus faible que sur l'instrument qui les accompagne" (Arom 1985a : 401)

Si effectivement la marge de tolérance est bien plus faible dans le chant, leur audition laisse parfois subsister quelques doutes, surtout dans l'opposition de registres vocaux. Des écarts étaient observés entre la partie du soliste, aiguë, et celle du répons, plus grave, de façon pratiquement systématique mais sur un ou deux degrés seulement. Un phénomène apparaissait souvent, dans plusieurs chants, où par exemple un SI était chanté par le soliste quand un DO était réalisé par le répons, toutes les autres hauteurs étant par ailleurs identiques. Ainsi, le phénomène observé dans l'accord des xylophones se retrouvait, bien qu'avec moins d'ampleur, dans le chant.

Là encore, on ne pouvait décider d'aucune interprétation théorique : les problèmes d'intonation s'opposaient à l'aspect systématique des écarts, indépendamment des interprètes; admettre une marge de tolérance dans le système

[1] Le pycnon est, dans un système pentatonique, la succession de deux secondes majeures conjointes : DO-RE-MI constitue le pycnon du système DO-RE-MI-SOL-LA.

plus grande sur un seul et unique degré ne présentait pas de sens; et finalement, la nature pentatonique de l'échelle devait être remise en cause. L'hypothèse d'un système pentatonique différent pour l'une et l'autre des parties vocales, expliquant certes le phénomène, semblait contradictoire. Même si elle permettait d'expliquer que, par exemple, le soliste chante selon le mode RE-FA-SOL-LA-DO et le répons selon celui SI-RE-FA-SOL-LA, cette hypothèse aboutissant à un système hexatonique SI-DO-RE-FA-SOL-LA ne pouvait pas être vérifiée par les données ethnographiques : les hauteurs SI et DO ne se succèdent en effet jamais dans le chant, et les xylophones ne font état que de cinq degrés. L'échelle restait donc ambivalente puisqu'on ne pouvait la ramener à un système ni hexatonique, ni pentatonique sans la dénaturer :

> "Si bien des caractéristiques poussent à ranger ces musiques sous ce système [pentatonique], en revanche nombre de restrictions découlent directement de la "couleur sonore" propre à ces musiques : l'ambiguïté fondamentale des intervalles, la prégnance du timbre, la localisation des degrés à l'intérieur de différents registres de hauteurs - c'est à dire leur appartenance plus ou moins ancrée dans un registre plutôt que dans un autre, grave ou aigu - influent avec tant de poids sur la perception, que l'on ne peut être aussi catégorique" (Dehoux & Voisin, 1990).

En vue des expérimentations sur le terrain, nous devions formuler l'hypothèse se dégageant des données ethnographiques : le système est constitué de cinq degrés. Restait à en vérifier la marge de tolérance, estimée provisoirement à plus ou moins un demi-ton.

1.3. Les mesures

1.3.1. Acoustique

La hauteur d'un son étant physiquement associée à une fréquence, l'analyse des échelles musicales devait être une préoccupation relève tout autant de l'acoustique que de la musicologie. Avec l'invention du phonotaugraph dans les années 1870, la possibilité de visualiser les ondes sonores donnait à l'acoustique une méthode d'observation objective. Les circonstances furent telles que Helmholtz utilisa cet appareil pour démontrer l'existence physique — alors contestée — des battements. Le recours aux techniques acoustiques permet d'éviter les "aberrations" résultants de la perception d'un système étranger : la conduite d'écoute étant différente et *a priori* inconnue pour le système étudié, il est important de contourner la perception de l'observateur.

L'objectivité nécessaire à l'analyse semblait atteinte dans les représentations acoustiques. En effet, l'analyse acoustique des timbres et des échelles musicales n'a pas recours à l'oreille, et se distingue donc des transcriptions musicales en cela qu'elles n'est pas tributaire de ce que l'oreille perçoit, mais de ce qu'une machine entend : le Stroboconn et les systèmes numériques de traitement du signal dont l'utilisation s'est généralisée depuis une dizaine d'années, permettent la mesure des hauteurs sans que n'intervienne la perception. La mesure s'effectue soit visuellement, lorsque le son à mesurer est *visuellement* accordé à un son dont on connaît la fréquence (Stroboconn), soit directement par l'énumération des composantes fréquencielles du son (FFT).

Il serait cependant intéressant de pouvoir entendre le résultat de ce type de mesures, ne serait-ce pour en contrôler la pertinence. Or l'analyse des échelles musicales, comme le remarquait très justement Nazir Jarazhboy, reste inexorablement muette :

> "il est impossible pour le lecteur de reconstruire un véritable son correspondant à sa représentation spectrale sans l'aide d'un lecteur-transcripteur automatique — instrument non encore conçu" (Jairazbhoy 1977: 266),

d'où une certaine difficulté à estimer la pertinence des mesures, surtout quand on constate que :

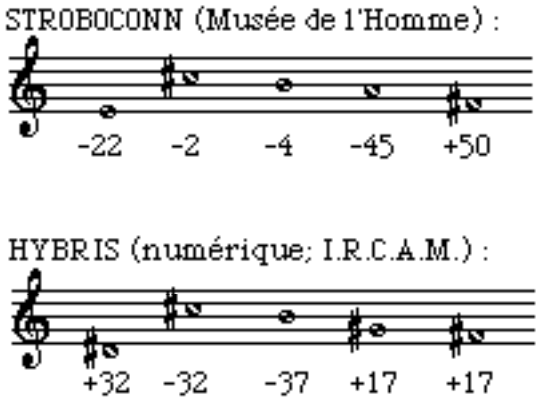
> "il existe des sons complexes sans fréquence définissable, mais qui donnent l'impression d'avoir une hauteur"[et]
>
> "nous devons mettre en question la valeur "objective" des transcripteurs automatiques et la qualité scientifique d'un appareillage

dont les résultats ne peuvent être vérifiés, étant donné qu'il n'existe aucun appareil permettant de reconvertir les représentations graphiques en sons" (Jairazbhoy 1977 : 270-272).

De notre coté, nous avons voulu vérifier l'objectivité des mesures acoustiques, en comparant deux appareillages dont la précision est d'au moins ±2 cents pour le Stroboconn (Rouget 1969 : 49, Zemp 1973 : 87) et quasi-nulle pour le système Vax-Hybris (Pelletier 1988 : 51)[1]. Cette comparaison a été faite sur l'accord de deux xylophones manza et gbaya[2].

Malgré la précision des instruments de mesure, les fréquences fondamentales des lames du premier xylophone — manza, à cinq lames — ne coïncident pas entre elles. Leur écart est très largement supérieur à la précision escomptée (les fréquences sont rapportées en hauteurs absolues) :

Deux mesures des hauteurs du xylophone manza M83-1



.

De tels écarts, allant de 30 cents pour le Do# jusqu'à 46 cents pour le Ré#, pouvaient être expliqués par un étalonnage différent des vitesses des appareils de lecture et d'enregistrement. Il convient donc, pour palier cet éventuelle distorsion, de calculer l'écart relatif minimum qui sépare ces mesures. En transposant une série de mesures jusqu'à atteindre les plus petits écarts, soit +33 cents, deux lames du xylophone présentent un écart nul (lame n°3, Si, et n°5, Fa#). Mais trois lames conservent encore des écarts de mesure qui, bien que tolérés par l'oreille, sont supérieurs à la précision des appareils (± 2 cents) :

[1] Les mesures ont été effectuées avec la collaboration de Jean Schwarz, en 1985, au Musée de l'Homme, et celles de Jean-Baptiste Barrière, en 1988, à l'IRCAM.

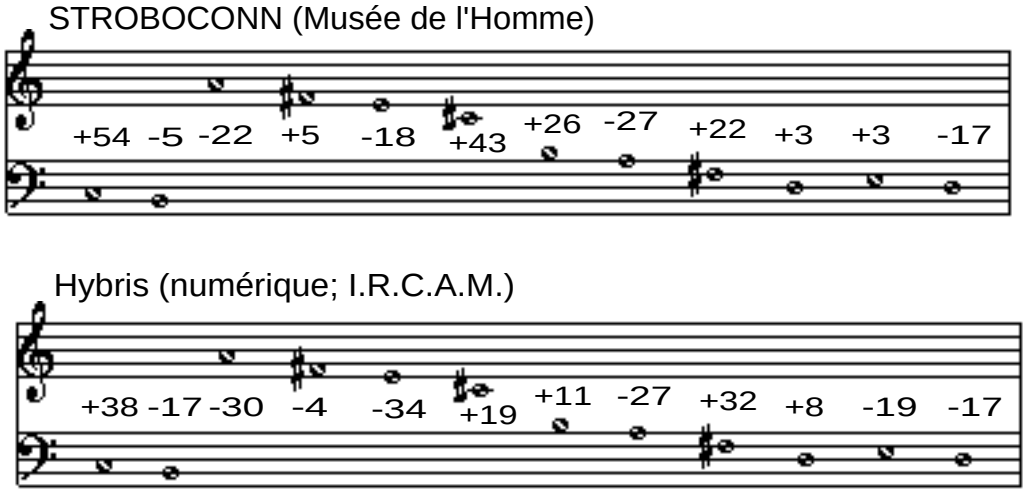
[2] Enregistrés par Vincent Dehoux sur magnétophone Nagra IV, à la vitesse de 19 cm/s et 38 cm/s.

Écarts relatifs entre les mesures du Stroboconn (I) et celles du système Hybris (II).

lames	1	2	3	4	5
écart (I)-(II)	-13	+3	+0	-5	+0

Si on se livre à la même confrontation avec un autre xylophone, celui des Gbaya, au nombre de lames plus grand — mais *de facture identique* —, force est de constater que les mesures sont cette fois-ci inexploitables. Les hauteurs mesurées par le Stroboconn et par le système numérique Vax-Hybris sont présentées ci-dessous :

Deux mesures des hauteurs du xylophone gbaya [Gb87-1].



Les écarts entre les mesures sont ici minimaux puisque deux lames (n°8 et 12) présentent un écart nul. Il est donc inutile de transposer une série de mesures pour obtenir les écarts les plus favorables, et l'hypothèse d'un défaut d'étalonnage des magnétophones est mise en défaut : les écarts relevés dans les mesures du xylophone manza précédent sont donc les plus grands, soit de l'ordre de 40 cents !

Écarts entre les mesures du Stroboconn (I) et celles de Hybris (II) :

lame	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(I)-(II)	+16	+12	+8	+9	+16	+24	+15	+0	-10	-5	+22	+0

L'incertitude, pour ce xylophone Gbaya, est de l'ordre du huitième de ton (24 cents). Elle est trop importante pour tenter de définir un intervalle entre deux lames quelconques du xylophone : la comparaison des intervalles qui résultent de ces deux mesures (tableau ci-dessous) montre qu'un intervalle équipentatonique (239 cents) peut prendre, en fonction de l'appareil de mesure, la valeur d'une seconde majeure (201 cents) comme celle d'une tierce mineure (285 cents). Les intervalles entre les

lames n°5 et 6, puis n°7 et 8, illustrent ce phénomène dû aux seules mesures. Il est inutile de chercher à interpréter les grandeurs des petites secondes (entre les lames 1-2, 10-11, 1-12), ou grandes voire des intervalles équipentatoniques (entre les lames 4-5, 11-12).

Comparaison des intervalles entre les hauteurs mesurées;
(I) : Stroboconn; (II) : Hybris

	Intervalles entre les lames du xylophone Gbaya (Gb87-1)											
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	1-12
(I)	159	2183	273	223	239	217	253	251	419	200	220	129
(II)	155	2187	274	230	247	208	238	241	424	173	198	145

Les fréquences fondamentales des deux xylophones sont indéterminables dans leur mesure; et l'analyse acoustique de l'accord de ce xylophone, en tant que rapport de fréquences, est par conséquent impossible.

Il est vrai que la mesure des fréquences fondamentales par l'un et l'autre appareil ne s'effectue pas de la même façon. Il est donc nécessaire de savoir précisément ce que l'on mesure, ou plus exactement ce que l'on ne mesure pas.

La mesure du Stroboconn, analogique, s'applique sur la totalité du son, et la fréquence mesurée doit être stable; mais surtout, l'instabilité de cette fréquence ne peut être évaluée. Lorsque le son est pur, la précision du Stroboconn est grande, et sa marge d'erreur est proportionnelle aux variations de la fréquence fondamentale, desquelles il nous donne une moyenne.

Au contraire, le système numérique Hybris procède, comme nombre d'autres analyseurs de spectre numériques, en décomposant l'onde complexe du son en la somme des ondes simples qui le composent (analyse FFT), et ce en fonction du temps. Ce type de mesure n'est véritablement précis que si, lorsque la fréquence est instable, elle s'effectue sur chaque période de l'onde. En d'autres termes, la mesure d'une fréquence instable est d'autant plus exacte qu'elle s'applique sur un grand nombre de "tranches" temporelles du son. Dès lors, le problème rencontré est inverse à celui du Stroboconn, on a non plus une moyenne, mais un ensemble de valeurs correspondant à l'exacte variation temporelle de la fréquence. Le problème se pose du traitement de ces valeurs, à savoir si on doit en faire une moyenne, non pertinente, ou garder certaines valeurs, mais dans ce cas, lesquelles ? Or ces critères sont ceux-là même de l'objet étudié : ceux selon lesquels opèrent la perception et la conception d'une échelle musicale dans une société donnée.

1.3.2. Psycho-acoustique

> "Il a été remarqué depuis longtemps que les idiophones posent des problèmes spécifiques quant à la perception des hauteurs car, d'une part, ils produisent tous un timbre inharmonique, et d'autre part, dans la plupart des cas ils suscitent des sensations de hauteurs et de timbre clairement audibles mais non mesurables par aucun appareil en termes de fréquence et/ou d'intensité." (Schneider & Beurmann 1993)

Dans le déroulement temporel d'un son, l'approche acoustique tend à opposer différentes phases : l'attaque, l'entretien et l'extinction, relatives à l'évolution dynamique, en intensité, de tout son. On considère que la phase d'entretien du son, est celle où les transitoires d'attaque n'influent plus sur la fréquence fondamentale, la plus stable en fréquence. Or nombre d'instruments de musique, de même que la voix, n'ont pas une fréquence stable pendant la phase entretenue du son qu'ils produisent. Pourtant, la sensation d'une hauteur précise existe. De même, pour les sons de xylophone de courte durée et de surcroît sans phase d'entretien, une telle sensation existe alors même que la fréquence est instable.

Le tableau ci-dessous représente les fréquences mesurées à 30 et 70 millisecondes[1] après le début du son *Xylo 2a*, timbre de synthèse apparenté à celui de xylophones africains. Ces deux mesures portent donc sur la partie "stable" du son, les oscillogrammes nous ayant permis de déterminer que l'attaque ne dure tout au plus que 20 ms.

Variation de la fréquence fondamentale de Xylo 2a

Do 3	fréquence (Hz)	écart (cents)
30 ms	257,8	
70 ms	260,9	+ 21

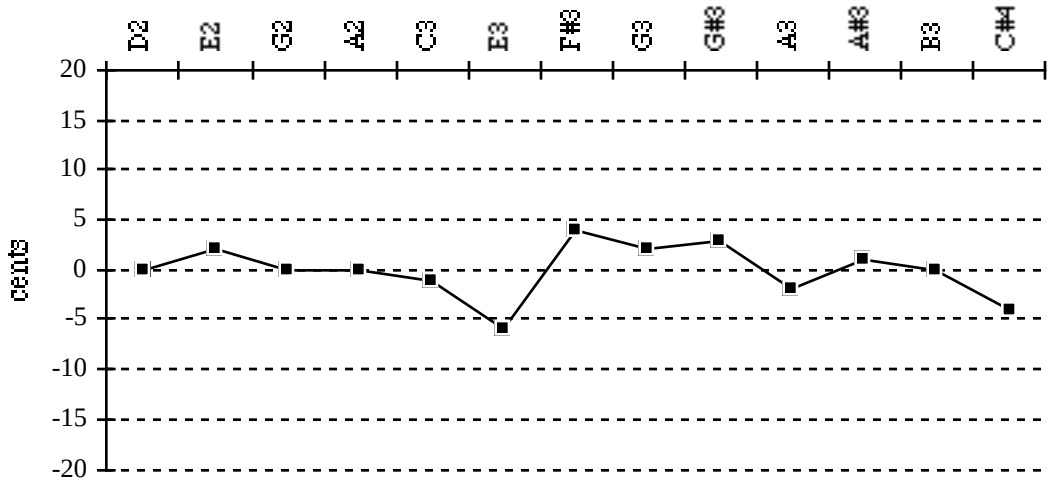
Sur quarante millisecondes, la fréquence augmente de 3,1 Hertz, soit un dixième de ton pour le Do 3 (21 cents). La synthèse de ce son est telle que cette variation de fréquence est la même pour l'ensemble des hauteurs audibles (DO -2 à SOL 8) et s'applique également aux différents harmoniques du spectre (cf. Appendice 2).

Lorsque ce son est accordé par rapport à lui-même, c'est à dire lorsque nous accordons entre eux, à l'unisson et d'oreille, deux sons produit par ce même timbre de synthèse *Xylo 2a*, nous constatons que la précision de l'accord à l'unisson est grande. Les unissons obtenus en comparant les deux sons alternativement, et non de façon

[1] Les mesures ont été effectuées sur système numérique S-Tools, au Département d'acoustique de l'Académie des Sciences de Vienne, avec la collaboration du Pr Werner Deutsh et du Dr Jena que nous remercions ici.

simultanée, afin que les variations de fréquence ne puisse s'annuler lorsque les sons se superposent, sans quoi l'unisson serait issu non d'une hauteur jugée égale, mais de la fusion des spectres et de l'absence de battements.

Accord à l'unisson du son Xylo 2a par rapport à lui-même, pour les hauteurs Ré 2 à Do# 4.



Ces accords présentent des écarts inférieurs à 3 centièmes de ton (6 cents) et sont plus de trois fois inférieurs à la variation des fréquences du son de synthèse (21 cents). *Ici, la hauteur perçue est plus précise que celle mesurée à travers les fréquences*. De nombreuses études psycho-acoustiques montrent que la structure spectrale du son a un effet direct sur la perception des hauteurs (parfois dans de grandes proportions). Les premières observations de cet effet portaient d'abord sur de grands écarts, en quelque sorte sur des illusions auditives, comme par exemple certains jeux d'orgue où la hauteur perçue est une octave plus basse que la fréquence réellement émise. Grâce à l'expérimentation psycho-acoustique, on a également constaté que l'écart entre les fréquences fondamentales et la hauteur perçue peut être de l'ordre de fractions de ton, sans pour autant être négligeable. La mise en évidence d'un tel effet du timbre sur la perception des hauteurs, aussi petit soit-il, laisse présager de la complexité des processus physiologiques, et demande de dissocier *a priori* hauteur perçue et fréquence fondamentale. Ainsi, ce que remarquait Robert Francès à propos de la voix et des instruments à cordes est confirmé ici pour les xylophones :

> "En résumé, au moins dans le cas du chant et des instruments à cordes, l'oreille a pour fonction de dégager des notes à partir de fréquences périodiquement fluctuantes autour d'une certaine moyenne. Cette moyenne elle-même est rarement stable et rarement à la hauteur désirable pendant toute sa durée. Pendant une portion appréciable de cette durée, soit dans les attaques, soit dans les transitions, la fréquence varie de manière brusque avant l'établissement du son. On voit la complexité des processus engagés ici et combien il paraît malaisé de réduire la

> perception musicale, même celle "d'un élément", au schéma de l'audition tel qu'il a été établi pour des phénomènes sinusoïdaux" (Francès, 1984 : 26).

Bien que l'état actuel de la psycho-acoustique est à même de nous donner nombre d'indications quant à la physiologie de la perception des hauteurs, force est de constater que nos connaissances des processus cognitifs propres aux cultures non européennes font encore défaut. Rien ne permet en effet de postuler une similitude des critères sur lesquels se fonde la perception des hauteurs et des intervalles musicaux d'une tradition.

L'analyse acoustique la plus précise ne peut, dans l'état actuel de nos connaissances, donner d'indication sur la hauteur véritablement perçue, puisqu'elle ne peut décider de la pertinence de l'un ou l'autre des si nombreux paramètres du timbre. L'étude des échelles musicale ne peut donc s'effectuer que par l'approche psycho-acoustique.

Reprenons ici la question première, celle-là même qui nous a amené à l'emploi d'appareillages de mesure de fréquence, et dont dépend la possibilité d'une approche scientifique : *comment rendre compte de ce que nous entendons de façon très précise mais que nous ne pouvons exprimer avec la même précision. par le langage ?* Knudsen trouvait une précision de 5 cents (cité par Teplov, 1966 :116, Leipp (1977;) est convaincu que l'oreille perçoit des différences de hauteurs inférieures à 4 cents (ce qui correspond au savart*, unité de mesure employée par lui)[1]. Il est certain que la discrimination de hauteurs si peu différentes ne s'effectue pas selon la dimension des hauteurs telle qu'on la conçoit usuellement, mais tend à s'effectuer grâce au timbre (dont la dimension reste justement à définir avec précision). Aussi Brentano conçoit que l'on perçoive des différences égales à un cent. Ces différences sont pour lui des différences de "qualités", l'une des deux dimensions, avec la "clarté", de la théorie des deux composantes de la hauteur :

> "Une grande sensibilité différentielle dans des octaves déterminées permet de supposer que ce nombre [de qualités] dépasse 1200 par octave." (Brentano 1907 : 38)

Nous sommes ici aux limites de la perception différentielle des hauteurs, et l'on ne put s'étonnera pas que la perception se situe aux frontières des hauteurs et du timbre[2].

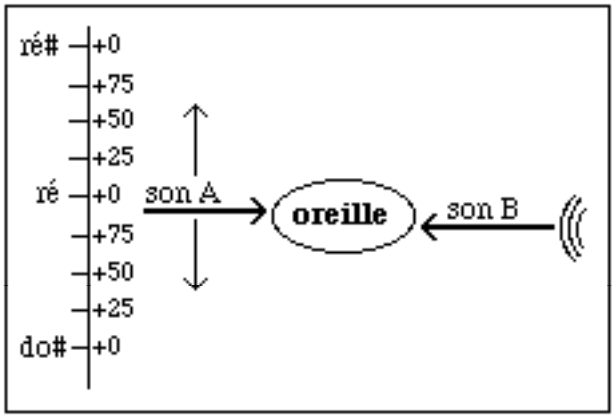
---

[1]Je suis personnellement convaincu que la résolution de l'oreille est plus proche d'un cent, ayant moi-même pu entendre des différences de deux cents, dans certaines conditions expérimentales.

[2]L'observation nous montre qu'une telle résolution de l'oreille s'applique aux grandeurs des intervalles mais non pas à la perception des hauteurs absolues : d'après Teplov, la finesse de l'oreille absolue ne

Les psycho-acousticiens ont déjà mis en application ce principe, en le réduisant à l'intervalle le plus simple : l'unisson, intervalle zéro auquel correspond la notion de *tonie*. La tonie est la *sensation* de hauteur d'un point de vue psycho-acoustique. Dans un tel cadre expérimental, la tonie est la perception d'un unisson parfait – strict – entre un son de référence résultant d'une échelle abstraite de hauteurs et le son original qu'on doit mesurer. Par cette relation d'équivalence, on déduit la *hauteur perçue* de tout son. Cette relation est relative d'une part à l'étalon des hauteurs utilisé (il s'agît d'une échelle graduée en cents, 1/1200ème d'octave), et d'autre part au timbre des sons avec lesquels doit opérer la perception de l'unisson :

Le son A de référence est ajusté d'oreille, à l'unisson, au son B dont on recherche la tonie.



Un intervalle quelconque peut donc être déterminé par la mesure de la tonie de chacun des deux sons qui en constituent les bornes. Lorsque les deux sons de l'intervalle à mesurer ont une même structure spectrale, c'est à dire *lorsqu'ils sont perçus comme identiques à hauteurs différentes*, l'intervalle qui les sépare réellement et celui que l'on déduit de leur tonie respective sont de même grandeur. Seule la marge de tolérance qui intervient lors de l'ajustement de la tonie de chacun des sons peut apporter des écarts. Ces écarts seront proportionnels à ceux qui séparent les structures spectrales du son de référence de celles des sons de l'intervalle. Autrement dit, tant que l'on mesure la tonie d'un Fa de clarinette avec un son de clarinette, l'erreur sera minime. Il conviendra donc d'estimer la distance du son de référence avec ceux que l'on veut mesurer.

On se rend vite compte de l'importance particulière à accorder au son de référence dès lors que les différents sons dont on recherche la tonie, et qui forment entre eux un système d'intervalles, n'ont pas le même timbre, le même profil, la

---

peut être inférieure à 10 cents, et de plus, les sujets tenus pour doués d'une oreille absolue ne parviennent pas à donner plus de 25% de réponses justes (Teplov, 1966 : 152-153).

[1]L'observation nous montre qu'une telle résolution de l'oreille s'applique aux grandeurs des intervalles mais non pas à la perception des hauteurs absolues : d'après Teplov, la finesse de l'oreille absolue ne peut être inférieure à 10 cents, et de plus, les sujets tenus pour doués d'une oreille absolue ne parviennent pas à donner plus de 25% de réponses justes (Teplov, 1966 : 152-153).

même structure spectrale. Dans un tel cas, la cohérence du système d'intervalles déduit dépend du choix du timbre de référence : *il est nécessaire d'élaborer un modèle de timbre, une sorte de prototype, à considérer comme un modèle expérimental et dont on devra valider par l'expérimentation la pertinence de ses constituants*. Les xylophones centrafricains ont non seulement un timbre différent d'une ethnie à l'autre, mais aussi d'une lame à l'autre d'un même instrument.

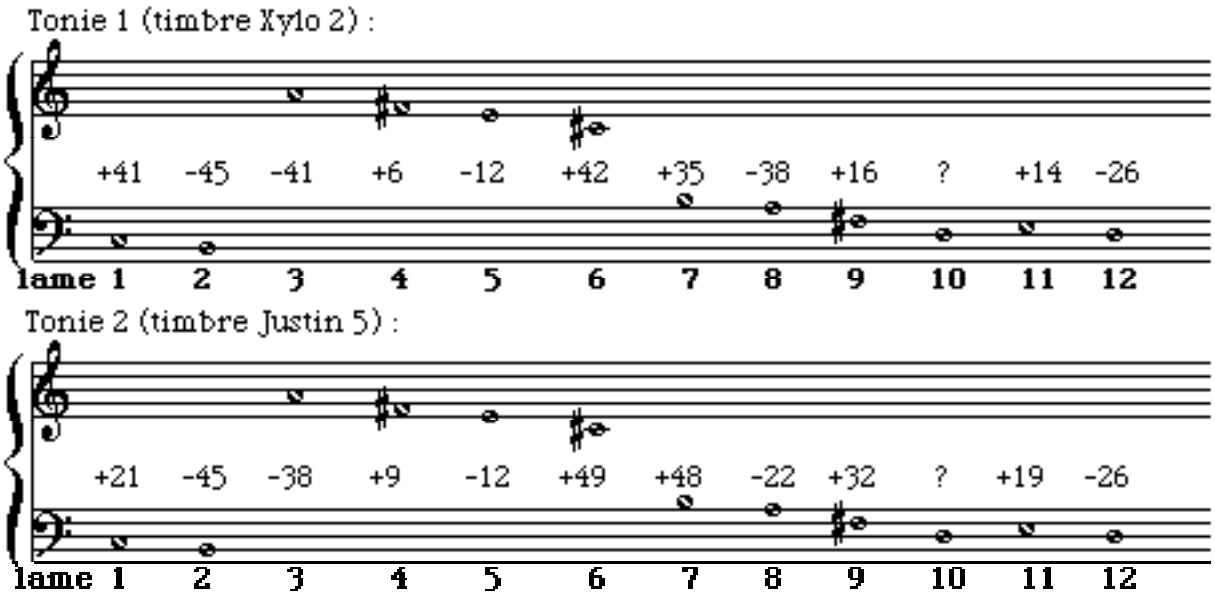
Comparons maintenant, à l'aide d'exemples, la tonie des xylophones gbaya et manza obtenue par le procédé décrit ci-dessus, et les mesures acoustiques. Les valeurs de tonie sont celles données par le synthétiseur DX7, effectuées à l'aide des deux modèles de timbre expérimentés sur le terrain. L'un des deux timbres — Xylo 2 — contient quatre à six harmoniques et quelques formants, et le second — Wazunam 5 — possède un très grand nombre d'harmoniques.

Pour chacun de ces xylophones, deux tonies ont été effectuées. L'une — Tonie 1 — avec le timbre Xylo 2, l'autre — Tonie 2 — avec le timbre Wazunam 5 :

Comparaison de deux tonies du xylophone manza à cinq lames (M83-1).



Deux tonies relevées pour le xylophone Gbaya à douze lames Gb87-1).



La comparaison des tonies 1 et 2 pour chacun des xylophones montre bien moins de contradictions que les mesures strictement acoustiques (cf. *supra* 1.3.1.) : 4 cents d'écarts sont observés pour le xylophone manza, et 20 cents sur l'une des hauteurs les plus graves du xylophone gbaya (lame 1), les autres hauteurs présentant tout au plus 16 cents d'écart (lames 8 et 9), le plus souvent moins de 10 cents. On remarquera qu'une hauteur (lame 10, dépourvue de résonateur) n'a pu être mesurée de cette façon, la hauteur étant impossible à déterminer avec certitude (il s'agirait d'un RE 2 ± 50 cents). Non seulement la tonie s'avère la mesure de hauteur la plus fiable vis à vis des mesures acoustiques, mais aussi la plus pertinente puisqu'elle rend compte non pas du phénomène physique, mais bien de *ce qui est perçu*.

On peut se demander si ces tonies ne sont pas subjectives puisqu'elles rendent compte de notre perception, et non de celle d'un autre sujet, pas plus que celle des musiciens centrafricains. Or, au cours de notre recherche, nous avons pu vérifier auprès de sujets musiciens occidentaux (Marandola 1993), avec lesquels nous avons effectué quelques tonies d'autres xylophones, que la marge d'erreur est inférieure à 20 cents, et se réduit jusqu'à moins de 10 cents. Les plus grands écarts, correspondant à une hauteur véritablement floue, indéterminable avec précision du fait de phénomènes timbraux complexes (rugosité, inharmonicité, etc.), comme c'est le cas de la lame n°10 du xylophone gbaya.

Nous considérerons pour l'instant que la tonie est identique indépendamment de l'appartenance culturelle des sujets, dans la mesure où elle fait appel à une perception au niveau de l'oreille interne. La tonie doit donc être considérée, selon les termes de Pierre Schaeffer (Schaeffer 1966), comme une écoute "réduite" projetée sur la

dimension "hauteur", *c'est à dire ne portant que sur le son lui-même en dehors de tout contexte musical, séquentiel, tonal, organologique, etc*. Seule une étude expérimentale sur le terrain permettra de décider, par la mise au jour de tonie successives avec un plus ou moins grand nombre de sujets, de la pertinence accordée à la hauteur *dans et en-dehors du système musical*, et, le cas échéant, des paramètres spectraux qui la fonde.

1.4. Préliminaires à une enquête sur la perception des hauteurs

Les intervalles que présentent les différents xylophones manza sont tels que les mesures acoustiques, et la perception qu'on en a, laissent supposer de grandes marges de tolérance (cf. *supra* : 1.2.). L'hypothèse selon laquelle, dans l'accord des xylophones, la hauteur n'est pas un critère auxquels les musiciens centrafricains attachent une grande importance est donc, en fin de compte, la plus courante. Attribuer à ces intervalles une marge de tolérance d'environ ±50 cents — un demi-ton au total — permet effectivement d'expliquer l'ambiguïté, tant sur le plan perceptuel que conceptuel, suscités par les écarts des fréquences mesurées.

Auprès des Manza, la première chose à faire était donc d'estimer jusqu'à quel point la notion de hauteur ou de justesse des intervalles peut être pertinente et précise, et de vérifier l'ordre de grandeur des marges de tolérance : celle-ci est-elle d'un demi-ton, d'un quart de ton, ou moins encore ?

Le xylophone, seul instrument à sons fixes en Centrafrique, est l'instrument le plus approprié pour répondre à ce type de question. Contrairement aux harpes ou aux lamellophones qu'il faut réaccorder avant de jouer — voire pendant le jeu —, le xylophone présente une stabilité optimale des hauteurs. S'il est inutile de l'accorder avant d'en jouer, nous avons observé que les musiciens en vérifient pourtant systématiquement l'accord avant son utilisation. Même si de faire sonner séparément les cinq lames de l'instrument, comme les xylophonistes le font, peut aider les chanteurs à placer leur voix dans le bon registre, la conformité du timbre — c'est-à-dire la vibration des mirlitons — et celle de l'accord sont vérifiés par la même occasion. En effet, ce "jeu" des cinq lames est toujours suivi d'une brève pause avant le jeu proprement dit, procédures de vérification de l'accord comparable à celles observées au cours des expérimentations (cf. *infra* : 2.3.2.3).

Ceci tend à confirmer non seulement que l'accord du xylophone peut être sujet à certaines fluctuations (dues par exemple au vieillissement des lames), mais surtout que celles-ci peuvent être perçues comme indésirables. De fait, nous souhaitions vérifier si des altérations de plusieurs dixièmes de ton sont corrigées ou non, ce qui aurait dû permettre d'estimer les variations qu'admettent chacune des hauteurs.

La comparaison, en présence des musiciens, de l'accord des lames d'un même xylophone enregistré à trois ans d'intervalle, devait nous donner des éléments de réponse. Nous disposions, sur le terrain, de l'enregistrement du xylophone de Gabriel Yamété, tel qu'effectué par Dehoux en 1986 (accord M86-1), que l'on pouvait dès lors comparer avec l'état actuel de l'accord de ce même instrument (accord M89-6) (cf. Annexe 1). L'accord avait sensiblement changé : la lame la plus grave — la

"grand-mère" — était plus haute d'un demi-ton, produisant avec la lame suivante — la "mère" — un intervalle d'une seconde majeure, au lieu d'une tierce mineure pour l'accord de précédent : l'accord de ce xylophone avait changé, d'environ un demi-ton. Or, des entailles à l'une des extrémités de la "grand-mère" montraient que la hauteur de cette lame a été volontairement rehaussée plusieurs mois avant notre arrivée, sans que nous ne puissions connaître les raisons de cette modification. L'accord précédent était-il jugé faux ? Avait-il été déformé par le climat, et la lame ensuite réaccordée ? Ou bien le réaccord était-il simplement spontané ? Et dans ce cas, quelle en était la motivation ?

D. Bawassan devait nous répondre que l'accord de ce xylophone et son enregistrement effectué trois ans plus tôt étaient "le même" : par conséquent, la tierce mineure serait jugée équivalente — sinon identique — à la seconde majeure. A vrai dire, ce type de réponse ne devait plus nous surprendre, Kubik l'ayant déjà relatée :

> "Il n'est pas rare que des observateurs soient surpris de voir qu'un instrumentiste africain ne reproduise apparemment que de façon approximative les intervalles observés chez ce même musicien peu de temps auparavant. Le musicien prétend pourtant que c'est bien à chaque fois le même accord, et pour le prouver, joue aussitôt une pièce" (Kubik 1983 : 363).

Souvent constatées, de telles situations attestent effectivement qu'il existe *une équivalence* entre les deux accords, et on a tendance à en rester là. Il faut pourtant reconnaître que les critères sur lesquels se fonde cette équivalence restent inconnus, alors même qu'ils ont directement trait à la catégorisation et à la discrétisation des hauteurs dans le continuum physique. Il est donc à chaque fois nécessaire de préciser les modalités de l'équivalence, à savoir si elle s'effectue :

- sur le plan du système des unités conceptuelles issues de la discrétisation du continuum sonore (scalèmes) (cf. Voisin 1991 : 46)— le système scalaire;

- ou bien au sein du système d'agencement des sons dans le discours musical, c'est à dire sur d'un point de vue contextuel (nous reviendrons sur cette distinction).

Ces deux plans sont, par exemple, clairement distingués dans la terminologie occidentale : au nom solfégique des hauteurs (DO, RE, MI, etc.) est attribuée, *selon le contexte*, une fonction tonale (tonique, dominante, sous-dominante, etc.). Nous aurons par ailleurs remarqué que les unités 'scalématiques' ne sont pas hiérarchisées (sur le clavier, et *hors contexte*, un SI n'a pas plus de "poids" qu'un MI), mais que les fonctions tonales le sont (*dans un contexte donné*, une dominante a "plus de poids" qu'une sous-dominante, les deux ayant moins qu'une tonique).

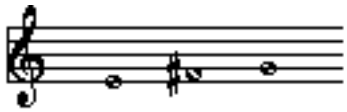
Il s'ensuit qu'une équivalence attestée sur le plan contextuel entre deux hauteurs données et assez proches n'entraîne pas nécessairement une équivalence de ces deux mêmes hauteurs dans le système scalaire. Dans ce cas, les deux hauteurs peuvent :

- relever d'un même scalème : les hauteurs ou intervalles sont identiques, c'est-à-dire autant de réalisations possibles d'une seule unité conceptuelle;

- ou appartenir chacune à une unité conceptuelle différente : elles sont distinctes, mais *substituables* entre elles dans le contexte.

Il est bien évident que ce qui est observé, *en contexte,* n'est pas le système scalaire — conceptuel —, *mais son actualisation à travers les contraintes contextuelles* relevant du discours musical, d'un système hiérarchisé, des spécificités de répertoire, de l'organologie, du style, etc.

Il existe donc une interaction permanente entre le système scalaire et le discours musical. Ainsi, le système scalaire occidental tempéré est soumis à diverses contraintes nettement perceptibles, telles que le haussement de la note sensible. Cependant, ce haussement permet de reconnaître la sensible parce qu'on sait ce que devrait être la hauteur si elle n'était pas une sensible. En Sol Majeur, le FA# dans un mouvement de type :



sera le plus souvent haussé quand l'instrument le permet. Le système tonal est ici observable sous la forme de la contrainte /↑/ appliquée au FA# par l'attirance du SOL, pourvu, quant à lui, de la fonction tonique :



On remarquera que le système tonal est observable à travers les contraintes qu'il impose (par exemple la contrainte /↑/), et qu'il est possible de le reconstruire à partir du matériau musical (le niveau neutre de la tripartition de Molino, Nattiez 1975). L'occurrence des notes, leurs substitutions, permutations, transpositions et interactions multiples (attirances, dépendances, asservissements) sont autant

d'indices permettant de mettre au jour les fonctions et hiérarchies établies par le discours musical.

Tel n'est pas le cas du système scalaire, puisqu'après que celui-ci ait subit les contraintes contextuelles, il n'existe aucun indice matériel pouvant nous faire remonter jusqu'à lui. En effet, ce système ne peut avoir d'effets dans le déroulement de la musique, puisqu'il en est un support atemporel[1]. Il est, en d'autres termes, impossible de remonter du niveau neutre au système scalaire. Lorsqu'une plus ou moins grande marge de réalisation des hauteurs a été déterminée par un procédé de commutation, laquelle s'applique nécessairement *en contexte*, on n'en a pas pour autant déterminé celle des unités scalaires, encore moins la pertinence de la hauteur. Comme le fait remarquer Becking à propos d'une musique de flûte :

> "L'Européen pense qu'il s'agit d'une autre mélodie, car les hauteurs des sons ont complètement changé en raison de la construction du nouvel instrument, mais l'indigène jure que c'est le même air. La différence provient de ce que le plus important, pour l'indigène, c'est le timbre, alors que pour l'Européen, c'est la hauteur du son" (Becking, cité *in* Nattiez 1975 : 197)

rien n'est moins sûr que le musicien n'oppose pas les deux accords de flûte, qu'il juge par ailleurs équivalents du point de vue qui l'intéressait peut-être — "l'air" —, c'est à dire du point de la "syntaxe", du répertoire, ou du style, etc.

En fin de compte, d'un point de vue pratique et dans l'impossibilité de remonter du matériau au concept, quand les unités scalématiques ne nous sont pas données directement par le détenteur des "clefs poïétiques" (Nattiez 1975a : 233), il n'y a d'autre recours qu'une procédure d'expérimentation de type psycho-acoustique.

*

* *

Il difficile de croire que la hauteur n'est pas d'une importante essentielle dans les musiques traditionnelles de Centrafrique lorsque l'enquête montre qu'il existe une terminologie concernant cette notion. Il existe en effet chez les Manza une terminologie vernaculaire opposant "grosse voix" et "petite voix", correspondant, en français, à la distinction grave et aigu.

De plus, nous devions remarquer que ce qui est pour nous aigu, donc "haut" et que l'on a habitude de représenter par un geste vers le haut (et inversement pour le

[1]Comme le remarquait fort justement Iannis Xenakis, il constitue une structure hors-temps (Xenakis 1976 : 42).

grave), est, pour les Manza, "petit" *et, donc parfois accompagné d'un geste vers le bas*. Ce fait a également été observé par Kubik dans une autre ethnie centrafricaine, à propos des lamellophones :

> "Chez les Mpyémo de la République Centrafricaine, les degrés et les lames des xylophones sont considérés comme les membres d'une famille. M.D. me surprenait en 1966 lors de notre travail commun sur le terrain dans sa patrie, en représentant les sons par des positions de la main. Il tenait d'abord la main plate près du sol en frappant un son aigu du lamellophone *kembé*, puis il montait graduellement la main tout en jouant des sons de plus en plus graves. Il disait qu'avec le même mouvement de main il représente parfois la taille des enfants." (Kubik 1983 : 354)

C'est ce que nous avons pu aussi observer, à propos des xylophones, dans tous les groupes ethniques rencontrés en Centrafrique : Gbaya, Ngbaka-manza, Zandé, Nzakara, Sabanga, Banda Dakpa, Linda, Mbiyi, Ndokpa et Gbambiya[1].

La terminologie "gros-grand"/"petit" qui se rapporte à cette représentation des sons n'est pas proprement centrafricaine. Hugh Tracey (1958) l'a relevée dans de nombreuses régions d'Afrique australe. Notons toutefois, avec Teplov, que cette terminologie "gros"/"petit" est plus largement répandue encore :

> "Les sons élevés sont toujours plus clairs, plus aigus, plus légers, moins massifs, ayant en quelque sorte un volume moindre, tandis que les sons bas sont plus sombres, émoussés, lourds, plus massifs, et semblent avoir un grand volume. Ce fait a un caractère universel. On sait que les enfants qui débutent en musique comprennent mal les termes "haut" et "bas" appliqués à des sons et trouvent très commode d'appeler "épais" les sons bas et "minces" les sons élevés. *Il est permis d'en conclure que l'attribution de ces qualités opposées aux sons bas et aux sons élevés ne résulte pas d'associations nées au cours de la pratique musicale, mais dérive de particularités des sensations elles-mêmes*[2]." (Teplov 1966 : 82)

La terminologie utilisée par les enfants occidentaux, avant d'avoir reçu un apprentissage musical, ou sur le point de l'entreprendre, correspond donc à celle rencontrée en Afrique. La terminologie manza, comme celle des autres communautés centrafricaines, est identique à celle utilisée par des traditions où la hauteur est reconnue comme pertinente[3]. La fréquence de cette terminologie à travers les

---

[1]A propos de la terminologie correspondante utilisée chez les Manza, cf. notamment Vidéo Manza 1989-1 à 1h11'20".

[2]C'est nous qui soulignons.

[3]Dans le dialecte breton de Haute Cornouaille, où la justesse des hauteurs est reconnue comme importante, la terminologie est encore comparable puisque l'axe des hauteurs y est exprimé par les termes *moan* (mince) et *tew* (épais). De plus les registres vocaux (voix de tête, de poitrine, de femme, d'homme) y sont exprimés par les termes *uhel* et *isel* qui, en français, correspondent respectivement à "haut" et "bas" (Rivière, 1988 : 36-38). Les concepts "mince - petit" et "épais - grand" semblent donc systématiquement attribués aux hauteurs, ce qui n'est pas le cas, comme pouvait l'induire l'analyse de notre propre langue, de ceux "haut" et "bas".

cultures conforte l'idée selon laquelle cette terminologie "gros-petit" est directement liée à la sensation, qui s'applique à la totalité du son, et ne distingue donc la hauteur du timbre :

> "Le premier fait d'importance qui mérite de retenir notre attention quand on étudie la notion de hauteur du son est celui-ci : quand nous comparons entre eux deux sons séparés par une *forte différence de hauteur* [4], nous trouvons qu'ils se distinguent toujours non seulement en hauteur au sens propre du terme, mais aussi par certains caractères que nous avons reconnus plus haut appartenir au timbre." (*ibid*. : 82)

Cependant, nous pensons que le seuil à partir duquel l'intervalle séparant deux sons les oppose à la fois en terme de hauteur et de timbre n'est pas nécessairement le même selon les cultures. Si pour un musicien occidental, deux sons de timbres identiques doivent présenter "une forte différence" (à partir de la quarte ou de la quinte) pour qu'il puisse véritablement effectuer l'opposition en termes de "épais" et "mince", les Manza et les membres de nombreuses autres ethnies centrafricaines établissent la même opposition entre des sons séparés par une distance d'intervalle *extrêmement faible*. Nous avons en effet vu, au cours des expérimentations (en recourant aux sons de synthèse), que les musiciens manza et gbaya appliquent cette terminologie à des sons distants d'un dixième de ton seulement.

S'il existe une telle différence de compétence entre le musicien occidental et le musicien traditionnel centrafricain pour marquer cette opposition "épais"/"mince", la cause doit en être recherchée dans l'apprentissage du musicien occidental. L'importance qui est donnée à la reconnaissance des hauteurs (à travers l'enseignement du solfège), et à la recherche de l'homogénéité du timbre dans la facture des instruments occidentaux, rend le musicien moins attentif aux phénomènes timbraux. La caractérisation des hauteurs s'effectuera donc, pour lui, par l'opposition de leur hauteur, c'est à dire par l'intervalle qui les sépare, et non par le timbre. Or le timbre ne pouvant être totalement dissocié de la hauteur, son incidence apparaîtra , pour le musicien occidental, en termes de registres instrumentaux à travers lesquels il pourra effectivement marquer l'opposition "épais"/"mince". L'apprentissage musical centrafricain est tout autre; l'importance accordée par les musiciens centrafricains à la totalité de la sensation sonore leur permet d'opposer les plus infimes variations de hauteur tout en recourant à ces mêmes termes. Ce qui relève pour eux de la hauteur relève *également* du timbre.

*

* *

Cherchant à mettre au jour un système abstrait qui n'a pas de trace au niveau neutre, c'est du point de vue poïétique que devra être menée l'enquête sur les hauteurs scalaires. Aborder le problème par l'aspect poïétique supposerait que les musiciens nous livrent directement, même de façon fragmentaire, les clefs de leur système scalaire.

Pour la détermination du système scalaire, il nous faut chercher les "clefs poïétiques" (Nattiez 1975 : 233), mais ici par l'expérimentation, en dehors de toutes contraintes contextuelles. Il s'agît alors de recréer — simuler — une *réalité virtuelle*, celle des concepts afférant directement au système scalaire, dans laquelle le musicien prend conscience non seulement du savoir implicite qu'il détient, mais aussi que c'est ce savoir particulier qu'on cherche à atteindre. La difficulté tient ici au fait que la simulation doit faire sens pour les musiciens, c'est à dire que le modèle soit matérialisé sous une forme permettant sa reconnaissance en tant que tel.

Nous devrons systématiquement contrôler le niveau d'abstraction auquel cette réaction répond, ce n'est qu'alors qu'on pourra en rechercher les traits culturellement pertinents, s'ils n'ont pas déjà été donnés par les musiciens.

2. MODELISATION I : PERCEPTION

2.1. L'expérimentation

Nous avons effectué la première mise en place de la procédure expérimentale chez les Manza, le 8 février 1989, avec Dominique Bawassan, virtuose tant du xylophone que de la sanza et de la harpe. Après quelques jours d'enquête ethnographique, où la verbalisation des musiciens ne parvenait plus à nous faire remonter plus avant dans la conception des échelles, nous avons recouru au synthétiseur jusqu'alors mis à l'abri des regards.

2.1.1. La perception du timbre

Au vu de la grande variabilité du timbre des xylophones (cf. Appendice 2), il est bien difficile de savoir s'il existe un modèle de timbre des xylophones propre à l'ensemble des populations centrafricaines recourant à cet instrument. De même, les grandes différences spectrales relevées entre les différentes lames d'un même xylophone nous amène à nous demander si des traits de timbre systématiques existent au sein d'une même ethnie, ou encore dans un même xylophone.

Il convenait donc, avant d'aborder l'étude du système scalaire des xylophones, de savoir si leur timbre est considéré par les Manza comme étant harmonique, inharmonique, ou si une opposition de lames harmoniques et inharmoniques est recherchée.

Déterminer la structure spectrale souhaitée par les musiciens revêt d'autant plus d'importance que celle-ci a une incidence directe sur la perception des hauteurs : la tonie d'un son est en effet différente selon que le timbre est ou non harmonique, et la grandeur d'un intervalle peut varier si l'un des deux sons formant cet intervalle n'est pas aussi harmonique que l'autre.

A ce titre, l'hypothèse peut être posée qu'à un contraste volontaire de l'(in)harmonicité entre les lames des xylophones correspond la recherche d'intervalles de natures différentes, ou bien l'hypothèse inverse, selon laquelle des intervalles de grandeurs légèrement différentes peuvent relever du "même", si leur opposition ne tient qu'à l'harmonicité du timbre. Dans les deux cas, l'opposition harmonicité/inharmonicité du timbre au sein du système d'accord des xylophones est incontournable, et devait être expérimentée, à l'aide du synthétiseur, préalablement à la détermination des intervalles.

Pour ce, nous avons élaboré un ensemble de timbres de synthèse de même facture, où chacun d'eux présente différents taux d'inharmonicité, de la structure la plus harmonique à celle la plus inharmonique. L'ensemble de la modélisation par

synthèse de ces timbres, et leur comparaison aux timbres originaux est retracé en Appendice 1.

2.1.1.1. Harmonicité/Inharmonicité

Une première expérimentation portant sur la pertinence donnée à l'(in)harmonicité du timbre fut effectuée avec D. Bawassan, avec la première série des timbres Xylo 2a à Xylo 2j qui se présente comme suit [1]:

- timbre quasi-harmonique : Xylo 2a;
- timbres progressivement inharmoniques où la fréquence des partiels est graduellement surhaussée : de Xylo 2b à Xylo 2e;
- timbres progressivement inharmoniques où la fréquence des partiel est graduellement surbaissée : de Xylo 2f à Xylo 2k.

Soit onze timbres appartenant à la même série Xylo 2[2].

Les onze timbres de synthèse Xylo 2a à Xylo 2k ont été présentés à D. Bawassan dans un ordre linéaire, afin que ce dernier puisse en prendre connaissance et entendre l'inharmonicité croître en explorant les timbres synthétisés. Tout en essayant chacun d'eux, le musicien devait désigner les timbres ne le satisfaisant pas, jusqu'à ce que les sélections successives de D. Bawassan aboutisse au choix d'un seul timbre, qui serait alors considéré comme le meilleur. Ces choix se sont effectués avec l'accord original du xylophone de G. Yamété, considéré jusqu'à ce moment comme le meilleur accord.

La procédure de vérification utilisée ici par D. Bawassan pour le timbre est, comme nous le verrons, la même que celle utilisée pour la vérification des accords : D. Bawassan frappait les lames du synthétiseur de sa droite vers sa gauche puis, sans aucun arrêt, de gauche à droite. Cette procédure est extrêmement rapide, et ne durait tout au plus qu'une dizaine de secondes. Parfois, en lieu et place de réponse affirmative, la vérification était suivie d'une exécution spontanée d'une pièce, tant par le xylophoniste que par les chanteurs.

Malgrès la difficulté de l'expérimentation pour le musicien, où les timbres étaient présentés par ordre croissant d'inharmonicité (un jugement portant sur des paires de timbres aurait certainement été préférable, tout comme pour l'expérience suivante), les résultats restent cohérents par rapport aux structures spectrales des timbres présentés.

Parmi les quatre timbres refusés, l'un présente un faible taux d'inharmonicité et les trois autres, au contraire, un fort taux d'inharmonicité. Le refus du timbre Xylo 2b

[1]Il s'agit de l'expérimentation n°4, dont on trouvera le détail du déroulement en Annexe I, bande vidéo Manza 1989-2.

[2]Nous ne prenons pas en compte ici un autre timbre de synthèse, ne relevant pas de la série Xylo 2. Il s'agit du timbre n°17, Xylo 3a, refusé car sa hauteur absolue est bien trop basse (d'une octave).

est étonnant quand les timbres Xylo 2f qui est tout aussi peu inharmonique, et Xylo 2c, 2d et 2e, plus inharmoniques, ont été acceptés. Mais parmi les timbres refusés :
Xylo 2b (peu inharmonique);
Xylo 2i (inharmonique, harmoniques surhaussés);
Xylo 2j (très inharmonique, harmoniques surhaussés) et;
Xylo 2k (fortement inharmonique, harmoniques surhaussés),
trois présentent des composantes spectrales aux fréquences surhaussées.

Ainsi, malgré les difficultés de choix dus au protocole, il est clair que les timbres inharmoniques où les harmoniques surhaussés sont l'objet d'un refus systématique dès qu'un certain seuil d'inharmonicité est atteint. Les commentaires faits par D. Bawassan nous assurent qu'une telle caractéristique spectrale est remarquée en tant que défaut. En effet, nous avons pu entendre, lors de la présentation du timbre Xylo 2i :

(vidéo Manza 1989-2)

0:19:48:00	timbre n°14, **Xylo 2i,** harmoniques 2 et supérieurs haussés d'environ 60 cents
0:19:58:00	1-2-3-4-5 (D. Bawassan semble accepter) et jeu.
0:20:07:00	en cours de jeu, D. Bawassan s'interrompt et désigne la troisième lame (refusé) Il explique (traduit par SG) : "***ce son n'est pas à sa place parce que la voix du garçon (bé wilima) est en baisse***", D. Bawassan approuve la traduction; SA demande les termes manza pour plus haut, plus bas : - "*mango, maasilo*"; J effectue des gestes vers le haut pour exprimer le sens de *mango* et *dlo* (/l/ rétroflexe) pour bas (SG note le signe phonétique correspondant)

Que la voix du "garçon" soit perçue trop basse est bien l'effet d'un surhaussement de la fréquence des composantes supérieures, la fréquence fondamentale résultant des composante surhaussées étant plus grande que celle fixée (et identique pour tous les timbres) dans le son de synthèse.

La réaction suivante de D. Bawassan montre que les qualités relatives à la hauteur et celles propres au timbre sont différenciées. Pour le timbre le plus inharmonique, le surhaussement de la fréquence des harmoniques est en effet perçu en tant que tel :

(vidéo Manza 1989-2)

0:23:20:00	timbre n°16, **Xylo 2k**, harmoniques 2 et sup. haussés de 101 cents
0:23:37:00	1-2-3-4-5 et jeu : DB semble accepter
0:24:00:00	DB continue de jouer, sans frapper trop fort les lames

0:24:04:00	DB explique, en manza : "*c'est très bien mais la voix est aiguë, mais l'arrangement entre les lames est bien, seulement le son est un peu haut (ango)*"; DB explique à nouveau en manza, en effectuant des gestes avec les deux mailloches vers le haut, et décrivant des petits cercles flous au dessus de sa tête : "*Il préfère les autres parce qu'avec celui-là, si les femmes pourront chanter, un homme aura des difficultés*"

Quand la voix des lames soit trop "aiguë" alors que l'accord est resté le même et que "l'arrangement entre les lames est bien" d'une part, et les gestes de D. Bawassan, décrivant des petits cercles au-dessus de sa tête d'autre part, nous indiquent que la perception de D. Bawassan porte sur le spectre, et que celui-ci ne convient pas (c'est la seule fois ici que nous avons pu noter de tels gestes de la part de D. Bawassan).

A ce point de l'expérience, nous noterons *que le timbre harmonique est tout aussi préféré que ceux fortement inharmoniques*, à condition que ceux-ci voient leurs harmoniques surbaissés.

Il a ensuite été demandé a D. Bawassan de choisir*, en les activant lui-même sur le synthétiseur,* les meilleurs timbres parmi les sept timbres précédemment choisis. Mais une malencontreuse erreur de notre part, croyant que cinq timbres seulement avait été retenus, a fait que nous lui avons demandé de porter son choix sur les seuls timbres : Xylo 2c, 2e, 2f, 2g et 2h. Le timbre harmonique Xylo 2a n'aura donc été comparé aux autres.

De ces cinq timbres proposés une seconde fois, trois timbres ont été préférés : l'un fortement inharmonique avec partiels surbaissés (Xylo 2e), et deux autres, les moins inharmoniques, avec partiels surhaussés (Xylo 2f et 2g).

Lors de deux autres choix successifs parmi ces timbres, ce sont les timbres Xylo 2e et Xylo 2f qui furent préférés, puis ensuite le timbre Xylo 2e qui fut jugé comme étant le meilleur.

De l'ensemble de ces choix, il apparaît toujours qu'un timbre peu inharmonique est mis sur le même plan de préférence qu'un timbre fortement inharmonique, si les partiels de ce dernier sont surbaissés. Les choix successifs de D. Bawassan demeurent donc parfaitement cohérents. Nous remarquerons tout particulièrement la réaction suivante de D. Bawassan, où sont désignés et choisis du même geste les deux timbres Xylo 2e, très inharmonique, et Xylo 2f, peu inharmonique :

(vidéo Manza 1989-2)

0:40:42:00	D. Bawassan choisi le timbre n°11, **Xylo 2f** : 1-2-3-4-5 et jeu; pas de réaction
0:40:57:00	puis le timbre n°10, **Xylo 2e** : jeu d'une pièce du répertoire;

0:41:09:00	**et D. Bawassan retient du même geste les timbres Xylo 2f et Xylo 2e.**

Il ressort de cette expérimentation qu'une certaine inharmonicité semble être recherchée par les xylophonistes manza. Cependant, une forte inharmonicité est refusée lorsque les fréquences des composantes initialement harmoniques sont surhaussées. *Lorsque les fréquences des composantes harmoniques sont surbaissées, le type d'inharmonicité résultant est mis sur un même plan préférentiel qu'un timbre harmonique*.

Au vu des remarques verbales effectuées par D. Bawassan qui ne concernent que les timbres aux composantes surhaussées, il est permis de penser que dans le cadre de sons de xylophone tels qu'ils sont perçus par les Manza, l'incidence d'un surbaissement de la fréquence des composantes spectrales est moindre, dans la perception des hauteurs, que celle de leur surhaussement. Un tel résultat, obtenu lors des toutes premières expérimentations effectuées sur le terrain, doit être validé par d'autres observations et expérimentations.

On peut en outre se demander si la préférence conjointe pour l'harmonicité et pour une certaine inharmonicité est imputable à un phénomène purement perceptif, contingent et lié à la structure des sons de xylophones (transitoires, effets de résonance), ou, au contraire, si elle relève d'un choix conceptuel ?

*

* *

Afin de valider l'équivalence précédemment établie entre les timbres harmonique (ou quasi-harmonique tel que Xylo 2f) et inharmonique (Xylo 2e), nous avons voulu vérifier si ces structures spectrales ont eu une incidence sur les choix et les réactions de D. Bawassan au cours de l'ensemble des expérimentations effectuées au cours de notre première mission auprès des Manza.

Sachant que l'expérimentation n°2 a été menée avec le timbre harmonique Xylo 2a, alors que celles n° 6 à 12 effectuées avec D. Bawassan, l'ont été avec le timbre Xylo 2e, nous avons voulu voir si, sur l'ensemble des réponses à ces propositions d'accord, une préférence de l'un ou l'autre timbre est observable.

Pour ce, nous avons estimé la corrélation des réponses de D. Bawassan en fonction timbre, en mesurant la probabilité qu'une proposition d'accord soit préférée selon qu'elle est entendue avec l'un ou l'autre timbre. Sur l'ensemble des expérimentations (n°2 à 12) menées avec D. Bawassan, 48 propositions d'accord divers lui ont été présentées, dont 13 — correspondant à l'expérimentation n°2 — avec le timbre harmonique Xylo 2a. Sur l'ensemble de ces propositions, 21 ont été

acceptées, dont 4 avec le timbre harmonique, et 27 refusées (cf. 4.3.2.), 9 ayant un timbre harmonique :

Acceptation des timbres harmoniques et inharmoniques par D. Bawassan

	Timbre harmonique	Timbre inharmonique
Accepté	**4**	**17**
Refusé	**9**	**18**

L'analyse des corrélation des réponses "proposition acceptée"/"refusée" en fonction du timbre montre que la probabilité que le timbre harmonique soit accepté (P = 0,46) est sensiblement égale à la probabilité que le timbre inharmonique soit accepté (P = 0,54)[1].

L'on peut toutefois considérer que l'incidence du timbre n'entre en jeu dans le jugement du musicien que lorsque les meilleures conditions d'accord sont présentées. Or, comme on le verra par la suite, il semble que les accord dont l'ambitus dépasse 960 cents tendent à être refusées, quelque soit le timbre. Pour cela, nous avons effectué la même estimation de la probabilité qu'ont l'un et l'autre timbre d'être préféré lorsque l'ambitus de l'accord est acceptable. L'estimation portera donc sur les 38 propositions d'accord où l'ambitus de l'accord est compris entre 900 et 960 cents :

Timbres acceptés et refusés par D. Bawassan selon l'ambitus

	Timbre harmonique	Timbre inharmonique
Accepté	**4**	**17**
Refusé	**5**	**12**

Même sous cette restriction, la probabilité que le timbre harmonique soit préféré (P = 0,42) n'est pas significativement différente de la probabilité inverse (P = 0,58); de plus, le déséquilibre entre le nombre de données se rapportant à l'un ou l'autre timbre rend encore moins significative la légère tendance pour l'acceptabilité du timbre inharmonique.

En d'autre termes, même lorsque les meilleurs conditions d'accord sont respectées (ambitus compris entre 900 et 960 cents), il n'y a pas de préférence de D. Bawassan

[1]Le calcul de probabilité est effectué comme suit :
P = [(nb de prop. timbre harm. acceptées)+(nb de prop timbre inharm. refusées)] / [somme totale des propositions d'accord]. Le même calcul sera effectué pour toutes les autres évaluations de probabilité.

pour l'un ou l'autre timbre dans les propositions d'accords qui lui furent soumises au cours des expérimentations suivantes.

2.1.1.2. L'hétérogénéité du timbre

Qu'un timbre inharmonique, dont les composantes spectrales sont surbaissées, soit perçu comme équivalent à un timbre harmonique, nous ramène à ce qui était observé par l'analyse des spectres acoustiques des xylophones traditionnels, où le son de chaque lame est tantôt quasi-harmonique, tantôt fortement inharmonique. Le choix par D. Bawassan des timbres Xylo 2e et Xylo 2f nous amène à poser l'hypothèse suivante : une certaine hétérogénéité serait recherchée dans le timbre de chacune des lames d'un même xylophone, celle-ci étant marquée par l'opposition, entre les lames, de timbres harmonique/inharmonique.

Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons élaboré, ensuite, une seconde expérimentation permettant de confirmer que l'hétérogénéité de timbre au sein des xylophones est recherchée par les musiciens (cf. expérimentation. n°14, vidéo Manza 1989-8).

Nous avons donc préalablement classé le timbre de chacune des lames des xylophones originaux en fonction de leur taux d'inharmonicité, tel qu'il apparaissait par leur analyse spectrale, et défini cinq classes d'inharmonicité en fonction :
- de l'écart des composantes perceptibles par rapport à leur rapport entier de fréquence avec la fréquence fondamentale;
- la disparité des écarts de l'ensemble de chacune des composantes.

Ceci permettait de distinguer les timbres qui ont une structure inharmonique cohérente, où les composantes sont systématiquement plus basses ou plus hautes que les harmoniques (ce qui était déjà le cas des timbres utilisés jusqu'ici, la série Xylo 2), et les timbres où l'inharmonicité des composantes est au contraire distribuée de façon dispersée (cf. Appendice 2).

L'avantage d'une telle définition de ces classes de timbre permettait de vérifier, par l'expérimentation, si l'inharmonicité est crée de façon systématique par les musiciens, selon un procédé organologique particulier par exemple, ou si au contraire, l'inharmonicité est aléatoire, et donc non réellement déterminée par les musiciens. Or, lorsque l'inharmonicité est cohérente, la tonie résultante est systématiquement déviée de la même façon. Dans l'autre cas, la répartition aléatoire des composantes inharmoniques, au lieu de toujours dévier la tonie dans le même sens, crée une rugosité, proportionnelle aux écarts des composantes. Cette distinction peut donc avoir une incidence dans la perception des hauteurs, et est nécessaire tant à la définition de la rugosité, qu'à la modélisation du timbre.

Pour cette nouvelle expérimentation, nous avons synthétisé, sur le terrain, cinq nouveaux timbres (série Xylo 4), peu différents des timbres de la série Xylo 2, mais mettant plus en valeur les trois premières composantes harmoniques par rapport au fondamental afin de mieux diriger l'attention des musiciens vers le timbre.

Ces cinq timbres présentent les caractéristiques suivantes[1] :

- Xylo 4.1, est un timbre quasi-harmonique;
- Xylo 4.2, est un timbre peu inharmonique, et cohérent (toutes les composantes étant décalées de 30 cents en dessous des rapports harmoniques);
- Xylo 4.3, est un peu plus inharmonique, et cohérent;
- Xylo 4.4, est moyennement inharmonique, moyennement aléatoire (la disparité de l'écart des composantes est de ± 60 cents autour de l'inharmonicité moyenne)
- Xylo 4.5, est peu inharmonique, mais très aléatoire (disparité des composantes = ± 90 cents)[2].

L'expérimentation a procédé en deux temps, débutant d'abord par la détermination de la structure inharmonique du timbre (cohérente/aléatoire) souhaitée par les musiciens, puis par l'introduction de contrastes d'inharmonicité entre les lames des différents xylophones, afin d'en vérifier la pertinence dans l'accord des xylophones manza. L'expérimentation a été menée avec D. Bawassan et D. Moussa, entourés de quelques villageois parmi les meilleurs chanteurs, et est relatée en Annexe (Expérimentation n°13, bande Manza 1989-8).

Parmi les timbres homogènes, seul le timbre harmonique (Xylo 4.1) a été accepté. Quand l'inharmonicité apparaît de façon faible (Xylo 4.2 et 4.3), les réponses sont contradictoires, mais on doit observer qu'elle est moins tolérée à la fin de cette phase de l'expérimentation qui dure 40 minutes : l'inharmonicité tant à être rejetée.

Ces résultats semblent en partie contradictoires avec ceux des premières expérimentations sur le timbre (expérimentation n°3, cf. 2.1.1.1.). Cependant ici c'est moins la hauteur des lames qui est mise en cause, que la qualité du timbre. Les résultats recueillis dans cette expérimentation semblent donc plus pertinents quant au timbre que ceux de l'expérimentation n°3 :

Expérimentation n°13, bande Manza 89-8

0:12:50:00	P04-03 Xylo 4.5 **classe 5**

[1] Pour plus de détails sur les structures de ces timbres, cf. Appendices 2.

[2] On aura remarqué que les timbres sont classés non en fonction de leur inharmonicité, mais de la disparité de leurs composantes : c'est la raison pour laquelle le dernier timbre est classé 4.5 alors que son inharmonicité est plus faible que Xylo 4.4. Nous avons pris ce parti car le sentiment d'inharmonicité est, pour nous, proportionnel à la disparité des composantes.

	Dominique essaie les lames : 1-2-3-4-5-4-3-2-1, 1-2-3-4-5-4-3-2-1
	L'accord pose un problème D. Bawassan insiste et montre la grand-mère; Jeudi intervient et montre les 3 lames de gauche
	REFUSE
0:14:00:00	"ça résonne un peu"
0:14:30:00	Que faudrait-il faire pour rendre le son meilleur?
	Jeudi : "**avec un xylophone normal, avec un doigt..." et montre clairement que c'est le mirliton qui est en cause en posant le doigt à l'emplacement du mirliton d'un résonateur.**
0:16:00:00	Nous diminuons le taux de surmodulation (*Feed-back Level, CS2*) qui génère le bruit blanc dans le timbre.
0:17:00:00	Comparaison du timbre avec et sans le bruit blanc, D. Bawassan réglant lui-même le niveau : sans succès
0:18:00:00	Jeudi met en cause la fille

La nature du timbre étant ici en cause, et tout particulièrement l'effet du mirliton, nous décidions de baisser le bruit blanc du son de synthèse, chargé de simuler l'effet du mirliton (cf. Appendice 2), sans succès. Il apparaît que le bruit blanc de synthèse n'appelle aucun commentaire des musiciens, et ne corrige pas le défaut du mirliton mis en cause.

La fonction du mirliton, auquel nous attribuions une fonction de bruiteur à travers le bruit blanc de synthèse, ne devait être révélée qu'au cours de la seconde phase de l'expérimentation, par la présentation de timbres hétérogènes sur le même xylophone de synthèse, et ce de façon décisive :

Expérimentation n°13, bande Manza 89-8

0:50:00:00	P04- Xylo 4.1/4.5 Combinaison n°2
	classes 1-5-1-1-5
0:53:00:00	D. Bawassan : "Il faut tailler la fille".
0:55:00:00	Jeudi :- "***le mirliton de la fille est fendu***"

C'est quand la lame "fille" recevait le timbre le plus inharmonique, alors en opposition avec le timbre — harmonique — des autres lames qui lui sont contiguës, que l'effet du mirliton devait être isolé : *le lien de cause à effet est clairement établi, c'est bien parce que "le mirliton de la "fille" est fendu", que le timbre est inharmonique.*

Dès lors, c'est notre propre modélisation du timbre par la synthèse qui était en cause : la fonction du mirliton n'est pas de créer un bruit — inharmonique — au son des lames amplifiées par les résonateurs, ce qui fut simulé par le bruit blanc des

timbres Xylo 2 et Xylo 4. De plus, dans la mesure où les timbres inharmoniques sont rejetés, le timbre des xylophones doit être considéré comme étant harmonique. Ceci est confirmé par le rejet explicite de toute inharmonicité lorsque celle-ci s'oppose, au sein d'un même xylophone, avec un timbre harmonique. *Dès lors, l'hétérogénéité de timbre observée à travers les analyses acoustiques ne doit pas être considérée comme culturellement pertinente*.

La confrontation de ces analyses acoustiques avec les résultats expérimentaux montre que c'est au mirliton que revient la fonction de rendre le plus harmonique possible le timbre. Les contrastes de timbre ne relèvent pas de la conception manza de l'accord du xylophone, et lorsqu'il est observé, il n'est probablement pas volontaire.

Nous retiendrons de cette expérience que les xylophones, tels qu'ils sont observés, ne sont pas le reflet fidèle des intentions musicales que leur portent les musiciens.

2.1.2. Les intervalles

Les questions inhérentes à la prégnance du timbre dans la perception des échelles sont résolues, par l'expérimentation, par le constat que le timbre *doit être harmonique*, même si tel n'est pas le cas dans ce qui est donné à observer. De ce fait, l'incidence du timbre dans la modélisation des intervalles et des hauteurs peut être considérée comme étant effectuée, et parce que les distorsions entraînées par un timbre harmonique sur la perception des hauteurs est nulle, nous pouvons aborder séparément du timbre la modélisation du système manza des hauteurs.

Le premier travail de dépouillement des données recueillies auprès des manza fut de relever, à partir des quinze heures d'enregistrements vidéo de la première série d'expérimentations menée en 1989, la réponse et les commentaires tant verbaux que gestuels donnés par les musiciens à chaque proposition d'accord.

C'est à partir de l'analyse des réactions des musiciens aux différentes propositions d'accord que l'on pourra mettre au jour le système d'échelle musicale des Manza, et le degré de pertinence des variations de hauteurs et d'intervalles. La même analyse permettra également d'estimer le succès des expérimentations à savoir, à travers la cohérence des réponses des musiciens, la pertinence des propositions soumises aux musiciens.

L'analyse devait être faite de telle façon que l'on puisse comparer, opposer ou rassembler chaque proposition d'accord avec la réponse donnée selon les trois critères expérimentés :

- le timbre, dont l'analyse vient d'être faite;

- la rugosité des hauteurs, tenant à la fois du timbre et des hauteurs;
- les hauteurs — relatives —, en termes des grandeurs d'intervalle séparant chacune des lames.

Après avoir été relevées depuis les enregistrements vidéo des expérimentations, l'ensemble des propositions d'accord et leur réponses furent rassemblées sous la forme d'une base de données informatique. Vu le grand nombre de réponses, et surtout des combinaisons des paramètres auquel donne lieu ces propositions d'accord, un traitement statistique par informatique s'imposait préalablement à leur analyse détaillée. De plus, le recours à une base de données informatique nécessitait de coder l'ensemble de ces données sous une forme exploitable à la fois par l'ordinateur que par nous-même[1].

Nous avons ainsi abouti au tableau figurant en Annexe 3, où figurent l'ensemble des propositions d'accords présentées à D. Bawassan et D. Moussa lors de cette première série d'expérimentation effectuées en 1989. Y sont représentés :
- la structure intervallique de l'accord;
- le timbre avec lequel il a été entendu;
- la rugosité des hauteurs;
- la hauteur absolue de la lame la plus grave;
- la réponse ("accepté"/"refusé", "oui"/"non") et le commentaire donnés;
- ainsi que l'heure relative (*time code*) de la vidéo où figure l'expérimentation, correspondant à la réponse donnée à chaque proposition d'accord, nous permettant ainsi de se reporter à la transcription détaillée des vidéos, Annexe 1.

Les intervalles sont présentés tels qu'ils sont joués par les musiciens lorsqu'ils vérifient la justesse de la proposition d'accord. Ainsi l'ambitus de l'instrument — l'intervalle A — est représenté parce qu'il sépare les lames 4 et 5 des xylophones manza, et est systématiquement joué lorsque les musiciens contrôlent l'accord. Par contre, l'intervalle séparant les lames 1 et 5 — intervalle E — n'est jamais entendu lorsqu'ils vérifient l'accord; parce qu'il peut être utile pour notre analyse, nous avons décidé de le faire figurer, au même titre que les autres intervalles conjoints (B, C et D), mais entre parenthèses.

Voici un extrait de ce tableau, résumant les quinze propositions d'accord de l'expérimentation n°2 :

Propositions d'accord et leur réponses par Dominique Bawassan du 09 février 1989, expérimentation n°2 (Vidéo 1989-1)

h :mn :s	timbre	crt	rug.	A	B	C	D	(E)	h.a.	Réponse

[1]Les logiciels utilisés sont : D-Base IV, sur calculateur compatible IBM, puis EXCEL sur Macintosh.

1:03:50	Harm.	30		900	200	200	200	(300)		**O** -
1:08:15	Harm.	29	P	900	200	200	200	(300)		**O** >
1:13:17	Harm.	23a	P	938	206	246	200	(285)		**N** B-
1:15:20	"	31		900	200	200	300	(200)		**N** E-
1:16:54	"	28	P	900	200	200	300	(200)		**O**
1:17:40	"	32		900	200	300	200	(200)		**N** e,d
1:18:20	"	27	P	900	200	300	200	(200)		**N** a,e,d
1:19:45	"	26		1000	300	200	200	(300)		**N** a
1:21:17	"	25	P	1000	300	200	200	(300)		**N** B-
1:23:10	"	52		938	206	246	200	(285)		**O**
1:23:50	"	53		960	240	240	246	(236)		**N** B-
1:26:38	"	54		1037	306	246	200	(285)		**N** a-
1:27:50	"	55	P	1037	306	246	200	(285)		**N** D-
1:29:10	"	54		1037	306	246	200	(285)		**O** +
1:30:40	"	55	P	1037	306	246	200	(285)		**N** a-

La première colonne (h: mn: s:) donne l'heure relative à laquelle a été présentée chaque proposition; la seconde colonne (timbre) désigne le timbre (ici toujours harmonique), la troisième colonne (crt) donne l'adresse-mémoire du synthétiseur où est stockée la structure intervallique de la proposition; la quatrième (rug.) désigne, par le signe R s'il y a épaisseur ou non (pas de signe); les cinq colonnes suivantes (A, B, C, D, E) donnent les intervalles — en cents — séparant chacune des cinq lames du xylophone simulé, de la gauche vers la droite du musicien, comme ils se présentent sur le xylophone, et tels les musiciens les parcourent pour vérifier la conformité de l'accord; viennent ensuite la hauteur absolue (h.a.) de la lame la plus grave, puis les commentaires donnés par les musiciens (Réponse) répertoriés selon le code suivant :

O : accepté (oui)	**N** : refusé (non)
A, B, ...,E : intervalles	a, b,...,e : lames, de gauche à droite
> : meilleur, meilleur que	< : moins bon, moins bon que
et, pour une lame (hauteur) :	
+ : (trop) aigu/ fin)	- : (trop) grave/ épais
ou, pour un intervalle (entre deux lames) :	
+ : trop grand	- : trop petit

Ainsi, tel code : **N** B- signifie que la proposition est refusé (Non) car, selon le musicien, l'intervalle B est trop petit; **N** a, e, d signifie que l'accord est refusé car les

lames a, e et d sont mauvaises, sans que l'on sache si elles sont trop "petites" (hautes) ou trop "grosses" (basses); par contre, O + signifie que l'accord est accepté, mais qu'il est globalement trop "petit", c'est à dire trop aigu.

2.1.2.1. "Un paramètre impertinent"

Non avons dû exclure de notre analyse les données provenant de la première expérimentation. Les données relevant de l'expérimentation n°1 ne sont pas viables car les propositions d'accord devaient être presque tous refusés à cause d'un élément insidieux : le bruit d'entrechoquement des mailloches du xylophoniste sur les plaquettes de bois du synthétiseur.

Pendant près d'une heure, comme le montre l'extrait suivant, les musiciens cherchaient à localiser la source de ce bruit, pensant qu'il provenait du synthétiseur, et attribuaient à notre nouvelle machine la médiocrité du son :

(expérimentation. n°1, vidéo Manza 1989-1)

0:25:10:00	**crt 30**
0:25:30:00	D. Bawassan joue, G. Yamété : "*c'est la voix du premier, **ça ne va pas***"
0:25:42:00	**crt 29**
0:25:43:00	D. Bawassan joue : accepté par l'ensemble des chanteurs, G. Yamété : "*ça saute aux oreilles que c'est meilleur*" [l'intensité de crt 31 est plus forte que crt 30 : est-ce le critère de préférence ?]

Le commentaire de Gabriel Yamété — "ça ne va pas" — n'a effectivement jamais été entendu par la suite. Comme les commentaires de l'expérimentation n°1 par exemple, dans le tableau précédent, on peut constater que lorsqu'un accord est refusé, la raison est toujours précise : "ça ne va pas" se réfère donc à la globalité du son, ou encore à quelque chose de plus général ne concernant pas l'accord. Ce n'est *qu'a posteriori* que l'on pouvait connaître le sens de ce commentaire, et nous ne pouvions que continuer l'expérience, bien encore convaincus que la réponse portait sur la structure de l'accord.

Bien plus tard, 46 minutes après avoir débuté cette toute première expérimentation sur le terrain, nous devions entendre :

(expérimentation. n°1, vidéo Manza 1989-1)

0:46:50:00	**crt 31**
0:47:10:00	D. Bawassan joue : - "***ça sonne mal, c'est comme si on tapait sur un os dur***". VD demande si une seule lame sonne mal - "***tout sonne mal***"

Il faut encore avouer que lorsque D. Bawassan disait qu'il y a un "son d'os", nous ne pensions pas encore au bruit gênant d'entrechoquement mais, que le timbre de synthèse n'était pas satisfaisant. Ce n'est donc que lorsque D. Bawassan remarquait :

(expérimentation. n°1, vidéo Manza 1989-1)

0:57:30:00	D. Bawassan explique, traduit par SG, - "*lorsque vous faites avec les doigts et lorsqu'il joue (avec les mailloches), il y a une différence*"

que nous devions localiser, puis corriger ce défaut et reprendre depuis le début l'ensemble de l'expérimentation, n°2.

L'attention critique des musiciens devait nous permettre de comprendre qu'un paramètre étranger s'était glissé à notre insu dans l'expérimentation. L'ensemble de ces réponses aux propositions d'accord, soit une heure d'expérimentation, ne devaient donc pas être pris en compte. Nous étions avertis, et les musiciens préparés !

2.1.2.2. "Accepté/ refusé"

Sept expérimentations — expérimentation n°1 non comprise — concernent 48 propositions d'accord. Il s'agit des expérimentations n°2, 4, 6, 7, et 12 effectuées avec D. Bawassan, et celle n° 10 menée avec D. Moussa (ce dernier venant alors d'être découvert au cours d'enquêtes effectuées dans des villages voisins). Les 48 propositions, présentées dans l'ordre chronologique de leur présentation en Annexe 3, ont été distinguées ici selon leur acceptation par les musiciens. 21 propositions ont été acceptées par D. Bawassan, et 27 ont été refusées, et l'on peut remarquer que les remarques données par Bawassan concernent d'avantage les propositions refusées, Bawassan indiquant la raison de son refus, que celles acceptées. Parmi ces dernières, les qualificatifs utilisés sont :

- "un peu aigu" (+);
- ou, cet accord est "le meilleur" (>); ce jugement étant le plus souvent donnée lorsque nous demandions à D. Bawassan de comparer deux propositions successives.

Propositions d'accord acceptées par D. Bawassan :

h :mn :s	timbre	crt	rug.	A	B	C	D	(E)	h.a.	Réponse
	Harm.	30		900	200	200	200	(300)	mi3	**O** : +
	Harm.	29	R	900	200	200	200	(300)	mi3	**O** : >30
	Harm.	28	R	900	200	200	300	(200)	mi3	**O**
	Harm.	52		938	206	246	200	(285)	ré#3	**O**
	Inharm.	28	R	900	200	200	300	(200)	mi3	**O**
	Inharm.	59		914	264	206	245	(200)	mi3	**O** : +
	Inharm.	52		938	206	246	200	(285)	ré#3	**O** : >
	Inharm.	51	R	938	206	246	200	(285)	ré#3	**O**
	Inharm.	53		960	240	240	244	(236)	mi3	**O**
	Inharm.	51	R	938	206	246	200	(285)	ré#3	**O** : >
	Inharm.	46		900	200	200	300	(200)	mi3	**O**
	Harm.	52		938	206	246	200	(285)	ré#3	**O**
	Inharm.	52		938	206	246	200	(285)	ré#3	**O**
	Inharm.	3		936	200	206	285	(246)	mi3	**O**
	Inharm.	4		936	200	285	205	(246)	mi3	**O**
	Inharm.	6		936	200	246	285	(206)	mi3	**O**
	Inharm.	7		936	246	200	285	(205)	mi3	**O**
	Inharm.	8		935	205	286	245	(200)	mi3	**O**
	Inharm.	9		935	246	285	205	(200)	mi3	**O**
	Inharm.	11		935	285	246	205	(200)	mi3	**O**
	Inharm.	5		936	285	200	205	(246)	mi3	**O**

Les propositions refusées sont le plus souvent motivées, D. Bawassan indiquant toujours les lames défectueuses. Parfois, la "voix" de la lame est trop haute (+), ou trop basse (-). Ces indications sont bien sûr extrêmement précieuses pour l'analyse :

Propositions d'accord refusées par D. Bawassan :

h :mn :s	timbre	crt	rug.	A	B	C	D	(E)	h.a.	Réponse
	Harm.	23a	R	938	206	246	200	(285)	ré#3	**N** : c-
	Harm.	31		900	200	200	300	(200)	mi3	**N** : e-
	Harm.	32		900	200	300	200	(200)	mi3	**N** : ed
	Harm.	27	R	900	200	300	200	(200)	mi3	**N** : aed
	Harm.	26		1000	300	200	200	(300)	mi!3	**N** : a
	Harm.	25	R	1003	300	200	200	(300)	mi3	**N** : b-
	Harm.	53		960	240	240	244	(236)	mi3	**N** : b-
	Harm.	54		1037	306	246	200	(285)	ré#3	**N** : a-
	Harm.	55	R	1037	306	246	200	(285)	ré#3	**N** : cd
	Inharm.	53		960	240	240	244	(236)	mi3	**N**
	Inharm.	54		1037	306	246	200	(285)	ré#3	**N** : b
	Inharm.	31		900	200	200	300	(200)	mi3	**N**
	Inharm.	32		900	200	300	200	(200)	mi3	**N**
	Inharm.	29	R	900	200	200	200	(300)	mi3	**N**
	Inharm.	28	R	900	200	200	300	(200)	mi3	**N** : +
	Inharm.	27	R	900	200	300	200	(200	mi3	**N**
	Inharm.	26		1000	300	200	200	(300)	mi3	**N**
	Inharm.	25	R	1003	300	200	200	(300)	mi3	**N** : b+
	Inharm.	56		995	246	200	285	(264)	mi3	**N** : cde
	Inharm.	57		954	200	285	264	(205)	mi3	**N** : +
	Inharm.	58		1000	285	264	205	(246	mi3	**N** : a+
	Inharm.	21	R	960	240	240	244	(236)	mi3	**N** : c-
	Inharm.	23b	R	1137	206	346	200	(384)	la#3	**N**
	Inharm.	1		967	200	206	245	(315)	mi3	**N** : a-
	Inharm.	2		967	246	200	205	(315)	mi3	**N** : a-
	Inharm.	5		936	285	200	205	(246)	mi3	**N** : c+
	Inharm.	10		936	286	200	245	(205)	mi3	**N** : c+

Le calcul de la moyenne et de l'écart quadratique de l'ensemble des valeurs des intervalles A, B, C, D et E acceptés d'une part, et refusés de l'autre, nous permettront de déceler si la cause des refus (et inversement de l'acceptation) n'est pas imputable à un ou plusieurs de ces cinq intervalles.

Moyenne et écart-type des intervalles acceptés et refusés

Intervalle	A	B	C	D	(E)
Accepté					
Moyenne	928	219	232	234	(243)
mini.	900	200	200	200	(300)
maxi.	960	285	286	300	(200)
Ecart-T	17,6	28,9	30,6	41,1	(40,6)
Refusé					
Moyenne	964	244	237	225	(259)
mini.	900	200	200	200	(384)
maxi.	1137	306	346	300	(200)
Ecart-T	58,5	44,5	43,2	36,1	(50,6)

Cette analyse statistique montre que :

1) la grandeur *moyenne* de l'ambitus (intervalle A) est plus petite pour les accords acceptés (928 cents) que pour ceux refusés (964 cents). Cette tendance est confirmée par les valeurs d'écart quadratique, celui-ci montrant que la majorité des accords acceptés ont tendance à avoir un ambitus plus petit que ceux refusés :
- les accords acceptés ont majoritairement un ambitus de 928 ± 17,6 cents (c'est à dire : moyenne ± écart quadratique), soit de 910 à 946 cents, le plus étant 900 cents, le plus grand, 960 cents.
- alors que les accords refusés ont un ambitus de 964 ± 58,5 cents, soit de 906 à 1023 cents, le plus petit, également 900 cents, et le plus grand, 1137 cents.

Les ambitus proches de 900 cents peuvent donc être autant acceptés que refusés, mais ceux supérieurs à 946 cents seront refusés, hormis le seul accord équipentatonique ayant un ambitus de 960 cents ayant été à la fois accepté et refusé.

2) L'intervalle B séparant les lames 3 et 4 (le "fils" et la "fille") semble également ne pas pouvoir supporter des intervalles trop grands. 285 cents est la taille maximale de cet intervalle pour qu'il soit accepté, puisqu'à 300, cet intervalle n'est jamais accepté. La différence de la grandeur moyenne de cet intervalle, 219 cents quand accepté, 244 cents quand refusé, est confortée par la différence de l'écart quadratique des valeurs acceptés (28,9 cents) et refusées (44,5 cents) : cet intervalle est donc le plus souvent accepté lorsque sa valeur est inférieure à 248 cents, puisqu'il ne présente que trois fois une valeur plus grande : pour crt 59 : 264 cents, pour crt 5 (qui a aussi été refusé), et crt 11 : 285 cents.

3) La valeur moyenne de l'intervalle C est identique selon que les propositions sont acceptées ou refusées et n'est donc pas pertinente. Mais il remarquable que, comme l'intervalle B, sa taille maximale soit de 286 cents et qu'à 300 cents il soit toujours refusé. Ainsi, crt 4 est accepté et crt 32 refusé alors que l'intervalle E — respectivement 246 et 200 cents — *qui n'est pas entendu*, et l'ambitus résultant — 935 et 900 cents — qui est accepté dans ces conditions ne devraient pas avoir d'incidence sur cette opposition. A moins que l'intervalle E soit entendu par défaut, à travers la résultante qu'est l'ambitus, ou que l'ambitus ne puisse avoir un ambitus de 900 cents qu'à certaines conditions.

4) Les autres intervalles ne semblent pas avoir de valeurs particulières permettant, chacun séparément, le refus de l'ensemble de l'accord. Leurs valeurs moyennes et d'écart quadratique se recouvrant, ne permettent de déceler, à ce niveau, une quelconque tendance.

Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons voulu mesurer la corrélation des différents paramètres intervalles, timbre, et rugosité, avec les réponses (accepté/ refusé) de D. Bawassan. Après avoir calculé la probabilité que chacun des paramètres a d'être ou non accepté, nous en avons déduit la corrélation selon la formule suivante :

$$C(e) = \{P(e)/ P(non\text{-}e)\} - 1$$

où (e) est l'événement, et P(e) la probabilité que (e) soit accepté, et P(non-e) la probabilité inverse, c'est à dire pour que les événements autres (inverses) que (e) soient acceptés. Nous appelons ici *événement, la subordination d'un paramètre à une valeur ou un ensemble prédéfini de valeurs et à son acceptation (ou non-acceptation) par un musicien.*

Par exemple, un événement (e) peut être attribué à l'intervalle A tel que : quand A est supérieur à 1000 cents, A est accepté. Cet événement est alors noté (A > 1000; Accepté), auquel correspond la probabilité que cet événement soit effectivement réalisé, soit ici : P(A > 1000; A), qu'on doit lire : "la probabilité qu'un intervalle A soit accepté quand il est supérieur à 1000 cents".

A l'événement inverse, noté (non-e), correspond la probabilité inverse, P(non-e). L'événement inverse de (A > 1000; Accepté) sera : (A > 1000; Refusé), et est inversement proportionnel à (e).

Dans ce cas :

- lorsque la probabilité P(e) que l'événement (e) se produise est égale à la probabilité inverse P(non-e) (c'est-à-dire quand P(e) = P(non-e) = 0,5 = 50%), la corrélation est

nulle (C(e) = C(non-e) = 0). Dans ce cas, il y a aucun corrélation entre l'événement (e) et les réponses.

- inversement, la corrélation entre (e) et les réponses est infinie (C = + ∞) quand la probabilité que (e) soit accepté est maximale (P = 1= 100%). Le critère (e) est alors totalement corrélé aux réponses, car (e) est toujours accepté (à l'infini);
- la corrélation est négative quand la probabilité que (e) soit accepté est inférieure à la probabilité que (e) soit refusé (ou, ce qui revient au même, que le critère inverse (non-e) soit accepté.

Afin d'éviter la redondance, au sein du calcul des corrélations, de l'intervalle A et de celui E, le premier étant le résultat de la somme de tous les intervalles (dont E), nous avons choisi de faire figurer le seul intervalle A, pour lequel portent, comme on l'a vu, la majorité des commentaires des musiciens. La corrélation a été mesuré en distinguant, pour l'ambitus, les intervalles inférieurs à 960 cents, le plus souvent acceptés, de ceux supérieurs, souvent refusés. Pour les autres intervalles, B, C et D, nous avons pour ce stade de l'analyse, distingué ceux inférieurs à 250 cents, valeur arbitrairement fixée entre la seconde majeure et la tierce mineure, et ceux supérieurs à 250 cents. La rugosité et le timbre ont ici été pris en compte, afin de vérifier — et quantifier — leur incidence, qui est effectivement faible comme nous le supposions précédemment :

Nombre de réponses, probabilité et corrélation des critères d'intervalles, de rugosité et d'harmonicité au réactions de D. Bawassan en 1989

	A=900-960	A >960	B<250	B>250	C<250	C>250	D<250	D>250
Accepté	21	0	18	3	18	3	15	6
Refusé	11	17	17	11	21	7	22	5
P(e) =	0,78	0,22	0,59	0,41	0,51	0,49	0,42	0,58
C(e) =	2,45	-0,71	0,45	-0,31	0,042	-0,04	-0,29	0,40
Total %	59,15 %		14,21 %		1,53 %		12,81 %	

(suite)	Rugueux	non Rug.	Harm.	Inharm.
Accepté	5	16	5	16
Refusé	11	17	10	18
P =	0,45	0,55	0,47	0,53
C =	-0,19	0,23	-0,12	0,13
	7,71 %		4,59 %	

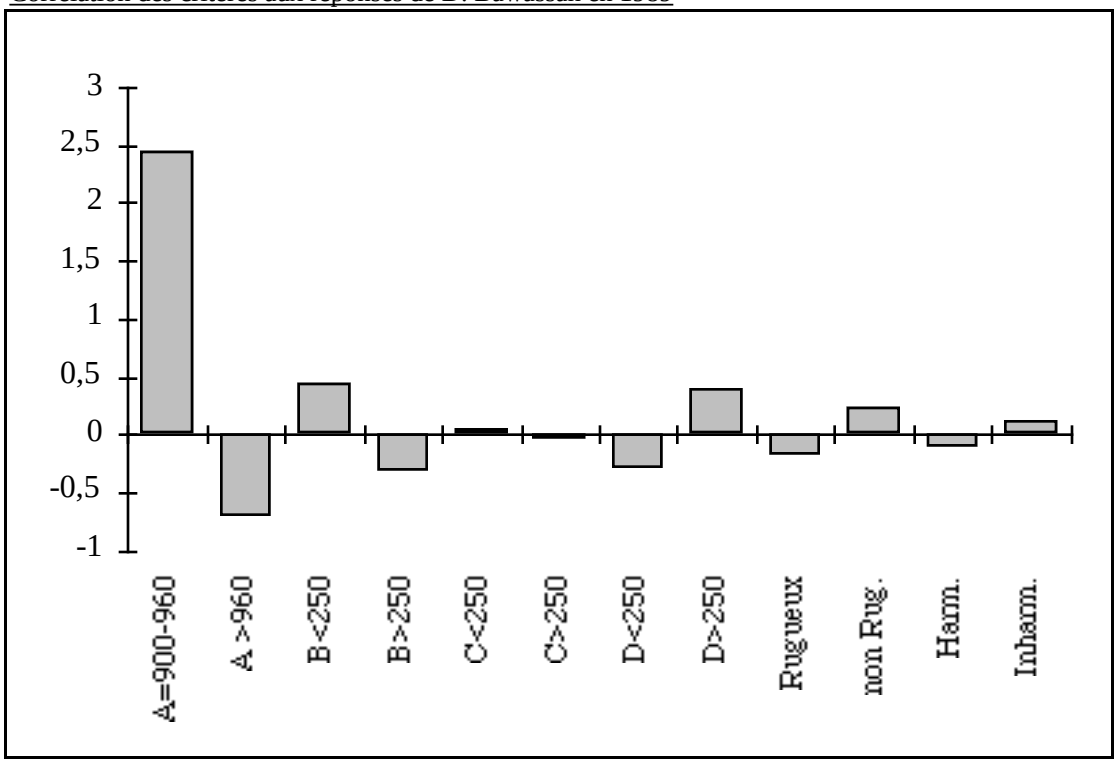
Sur l'ensemble des réponses de D. Bawassan, l'intervalle C, séparant les seconde et troisième lames, est celui qui a le moins de prégnance dans le jugement (1,53 %).

L'(in)harmonicité a peu d'incidence sur le jugement (4,59 %), ce qui confirme notre précédente analyse de la perception du timbre. La rugosité au contraire, bien que relevant en partie d'un phénomène timbral, a une incidence non négligeable, bien que faible (7,71 %).

Les deux autres intervalles conjoints, B et D, ont une incidence assez grande et comparable, ce qui vérifie notre hypothèse pour B, mais l'infirme pour l'intervalle D, auquel nous n'attribuions précédemment aucune incidence.

L'ambitus paraît toujours avoir une influence considérable sur le jugement de D. Bawassan, avec une corrélation très forte aux réponses. La valeur de cet intervalle ne peut effectivement être supérieure à 960 cents :

Corrélation des critères aux réponses de D. Bawassan en 1989



Si l'intervalle C peut autant être supérieur qu'inférieur à 250 cents, tel n'est pas le cas des intervalles B et D. Le premier tend a admettre les valeurs inférieures à 250 cents, et le second intervalle, au contraire, celles supérieures à 250 cents. Ce schéma montre clairement que, malgré la relative incidence des intervalles B et D, ceux-ci présentent une opposition apparemment systématique de leur valeur acceptables.

Nous chercherons dès lors à savoir dans quelle mesure cette opposition s'avère dans une analyse plus détaillée. En effet, cette analyse macroscopique peut souffrir de l'interaction des paramètres entre eux, et ne pas les distinguer. Nous nous efforcerons maintenant d'analyser ces paramètres au cas par cas, en essayant de mettre à jour leurs incidences précises dans le jugement des musiciens.

2.1.2.3. L'ambitus

Selon cette première analyse, l'ambitus a très certainement une fonction dans le jugement de la conformité des propositions d'accord, et il tend a être inférieur à 960 cents. Un intervalle trop grand ou trop petit entre les différentes lames est donc immédiatement décelé, de façon globale, à travers l'ambitus. Cette fonction est d'autant plus remarquable que l'ambitus est le dernier intervalle entendu lorsque les musiciens vérifient l'accord de l'instrument, ce qu'ils font de leur droite vers leur gauche : il se trouve donc, de fait, que les intervalles D, C, et B sont, ensemble, comparé à l'ambitus. Or, il est difficilement imaginable, dans un processus de comparaison d'intervalles, que la valeur de l'intervalle A (de l'ordre d'une sixte majeure) soit comparée à chacune des valeurs de B, C, et D (de l'ordre d'une seconde majeure), où à leur somme (de l'ordre de la quinte). Le fait qu'une opposition apparaisse entre les valeurs des intervalles B et D donnerait un élément de réponse, à vérifier :

1) l'ambitus vérifierait, à lui seul et de façon globale, la taille des intervalles séparant les lames, avec une marge totale de 60 cents — de 900 à 960 cents —, soit avec 15 cents d'écart possible pour chaque intervalle B, C, D et E;

2) l'ordre de vérification de droite à gauche des intervalles — dans l'ordre, D, C, B — permettrait de vérifier non seulement leur valeur avec la marge permise par l'ambitus (15 cents), mais surtout leur bonne succession, dans le respect des oppositions comme celle relevée entre B et D.

En conséquence, l'analyse devra déterminer a) s'il existe bien des oppositions entre les valeurs des intervalles conjoints, b) comment celles-ci peuvent s'effectuer, c) que la marge de l'ambitus A (60 cents) ne relève pas des mêmes contraintes que celle des intervalles conjoints et, d) que la marge de chacun d'eux est de l'ordre de 15 cents[1].

2.1.2.4. La rugosité

Avant d'aborder une analyse plus détaillée, on doit observer que quelques contradictions apparaissent dans les réponses (4 propositions sont contredites sur 48,

[1] Nous regretterons ici qu'aucune proposition d'accord dont l'ambitus est inférieur à 900 cents n'a été présenté, ne permettant donc pas de déterminer directement la valeur minimale que cet intervalle doit présenter. Cependant, l'analyse des intervalles conjoints, dont la somme est égale, par définition, à l'ambitus A, permettra, indirectement, de fixer cette limite. Tel sera, entre autres, le but de la suite de notre analyse, et nous n'oublierons pas que ceci devait être vérifié.

soit environ 8 %). Trois propositions d'accord ont été à la fois acceptées et refusées par D. Bawassan. Il s'agit de crt 28, crt 29, et crt 53. La quatrième contradiction apparaît entre D. Bawassan et D. Moussa, le premier ayant accepté crt 5, le second l'ayant refusé.

Parmi ces contradictions, celle concernant crt 53 peut être expliquée par l'ambitus de 960 cents dont elle se voit pourvue, qui est, comme on l'a vu, à la limite de "l'acceptable". Par la tolérance de l'oreille et du système, cet accord serait tantôt refusé, tantôt accepté. Cependant, l'accord crt 53 est équipentatonique, et nous étudierons plus loin comment cette structure peut être également cause de contradictions.

La contradiction de crt 5 est d'un tout autre type puisqu'elle concerne le jugement de deux musiciens manza : elle peut être due à une différence de compétence, ou bien à une variante possible au sein du système, adoptée par l'un, et inconnue de l'autre. Ce cas de contradiction sera traité ultérieurement.

La contradiction suivante concerne deux accords pourvus d'une rugosité de leurs hauteurs : crt 28 et crt 29, et l'on peut se demander si la rugosité ne suscite pas cette indécision lorsque l'accord crt 31, qui correspond à crt 28 sans rugosité a été refusé.

Lorsque que l'on considère *la totalité des propositions d'accord*, la rugosité ne semble pas avoir d'incidence sur le refus ou l'acceptation des propositions d'accord. Le tableau ci-dessous, résumant l'ensemble des propositions d'accords acceptées et refusées montre que la probabilité qu'une proposition avec rugosité soit acceptée (P = 0,44) est aussi grande que la probabilité qu'une proposition sans rugosité acceptée : P = 0,56)[1] :

	avec rugosité	sans rugosité
Accepté	**6**	**17**
Refusé	**11**	**16**

La tendance reste la même lorsque l'on distingue l'harmonicité du timbre dans les réponses : que le timbre soit ou non harmonique, la probabilité que l'épaisseur soit déterminante est aussi grande que pour qu'elle ne le soit pas.

[1]La probabilité est maximale quant P = 1,00 et nulle quand P = 0. La corrélation est l'opposition entre la probabilité qu'un critère soit retenu contre la probabilité que le critère inverse ne soit pas retenu. Plus l'écart entre la probabilité et la probabilité inverse est grand, meilleure est la corrélation. La corrélation est donc nulle lorsque les deux probabilité sont égales, c'est à dire lorsque P = 0,5 dans les deux cas.

Cependant, dans la mesure ou nous avons vu qu'un ambitus supérieur à 960 cents est refusé, nous pouvons extraire des propositions celles qui ont déjà été refusées parce que l'ambitus est trop grand :

Pour A = 900-960 cents :

	avec rugosité	sans rugosité
Accepté	**4**	**15**
Refusé	**5**	**6**

Dans ce cas, il est clair que l'épaisseur tend à être refusée (P = 0,66) deux fois plus souvent qu'elle n'est acceptée (P = 0,33). Ainsi, plus l'ambitus de l'accord est conforme, moins la rugosité est tolérée. La réaction suivante est exemplaire puisqu'elle porte sur l'accord crt 55 correspondant à l'accord original du xylophone de G. Yamété, auquel on a ajouté une rugosité :

Expérimentation. n°2, vidéo Manza 1989-1

1:27:50:00	**crt 55**, idem. avec rugosité de 30 cents
1:27:57:00	1-2-3-4-555-4-3-2-111-2-3-4-3-2-1 et jeu
1:28:12:00	refusé : D. Moussa montre les lames 2 et 1, "*elles se retrouvent*" (gestes)

Ici, les lames se retrouvent non pas parce qu'elles sont trop proches, l'accord étant correct (crt 52 est toujours accepté), mais parce que l'épaisseur que crée la rugosité sur chaque hauteur rend l'intervalle plus petit que ce qu'il devrait être.

La rugosité appelle toujours le type de remarques, verbales ou gestuelles :

Expérimentation. n°2, vidéo Manza 1989-1

1:13:00:00	....passons à **crt 23**, avec 80 cents de rugosité.
1:13:14:10	D. Moussa essaie 1-2-3-4-5
1:13:17:00	refusé : D. Bawassan explique **avec des gestes** que les lames sont **trop proches** les unes des autres;

Les lames sont ici paradoxalement jugées "trop proches", à cause de la rugosité, alors que les intervalles sont trop grands, donnant un ambitus de 1137 cents.

Au vu des conditions dans lesquelles la rugosité peut être acceptée, il nous est permis de penser que, à l'inverse, moins l'ambitus et la structure intervallique de l'accord est conforme, plus la rugosité est tolérée, voire même souhaitable : *celle-ci*,

en créant une ambiguïté de la perception des hauteurs, permettrait ainsi aux musiciens d'accepter ce qu'ils refuseraient autrement.

Les acceptations des accords rugueux méritent donc une attention particulière et les réactions telles qu'elles sont résumées dans le tableau ne suffisent pas. Il convient de voir plus en détail le relevé de l'expérimentation.

Ainsi, les propositions crt 30 et crt 29 sont présentées alors que nous venions juste de découvrir que le bruit des mailloches sur les touches du synthétiseur était gênant :

Expérimentation. n°2, vidéo Manza 1989-1

1:03:50:00	SA explique aux musiciens pourquoi ça n'allait pas, traduction par SG. **crt 30 : 300/ 200/ 200/ 200 (900)**
1:03:59:00	1-2-3-4-5-4-3-2-1
1:04:04:00	accepté
1:04:08:00	**crt 29** : 1-2-3-4-555-4-3-2-1
1:04:19:00	accepté SA demande lequel est mieux, pour chanter : - "*les deux sont bien, mais la première était un peu plus grave, celui-là est moins grave mais convient pour les chanteurs, les deux conviennent*"
1:05:40:00	VD remarque que nous ne savons pas ce qu'ils veulent dire par "grave" : est-ce à cause de la rugosité, des harmoniques, du mirliton, que le deuxième accord sonne un peu plus aigu ?

Les deux accords, avec et sans rugosité sont acceptés, "les deux sont bien", bien que l'un est considéré "un peu plus grave" — crt 30 — alors qu'ils sont en tout point similaires, outre la rugosité : D. Bawassan perçoit l'accord rugueux comme plus aigu, ce qui est parfaitement conforme à sa structure, puisque la rugosité est constituée de hauteurs plus hautes de 30 cents ajoutées aux hauteurs initiales.

L'incidence de la rugosité sur l'acceptation apparaît quelques minutes plus tard :

Expérimentation. n°2, vidéo Manza 1989-1

1:08:00:00	SA, désirant terminer l'expérience sur l'épaisseur (rugosité) demande à D. Bawassan lequel de ces deux accords (crt 29-30) à des membranes de chauves-souris (mirlitons).
1:08:10:00	D. Bawassan essaie **crt 29** et **crt 30** successivement (S. Fürniss change de mémoire pendant que D. Bawassan joue)
1:08:15:00	sur **crt 30**, sans rugosité, D. Bawassan fait un non de la tête; sur **crt 29**, avec rugosité, Bawassan montre que c'est celui-ci qui correspond aux membranes de chauve-souris.
1:08:58:00	Bawassan commence spontanément, sur **crt 29**, un chant, suivi de MT et JD.
1:10:20:00	fin du chant, problème de plaquette mal fixée.

1:10:50:00	**crt 30**
1:10:53:00	Bawassan joue la même pièce
1:11:08:00	Bawassan (traduit par SG) : "*wa gè gin* (c'est très aigu)"

Où on voit que l'accord crt 30, accepté au début de l'expérimentation à 1h 04' 04", est ensuite refusé clairement, et crt 29 accepté par comparaison. Remarquons qu'il n'est pas demandé à Bawassan de juger de la conformité des intervalles, mais de la présence ou non de mirlitons (les "chauve-souris") lesquels, selon notre hypothèse, créaient la rugosité de hauteur (cf. Appendice 1).

Tel est aussi le cas de l'autre accord pentatonique anhémitonique du cycle des quintes, qui, sans rugosité — crt 31 — est refusé à 1h 15' 49", et accepté "sans conviction" lorsqu'il est rugueux — crt 28 — :

Expérimentation. n°2, vidéo Manza 1989-1

1:15:12:00	**crt 31**
1:15:20:00	D. Moussa essaie 1-2-3-4-5-4-3-4-2-3-1-2-3-1-2-3-444, 1-2-3-4, puis les lames 1 et 5 simultanément, commence un chant puis montre les lames 1 et 5
1:15:49:00	refusé : Bawassan : "*la mère et la grand-mère se retrouvent*"
1:16:54:00	**crt 28** : idem avec épaisseur de 35 cents
1:17:02:00	Bawassan parcourt 5-2-3-4-55-4-3-2-1et commence un chant
1:17:28:00	accepté, sans trop de conviction

Cette réaction, difficilement quantifiable mais dont le sens apparaît dans le contexte, montre l'incidence particulière de la rugosité : "la mère et la grand-mère se retrouvent" de la même façon que la "mère" et "l'époux" se retrouvaient, plus haut, dans l'accord original rugueux crt 55.

En somme, si l'on considère que la rugosité permet, en créant une ambiguïté des hauteurs, d'accepter ce qui ne devrait pas l'être, il est remarquable de constater que *l'ensemble des accords pentatoniques anhémitoniques du cycle des quintes sont refusés ou, au mieux, acceptés lorsqu'ils sont rugueux*. Tel est le cas de crt 31 refusé et qui, avec rugosité — crt 28 — est accepté sans conviction, de crt 29 qui, avec rugosité, est préféré au même sans rugosité — crt 30 —, et de crt 32 et crt 27, tous deux refusés.

A ce stade de l'analyse, bien que sommaire, il apparaît déjà quelques traits prégnants que l'on peut mettre en relation :

1) la rugosité de hauteur n'est pas souhaitée par le xylophoniste manza, à moins que l'accord ne soit pas tout à fait conforme. Dans ce cas, la rugosité, en suscitant une ambiguïté dans la perception des hauteurs permet d'accepter des accords non conformes. L'ambiguïté n'est cependant pas suffisante pour faire accepter des accords trop "faux";

2) dès lors, seuls des accords qui sont à la limite de la tolérance peuvent être acceptés avec rugosité. Tel est le cas des accords pentatoniques anhémitoniques issus du cycle des quintes. En conséquence, *l'accord du xylophone manza n'est pas réductible à un système pentatonique anhémitonique issu du cycle des quintes*;

3) cependant, ce système est proche de celui manza : s'il est parfois accepté avec rugosité, on peut raisonnablement penser qu'il est à la limite de ce que la tolérance du xylophoniste admet.

4) comme l'ensemble des renversements du système pentatonique anhémitonique ont été refusés, la non-conformité de ce système ne réside pas dans l'ordre de succession des intervalles, mais dans leur grandeur : la grandeur de l'ambitus dont on a déjà souligné l'importance, et par corollaire, la grandeur des intervalles n'entre pas dans le cadre du système manza : ainsi l'ambitus de 900 cents (sixte majeure) est probablement trop petit, et les intervalles de 200 et 300 cents sont ou trop petits, ou trop grands.

2.1.2.5. La tierce mineure

Cette hypothèse est confortée, comme nous l'avons précédemment remarqué (*supra* : remarques 2 et 3), par la taille maximale qu'admettent les intervalles B et C, où la tierce mineure de 285 cents est acceptée alors que celle de 300 cents est refusée.

Cependant, il convient de remarquer que les "grandes" tierces de 300 cents, lorsqu'elles ont été acceptées — avec rugosité — l'on été dans les positions D et E. Dès lors, trois hypothèses s'imposent :

- la taille de la tierce est fonction de la position : 285 cents en B et C, et 300 cents en D et E. Cela suppose que ces deux tierces s'opposent, autrement dit que deux tierces mineures différentes de seulement 15 cents co-existent au sein du système d'accord, ce qui semble bien peu probable;
- ou bien, la tierce a une grandeur comprise entre 285 et 300 cents, avec de surcroît une marge de tolérance inférieure à ±15 cents, mais plutôt de l'ordre de ± 8 cents : ceci reste de nouveau peu probable, surtout si l'on considère le rôle de la rugosité dont on n'aurait pu mesurer les effets sur une si faible marge de tolérance;
- ou encore, la faible attention donnée aux positions D et E permet une tolérance de 15 cents pour la tierce de 285 cents, celle-ci pouvant ainsi aller jusqu'à 300 cents.

Que la tierce de 300 cents ne soit acceptée que lorsqu'elle est rugueuse, c'est-à-dire lorsqu'elle est ambiguë va dans ce sens.

Quoiqu'il en soit, à moins de dix cents près, les deux dernières hypothèses sont équivalentes, et nous préférerons la formulation de la dernière qu'il s'agira de vérifier par d'autres expérimentations.

Après avoir déterminé la grandeur maximale de la tierce, il s'agît d'en déterminer la limite minimale pour en définir la marge de réalisation.

Quatre propositions d'accord nous le permettent. Il s'agît des quatre renversements de l'accord original du xylophone de G. Yamété, lesquels ont entraîné l'apparition d'un nouvel intervalle de 264 cents complétant l'octave non réalisée sur les cinq lames du xylophone (la somme de tous les intervalles — soit l'ambitus A — réalisés sur le xylophone de G. Yamété faisant 936 cents, le complément à l'octave est : 1200 - 936 = 264 cents). Du fait de l'absence d'octave sur le xylophone manza, cet intervalle de 264 cents ne pouvait pas y apparaître. Les réactions des musiciens à cet intervalle en sera d'autant plus intéressante que sa grandeur se situe à mi-chemin entre l'intervalle équipentatonique (240 cents) et la tierce mineure de 285 cents.

Des quatre renversements successifs de l'accord original (crt 52), trois ont été refusés (crt 56, crt 57, crt 58), et un accepté (crt 59)[1] :

	Inharm.	56		995	246	200	285	(264)	mi3	**N** : cde
	Inharm.	57		954	200	285	264	(205)	mi3	**N** : +
	Inharm.	58		1000	285	264	205	(246)	mi3	**N** : a+
	Inharm.	59		914	264	206	245	(200)	mi3	**O** : +

Mais l'analyse reste complexe. Des trois propositions refusées, deux (crt 56 et 58) l'on été très certainement à cause de leur ambitus, dépassant largement celui acceptable (940-960 cents). Parmi des deux propositions dont l'ambitus est acceptable, crt 57 et 59, l'une est acceptée, et l'autre refusée.

Le seul des renversements acceptés est celui dont l'ambitus A est acceptable (914 cents) d'une part, et ne présentant pas simultanément les intervalles de 285 et de 264 cents d'autre part : l'intervalle de 264 cents est refusé lorsqu'une tierce de 285 cents est dans le même accord, et l'on peut penser, à 20 cents près, qu'il est à ce moment perçu comme une deuxième tierce mineure, ce que ne permettrait pas l'ambitus déjà proche de l'inacceptable (954 cents). Inversement, lorsque l'intervalle de 264 cents n'est pas présenté en même temps que celui de 285 cents (crt 59), l'accord est accepté, et cet intervalle serait alors considéré comme l'unique tierce de l'accord,

[1]L'accord original crt 52, non-renversé, étant bien sûr accepté.

incitant ainsi à l'acceptation de celui-ci. La petite tierce de 285 cents admettrait donc une réalisation extrême aux environs de 264 cents, soit une marge de 20 cents.

De plus, il faut noter que la remarque selon laquelle l'accord crt 59 est globalement "trop aigu" (**O** : +). L'ambitus A étant correct (914 cents), ainsi que la hauteur absolue, c'est certainement à la lame la plus aiguë, constituant la limite supérieure de la tierce de 264 cents, qui est trop haute : cet accord est donc accepté car il est le seul, parmi les trois derniers renversements entendus par Bawassan, a avoir une seule tierce mineure (bien que très petite), mais devrait être refusé en raison de sa position[1].

La comparaison avec d'autres propositions avec lesquelles ces réponses s'opposent permet de continuer notre analyse. La comparaison de l'accord crt 57, refusé, et de celui crt 8, accepté, différent du seul point de vue de l'intervalle D (l'ambitus devant être accepté dans les deux cas), montre que 264 cents s'oppose à celui de 245 cents. Pour crt 57, c'est donc bien la succession de deux tierces (à plus ou moins 20 cents d'écart) qui est l'objet de refus. *Ainsi, 264 cents est clairement une réalisation possible de la petite tierce mineure, mais non celle de l'intervalle équipentatonique (245 cents)* :

	Inharm.	57		954	200	285	**264**	(205)	mi3	**N** : +
	Inharm.	8		935	205	286	**245**	(200)	mi3	**O**

L'accord manza nécessite une seule tierce mineure. Celle-ci ne peut avoir une grandeur égale à 300 cents, mais il semble que sa grandeur doit être comprise entre 264 et 285 cents, ces deux dernières valeurs étant acceptées, et non, comme nous le suggérions précédemment, entre 285 et 300 cents. En prenant en compte les phénomènes de tolérance, *on peut considérer que la tierce doit avoir une valeur d'environ 280 cents , avec moins de ± 20 cents de marge de réalisation*, sans quoi la tierce de 300 cents devrait être acceptée.

2.1.2.6. La seconde majeure

Le cas de la seconde majeure est plus simple. Quelque soit sa position, cet intervalle ne semble pas motiver, à lui seul, de refus de l'accord : les intervalles conjoints B, C, D et E peuvent tous admettre la seconde majeure. Il reste seulement à savoir, à l'instar de la tierce, combien l'accord manza nécessite de secondes majeures.

[1] La nuance apportée par Bawassan "bien, mais aigu" (O; +) à l'acceptation de l'accord tend à mettre en cause la première classification des propositions selon le seul critère d'une acceptation (ou refus) verbal. Nous pensons donc qu'une formulation verbale de type "c'est bien/ ce n'est pas bien" n'est pas suffisante pour savoir si un accord est conforme ou non.

Quatre secondes majeures devraient être refusées car elles donnent un ambitus de l'instrument bien trop petit (800 cents au lieu de 900 au minimum). Ceci reste cependant à vérifier, dans la mesure où nous n'avons jamais présenté, encore, cette structure. De même, trois secondes majeures nécessitent d'être complétées par une tierce mineure de 280 cents. Dans ce cas, l'ambitus est encore inférieur à 900 cents, et devrait pour cela être refusé, mais cette hypothèse doit aussi être vérifiée.

Cependant, selon Bawassan, l'accord crt 32, est refusé, car les lames "mère" et "époux" sont mal accordées. En ce qui concerne la lame "époux", on voit qu'elle donne la hauteur la plus basse de la tierce. Il est donc fort probable qu'il faille la hausser, c'est-à-dire rendre de nouveau la tierce de 300 cents plus petite. Quant à la "mère", on ne peut comprendre qu'elle soit incriminée sinon parce qu'elle donne la hauteur où se succèdent deux secondes majeures qui s'ajoutent à une troisième seconde majeure séparant la "fille" et le "fils". Deux alternatives sont possibles :

- ou la succession de deux secondes majeures de 200 cents est impossible;
- ou bien la succession de deux secondes est possible mais pas la présence d'une troisième seconde est impossible.

Parmi l'ensemble des propositions présentées, aucune ne nous permet de décider franchement pour l'une ou l'autre de ces hypothèses. C'est ici la logique qui nous apportera la solution.

2.1.2.7. L'intervalle équipentatonique

Ce problème est, comme on l'a vu, intrinsèquement lié à la valeur de l'ambitus. Dans ces deux cas, l'accord manza n'admet pas trois secondes de 200 cents, ce qui incite à penser que l'ambitus peut difficilement être inférieur à 900 cents. De plus, deux tierces mineures sont également impossibles. Nous n'avons donc tout au plus que trois intervalles conjoints (deux secondes de 200 cents et une tierce de 285 cents) pour cinq hauteurs (des cinq lames du xylophone), et pour un ambitus *d'au moins* 900 *jusqu'à* 960 cents. Le calcul est simple : l'intervalle complémentaire a une valeur supérieure à 215 cents. Or, 215 cents ont toutes les chances d'être assimilé à une seconde de 200 cents si on applique à cet intervalle la même marge de réalisation que celle décelée pour la tierce (±20 cents). Un intervalle de 220 cents au moins, et de 275 au plus (l'ambitus est alors : 200 + 200 + 275 + 285 = 960 cents) est nécessaire à l'accord pour aboutir à un ambitus acceptable. Aussi, parce 264 cents sont assimilés à une tierce qui ne peut être redoublée dans l'accord, l'intervalle complémentaire ne peut avoir une valeur que comprise entre 220 et 260 cents, soit : 240 cents ± 20 cents.

L'acceptation quasi systématique de l'intervalle équipentatonique valide ce raisonnement purement logique. Cependant, si les limites inférieures et supérieures de la tierce de 280 cents ont pu être vérifiées, tel n'est pas le cas de la seconde majeure et de l'intervalle équipentatonique. On sait seulement que la seconde ne peut être inférieure à 180 cents (sans quoi il faudrait deux tierces), et l'intervalle équipentatonique supérieur à 260 cents (sinon il est assimilé à une tierce). N'y a-t-il donc pas lieu de considérer que ces deux intervalles ne relèvent pas, chez les Manza, d'un seul et unique intervalle ? Il nous faut pour cela observer qu'une frontière est établie, par les musiciens, entre ces deux intervalles. Pour ce, nous devons recourir ici encore à l'observation des corrélations des grandeurs d'intervalles avec les réponses : tel est ici le seul moyen d'établir une opposition, si elle existe, entre seconde majeure et intervalle équipentatonique.

Nous avons effectué, dans le tableau ci-dessous, le calcul de la corrélation des trois grandeurs hypothétiques — 200, 240, et 280 cents — que peuvent prendre les intervalles conjoints B, C, D, et E. Les propositions d'accord issues du cycle des quintes, et celles comportant une rugosité, dont on a vu qu'elles rendent ambiguës les réactions de Bawassan, ont été exclues de cette analyse. La corrélation résultante en sera d'autant plus claire. On aura tout avantage de comparer ce tableau, et l'histogramme qui lui est associé, avec le calcul général des corrélations précédemment établi (cf. p. 77), correspondant à l'hypothèse inverse, c'est à dire celle où le système d'accord présenterait seulement deux grandeurs d'intervalles : l'une supérieure à 260 cents, l'autre inférieure à 260 cents[1].

Calcul des corrélations des réponses de Bawassan aux trois grandeurs d'intervalles

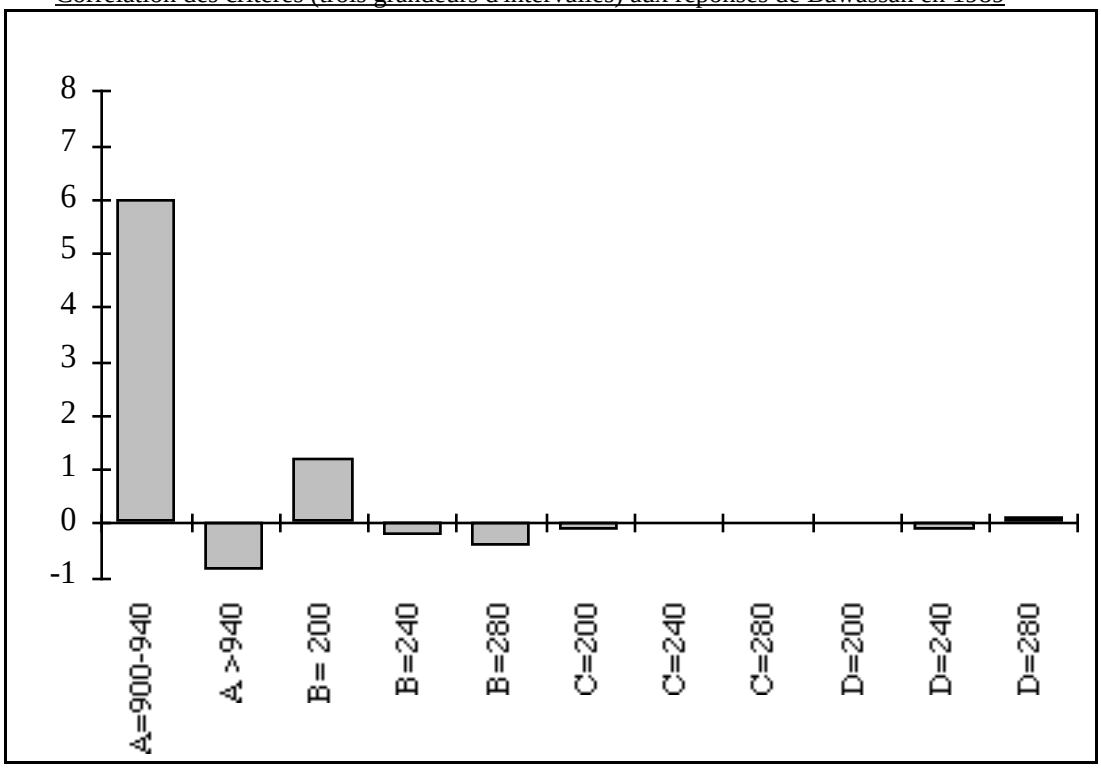
	A=900-940	A >940	B= 200	B=240	B=280
Accepté	15	1	10	3	3
Refusé	3	13	4	5	7
P(e) =	0,87	0,12	0,69	0,44	0,38
C(e) =	6,00	-0,86	1,20	-0,22	-0,40
Total	75,79 %		20,14 %		

[1] Dans la mesure où aucune proposition d'accord ne comporte d'intervalle compris entre 250 et 260 cents, le tableau précédent où les intervalles ont été distingués, arbitrairement, en ceux supérieurs et ceux inférieurs à 250 cents, rend tout aussi fidèlement compte de la distinction faite, comme nous le voulons ici, entre les intervalles inférieurs et ceux supérieurs à 260 cents.

Calcul des corrélations des réponses de Bawassan (suite)

	C=200	C=240	C=280	D=200	D=240	D=280
Accepté	4	9	4	10	3	3
Refusé	4	8	3	10	4	2
P(e) =	0,47	0,50	0,50	0,50	0,47	0,53
C(e) =	-0,12	0,00	0,00	0,00	-0,12	0,13
	1,30 %			2,77 %		

Corrélation des critères (trois grandeurs d'intervalles) aux réponses de Bawassan en 1989



Souvent les musiciens justifiaient leur réponse, avec un commentaire très court, ou par un geste explicite, en désignant la partie du xylophone, la ou les lames qui n'allaient pas. Il est aussi arrivé qu'un accord soit accepté avec quelques réserves données spontanément, de type : "l'accord est correct mais ne convient pas pour les chanteurs". Un tel commentaire semble tout à fait explicite, et peut incriminer un nombre restreint de causes, telles que la hauteur absolue de l'instrument, trop grave ou trop aiguë. Mais le contexte peut aussi donner une autre logique. Il arrive en effet qu'une telle réserve qui semble se rapporter aux chanteurs incrimine une toute autre cause. Il faut se rappeler que le xylophone est un instrument joué dans les répertoires collectifs, et qu'il n'est *jamais* joué seul et accompagne toujours un chant. La situation décrite ici : "l'accord est correct mais ne convient pas pour les chanteurs", dans le cadre des traditions centrafricaines ne permet donc pas de distinguer le

xylophone des chanteurs. Ils forme un tout, et une telle distinction n'a pas de sens. Dès lors, une telle formulation veut plutôt dire que l'accord est *à peu près* mais pose des problèmes aux chanteurs; autrement dit, le xylophone est juste d'une certaine façon, mais reste faux car c'est bien lui qui ne permet pas aux chanteurs de chanter.

2.1.3. Les réaccords

Au cours de cette première série d'expérimentations effectuée en 1989, certains accords qui ont été refusés ont été réaccordés, *par les musiciens manza*, à même le synthétiseur. C'est par le moyen d'un curseur du synthétiseur, d'accès aisé pour les musiciens, que ceux-ci pouvaient faire varier la hauteur de chacune des touches du clavier avec une précision de 1/85ème de demi-ton.

Ces expériences de réaccord sont fondamentales dans ce type de procédure puisqu'elles permettent d'évaluer dans quelle mesure leur paraissent fausses les propositions soumises. Ces réaccords se présentent donc comme autant d'actions directes de la part des musiciens au sein d'une procédure *interactive* de modélisation.

Onze réaccords ont été effectués, et leur déroulement est retranscrit en Annexe :
— le premier n'est pas à proprement parler un réaccord, mais l'accordage à l'unisson sur le synthétiseur par D. Bawassan du xylophone de G. Yamété (xylophoneM89-6); rappelons que le xylophone de G. Yamété est celui joué le plus souvent par Bawassan. Il s'agît de l'expérimentation n°4 : "Accord à l'unisson".
— six réaccords ont été réalisés par Bawassan : il s'agît des réaccords n°1, n°2, n°3, n°4, n°9 et n°10.
— et quatre autres réaccords sont ceux de D. Moussa : réaccords n°5, n°6, n°7 et n°8 [1].

Comme le montre le commentaire suivant de Bawassan, l'accord des hauteurs du synthétiseur par le curseur ne pose aucune difficulté :

[1] Trois réaccords n'entrent pas dans notre analyse. Pour les réaccord n°3 et n°8, suite à un incident de programmation sur le terrain, une partie des données les concernant ont été définitivement perdues, et en particulier l'accord dont ces réaccords proviennent. Or, comme nous le verrons, de tels résultats ne sont interprétables qu'en fonction du contexte, et de leur provenance. Le réaccord n°4 a été enregistré, mais comme nous le montre la bande vidéo Manza 1989-4, il n'a pas non plus été terminé, Bawassan étant à ce moment très fatigué (il s'agissait du réaccord des choix par "quart de ton", expérience décrite *infra* : 2.1.4.).

Expérimentation. n°4, Manza 1989-2

0:53:59:00	Bawassan monte la hauteur pour obtenir un unisson correct (la 3 - 25 TU); et explique, en manza (traduction par S. Gourna): "*c'est comme si je coupais les lames ici*", en montrant le bout de la lame (...rires)

Tailler la lame en son bout revient effectivement à en hausser la hauteur.
De plus, l'accord à l'unisson sur le synthétiseur des cinq lames du xylophone par Bawassan ne prendra que cinq minutes, ce qui est remarquablement peu pour un premier contact avec cette possibilité qu'offre le synthétiseur. En outre, il est certain que l'accordage sur le synthétiseur s'effectue de façon bien plus aisée et rapide que sur les véritables xylophones.

A vrai dire, cette possibilité était espérée par les musiciens lorsque ceux-ci incriminaient les hauteurs fausses des propositions d'accord, en signifiant parfois, oralement et/ou gestuellement, l'action nécessaire pour corriger l'accord. L'exemple suivant est une réaction de D. Moussa avant qu'on ne lui ait fait connaître cette possibilité de réaccord :

Expérimentation. n°9, Manza 1989-5

0:17:16:00	permutation n°2
0:17:18:12	D. Moussa joue les lames : 123455555, 555,123455
0:17:26:00	et fait un geste vif vers le sol, montrant ainsi que la "grand-mère" est trop basse, **puis un geste vers le haut pour désigner qu'il faut la hausser**. Échange de conversation avec Georges : **"il faut monter la grand-mère"**, D. Moussa montre la grand-mère qui ne va pas et montre l'ensemble des autres lames (qui vont donc bien ensemble)

En définitive, c'est l'équipe qui devait rencontrer le plus de difficultés quant au réaccords sur le synthétiseur. Cette manoeuvre, aisée lorsqu'il s'agît d'accorder soi-même, ne permet aucune erreur de manipulation lorsqu'on doit faire accorder un musicien étranger à une telle technologie, où une telle erreur risquant de perturber le bon déroulement du réaccord et la concentration du musicien. Pour cela, il était nécessaire d'imposer au musicien de n'accorder qu'une seule touche à la fois; il restait bien sûr possible de revenir, autant que nécessaire, sur l'accord de chaque touche. Si en fin de compte, cette procédure est la même que celle observée lors de l'accord des véritables xylophones, cette contrainte était ressentie au niveau de la préparation du synthétiseur. préparer celui-ci afin en fonction de la touche devant être réaccordée et choisie par le musicien, mais aussi de vérifier

2.1.3.1. Les procédures de réaccord

Au vu des différences auxquelles arrivent Bawassan et D. Moussa lorsqu'ils réaccordent les propositions qui leur ont été soumises (les résultats sont analysés ci-après), nous avons choisi d'étudier les procédures de réaccord que chacun met en jeu, afin de voir, à l'instar des résultats de réaccord, si celles-ci sont ou non identiques.

Lorsqu'il s'agît d'accorder le synthétiseur à l'unisson d'un xylophone traditionnel[1], l'accord s'effectue en commençant par la première lame de droite, la "mère", puis en poursuivant vers la gauche du xylophone, soit successivement les lames n° 2 "époux", n°3 "fils", n°4 "fille" et n°5 "grand-mère":

Expérimentation. n°4, Manza 1989-2

0:48:53:00	explications : accorder chaque lame de son xylophone sur le DX7; G. YAMÉTÉ jouera le xylophone original, qui est le sien (M89-6), et Bawassan réglera le DX7.
0:49:57:10	D. Bawassan veut accorder la **lame n°1 ("mère")**
0:52:58:00	D. Bawassan accorde la mère, lame n°1
0:53:15:00	il parvient à un bon unisson (sol 3 - 34 Tuning Units) [1 TU = 1/85 1/2 ton = 1,17 cent]
0:53:43:00	accord de **lame n°2 ("époux")**, en comparaison toujours avec la lame correspondante du xylophone (écart avant accord ± 75 c.).
0:53:59:00	il monte la hauteur pour obtenir un unisson correct (la 3 - 25 TU); D. Bawassan explique, en manza, (trad. SG) : "*c'est comme si je coupais les lames ici*"...rires
0:54:25:00	accord **lame n°3 ("fils")** (± 75 cents trop grave au départ)
0:54:36:00	unisson un peu trop haut (do 4 - 22 TU)
0:55:02:00	accord de **lame n°4, "fille"**, (± 50 cents trop bas)
0:55:12:00	unisson correct (do# 4 + 35 TU)
0:55:38:00	Bawassan accorde la **lame n°5, "grand-mère"** (> 150 cents plus bas)

De même que pour les propositions d'accords jugées non conformes[2], l'ordre des lames réaccordée reste ici le même : les musiciens réaccordent les lames depuis la droite vers la gauche, et chacune des lames est accordée selon le même mouvement : une lame est toujours accordée par rapport à la précédente, de droite, voire par rapport aux deux dernières, mais jamais par rapport à la suivante, qui est à gauche.

[1] cf. Annexe 1 : Expérimentation n°4, bande Manza 1989-1.
[2] cf. Annexe 1 : Réaccords n°1 à 10, bandes Manza 1989-3, 4, 5 et 6.

Il résulte de cette procédure que les hauteurs sont accordées par intervalles conjoints, et non selon les consonances dites "naturelles", telles que quarte et quinte. Appliqué au système occidental, l'accord de la note RE s'effectuerait en jouant l'intervalle DO-RE, MI par rapport à RE, mais aussi en comparant l'intervalle RE-MI avec celui DO-RE, et ainsi de suite.

Cependant, l'accord de la lame de gauche — la plus grave — ajoute une nuance à ce mouvement ascendant de l'accord, puisque cette lame est accordée :
- soit par rapport à la précédente — qui est la plus aiguë — entendue en succession ascendante des autres; tel est le cas avec Bawassan :

Réaccord n°4, Manza 1989-4

1:04:43:00	**(timbre Xylo 2e** Bawassan réaccorde : 1-2-1-2-3-4-555, 1-2-3-4-555-4-3-2-1, 1-2-3-4-5, désigne 5 et confirme qu'il faut réaccorder.
1:04:57:00	réaccord par Bawassan : 1-2-3-4-55, 1-2-3-4-5 (il réaccorde un peu plus bas), 1-2-3-4-5 (baisse d'environ un quart de ton), 1-2-3-4-5,55, 5 (remonte d'environ un tiers de ton); 1-2-3-4-5, 5-4-5-3-4-2-3-1-2-3-4-5555 et, en accélérant, 5-4-5-3-4-2-3-1-2-1-222-1-222... 3-4-5.
1:05:24:00	Bawassan continue à réaccorder la cinquième lame : 555 monte...1-2-3-4-555 monte encore (±1/8 ton);

- soit par rapport à la précédente, comme le fait Bawassan, mais parallèlement à la lame "mère", située à l'opposé mais formant avec cette lame un intervalle conjoint ascendant :

Réaccord n°8, bande Manza 1989-5

1:08:03:00	D. Moussa accorde la "grand mère" : 1-2-3-4, 55 et monte, 1-2-3-4-5, redescend, 1-2-3-4-5 (deux fois) et descend encore, arrête et se retourne, **vérifie 1-5-1-5** mais "ça ne va pas" (G participe) et,
1:08:31:00	il réaccorde encore, et descend franchement, se retourne (on voit pas la tête de G), rejoue **1-5** et semble perplexe, remonte...vérifie : 1-2-3-4-5555, joue quelques notes

Les hauteurs sont donc globalement accordées par ordre ascendant, sauf la lame la plus grave — la "grand-mère" — qui est accordée en dernier soit, avec D. Moussa, dans le même mouvement, ascendant, c'est à dire par rapport à celle avec laquelle elle forme l'intervalle le plus grave (intervalle E), soit, avec Bawassan, par rapport à la lame la plus aiguë, c'est-à-dire selon l'ambitus de l'instrument (intervalle A). C'est sur l'accord de cette seule lame que divergent les procédures utilisées par Bawassan et D. Moussa. Cependant, il convient de remarquer ici, que les intervalles A et E sont, d'une certaine façon, mis en équivalence, comme nous l'avions déjà remarqué lors de notre analyse des réactions aux propositions d'accord. S'il apparaît dans notre

précédente analyse que l'ambitus revêt une grande importance dans le jugement de conformité des propositions d'accords, ce phénomène relève probablement plus des conduites de réaccord propres à D. Bawassan, qu'à celles de D. Moussa. Il est donc possible que l'attention de Moussa porte plus sur la conformité des intervalles conjoints que sur l'ambitus général. Or, si on compare les procédures d'accord de ces musiciens avec les marges de réalisation de l'ambitus (± 60 cents) d'une part, et des intervalles conjoints (± 15 cents) d'autre part, il apparaît que les réaccords faisant appel à l'ambitus, avec Bawassan, devraient être moins précis que ceux faisant appel, avec D. Moussa, aux intervalles conjoints. Une telle hypothèse, posant une différence de compétence entre les musiciens, devra être prise en compte dans l'analyse de leurs réaccords respectifs.

2.1.3.2. Dominique Bawassan

Le premier accord de Bawassan a été un accord à l'unisson, sur le synthétiseur, d'un xylophone original (M89-2) appartenant à lui-même. Cette expérience devait nous permettre de mesurer la marge de tolérance admise par le musicien sur l'intervalle de l'unisson. Le résultat montre de grands écarts par rapport aux tonies du xylophones M89-2 :

Accord à l'unisson du xylophone M89-2 par D. Bawassan

		(Gauche)				(Droite)
(Hauteurs)		Lame 5	lame 4	lame 3	lame 2	lame 1
M89-2 (original)	haut.	F3 +0	C#4 +38	B3 +28	A3 -15	G3 -25
crt45 (réaccord)	haut.	E3 +40	C#4 +41	C4 -26	A3 -29	G3 -40
écart		**- 60**	**+ 3**	**+ 46**	**- 14**	**- 15**

Afin d'interpréter ces écarts, il convient de remarquer que toutes les lames ont été accordées sur le synthétiseur avec pour seule et unique référence chacune des lames correspondantes du xylophone original. La lame n°5, la plus grave, a cependant été comparée aux autres hauteurs précédemment accordées (lame n°1 à 4), et particulièrement avec l'ambitus.

On ne peut savoir cependant si Bawassan joue les cinq lames pour vérifier le bon accord de cette cinquième lame, ou pour vérifier la structure générale de l'ensemble des lames. Cette dernière raison nous surprendrait lorsqu'on s'aperçoit, avec le tableau ci-dessous, que certains intervalles ont été refusés au cours des expérimentations :

Accord à l'unisson (D. Bawassan)

	(Gauche)				(Droite)
(Intervalles)	**A**	B	C	D	E
M89-2	**838**	210	243	210	175
"unisson" (crt 45)	**901**	167	303	211	220

La tierce mineure de 300 cents en position C est refusée car elle est trop grande, ce que montre la proposition d'accord crt 32 qui avait été refusée alors qu'elle est assez proche du réaccord crt 45 :

crt 32	900	200	300	200	200

On notera qu'un effet de compensation entre les intervalle B et C permettrait l'acceptation de crt 45 : la petite grandeur de B, 167 cents, serait rattrapée par la grande taille de la tierce C, 303 cents. Il y aurait un phénomène de tolérance.

Cette hypothèse s'accorde avec le fait qu'il n'était pas demandé à Bawassan d'accorder un xylophone sur le synthétiseur, mais d'accorder à l'unisson chacune des lames. Dans cette directive, la grandeur des intervalles peut apparaître comme non pertinente, et la question est de savoir ce qu'a validé Bawassan dans cet accord. En relevant comment Bawassan à accordé chacune des lames, on constate qu'il a toujours monté les hauteurs qui lui étaient données sur le synthétiseur (accordé approximativement plus bas que le xylophone original), sauf la cinquième lame, dont il a plusieurs fois monté et baissé la hauteur :

Expérimentation n°4, accord "à l'unisson", bande Manza 1989-2

0:55:38:00	Bawassan commence à accorder la lame 5, la "grand-mère" (> 150 cents plus bas), tandis que G. Yamété frappe la lame correspondante sur son xylophone, essaie de monter, sans résultat, ce dont il s'aperçoit :
0:55:55:00	en effet, le curseur de micro-accord n'est pas activé
0:56:32:00	reprise de l'accord de lame 5**.** Bawassan monte au plus haut de ce que permet le curseur, puis Bawassan redescend la hauteur; il faut une préparation supplémentaire du DX7 (FV monte d'un demi-ton la hauteur de cette lame).
0:57:00:00	reprise de l'accord : Bawassan descend, et remonte, le curseur ne monte encore pas assez pour atteindre un unisson strict, mais Bawassan, après avoir remonté la hauteur, est satisfait; il parcourt les lames de droite à gauche : 1-2-3-4-5, comme YAMÉTÉ qu'il écoute, rejoue la lame 5 qu'il compare à celle jouée par YAMÉTÉ sur son xylophone, et approuve l'accord (**mi 3 + 34 TU**).

0:58:10:00	sauvegarde de l'accord en **crt 45**

La contrainte due à la programmation du synthétiseur, empêchant Bawassan de monter aussi haut qu'il l'aurait souhaité, n'explique pas que celui-ci ait volontairement baissé la hauteur. La hauteur de cette lame, bien basse par rapport à la lame originale qui est simultanément jouée par G. Yaméte (60 cents d'écart), ne le trouble pas : au contraire, comme le montre l'extrait de la vidéo ci-dessus (à 0h 57'00"), *il est satisfait après avoir accordé la dernière lame, mais avant de valider l'ensemble de l'accord.* Alors, comment interpréter l'approbation de l'ensemble des hauteurs qui suit ?

L'analyse des différents ambitus — du réaccord, de l'instrument original — nous offre une explication. Il apparaît que l'ambitus du xylophone M89-2 est bien petit — 838 cents, et que le réaccord coïncide avec la grandeur minimale de l'ambitus supposée par les résultats expérimentaux (900 cents); et le changement de l'ambitus correspond, en fin de compté, au seul accord cette lame, la plus grave. L'écart de cette lame aurait-il eu pour objet une correction volontaire de l'ambitus du xylophone original, trop petit ?

C'est que nous sommes amenés à déduire quand le xylophone original M89—6, bien qu'appartenant en propre à Bawassan, n'est jamais joué. Bawassan préfère en effet, selon ses propres affirmations, celui de G. Yaméte (M89-6) avec lequel il prend effectivement plaisir à jouer. Nous en concluons que Bawassan, conscient que l'ambitus de son propre xylophone n'est pas conforme, ne jugeait pas utile de le reproduire fidèlement sur le synthétiseur, préférant plutôt le réaccorder comme il aurait souhaité qu'il soit.

Les écarts relevés dans l'accord des autres lames sont interprétables en termes d'unissons, puisque leur hauteurs ont été accordées par rapport aux lames correspondantes du xylophone original. Trois lames, n° 1, 2 et 4, ont un écart inférieur à 15 cents, correspondant à la marge de réalisation supposée par notre précédente analyse. Seule la lame n°3 présente un grand écart (+ 46 cents). Cet écart est cependant de toute autre nature que celui relevé pour la cinquième lame (- 60 cents), dans la mesure où l'un est trop haut, et l'autre trop bas : nous avons vu en effet que Bawassan avait toujours accordé les quatre premières lames en *montant* la hauteur, *sans jamais la redescendre.* De plus, avant le réaccord de cette lame, Bawassan devait faire une brève remarque, comparant l'accordage sur le synthétiseur et celui d'un vrai xylophone, entraînant des rires, qui en a sans doute perturbé la concentration :

Expérimentation n°4, accord "à l'unisson", bande Manza 1989-2

0:53:59:00	[...] Bawassan explique, en manza, (trad. SG) : "*c'est comme si je coupais les lames ici*"...rires
0:54:25:00	accord lame 3, *béwilima* (± 75 cents trop grave), monte.
0:54:36:00	unisson cents trop haut.

Cet écart de + 46 cents peut être attribué à une inattention momentanée de Bawassan, et pour cela, il est raisonnable de penser que la marge de réalisation de l'unisson admet une marge de 15 cents. Ceci confirme notre précédente analyse des grandeurs d'intervalles, où les marges de réalisation des intervalles étaient supposées être du même ordre.

*

* *

On a vu la difficulté qu'il y a d'interpréter des valeurs de hauteurs et d'intervalles en dehors de leur contexte. Sans l'observation minutieuse des procédés et des gestes suivis par les musiciens lorsqu'ils accordent un instrument, et là, la vidéo se révèle être le meilleur carnet de note qui soit, nous aurions été dans l'impossibilité totale d'interpréter les résultats obtenus. Plus que les résultats d'accord ou de réaccord, lesquels sont en fin de compte, imparfaits, ce sont les intentions des musiciens qui ont le plus de sens. C'est ce que continuent de montrer les différents réaccords suivant, effectués par Bawassan et Moussa.

Le premier réaccord de Bawassan concerne l'accord équipentatonique, tantôt refusé, tantôt accepté. Quand cet accord a été refusé, le réaccord montre bien que l'ambitus de 960 cents (A), inchangé, n'en était pas la cause, puisqu'il est resté inchangé (à 2 cents près) :

Réaccord n°1 (D. Bawassan)

		(Gauche)				(Droite)
(Intervalles)		A	B	C	D	E
crt 21	"mère" E3 -20	960	240	240	244	236
crt 22 (réaccord)	"mère" E3 -14	962	248	214	270	230

D'un seul et unique intervalle (240 cents ± 4 cents) répété quatre fois, l'accord comporte, après intervention, une seconde majeure (214 cents), deux intervalles équipentatoniques à 10 cents près — ce qui est très peu — (230 et 248 cents) et un

autre intervalle (270 cents), proche — à 15 cents près — de la petite tierce mineure de 285 cents. La marge de tolérance admise par Bawassan est donc ici du même ordre que celle supposée jusqu'ici : ± 15 cents. De plus, nous aurons remarqué que cet accord (crt 22) présente, comme l'accord original crt 52 qui est systématiquement accepté, trois grandeurs d'intervalles, bien que dans selon une répartition différente :

	A	B	C	D	E
crt 52	938	206	246	200	285
crt 22	962	248	214	270	230

La tierce située entre les deux lames les plus graves dans la proposition crt 52 se trouve entre les deux lames de droite pour le réaccord crt 22. La proposition crt 52 présente deux secondes majeures, en B et D, et un seul intervalle équipentatonique, en C. Le réaccord crt 22 présente au contraire une seule seconde majeure, en C, et deux intervalles équipentatoniques, en B et E. Ces deux accords sont pourtant jugés *équivalents*, et, quand les marges de réalisations des intervalles sont de l'ordre de ± 15 cents, il est bien difficile de penser qu'ils sont *identiques*. L'écart de 70 cents que présente l'intervalle D séparant les deux lames de droite dans l'accord crt 52 (200 cents) et crt 22 (270 cents), est incompatible avec une marge de réalisation de ± 15 à 20 cents. On peut, par contre, considérer que *ces deux accords sont équivalents parce que l'un présente une variante combinatoire des intervalles de l'autre.*

Tel aurait été le but de Bawassan : l'accord équipentatonique, qui ne présente aucun contraste intervallique puisque les intervalles sont de même grandeur, devait être réaccordé afin d'instaurer un contraste par trois grandeurs d'intervalles de 200, 240 et 280 cents. Que le contraste s'effectue en recourant à trois grandeurs d'intervalles (deux intervalles auraient été suffisants pour créer un contraste) est vérifié par le refus des accords pentatonique par cycle de quintes, ces derniers ne présentant que deux intervalles, 200 et 300 cents.

Dès lors, notre hypothèse sera la suivante : d'une part les accords du xylophone présentent trois grandeurs d'intervalles de 200, 240 et 280 cents dont la marge de réalisation est de l'ordre de ± 20 cents et, d'autre part, ces trois intervalles peuvent être agencés selon différentes combinaisons.

Cette hypothèse fonctionne comme un véritable révélateur : elle permet de comprendre pour qu'elles raisons ont été acceptées nombre de propositions d'accord fort différentes quant à la hauteur absolue de chacun des sons émis par les xylophones.

Le second réaccord de Bawassan montre que les résultats des réaccords ne sont pas toujours parfais. Ici, une seule lame seulement a été réaccordée, celle la plus

grave. La difficulté rencontrée par Bawassan pour ce réaccord provient en fait de l'accord qui lui a été donné à réaccorder, celui comportant une rugosité de 30 cents sur chacune de ses hauteurs : ainsi, lorsque le musicien devait hausser ou baisser la hauteur d'une lame, l'une seulement des deux hauteurs proches constituant la rugosité était changée. Il s'ensuivait la formation d'un micro-intervalle proportionnel à la correction effectuée et, en fin de compte, d'une rugosité plus grande, alors qu'elle est généralement refusée (ce qu'a montré l'analyse des expérimentations). La réaction suivante de Bawassan n'est donc sûrement pas un effet du hasard :

Réaccord n°2, bande Manza 1989-3

0:43:05:00	Bawassan veut accorder la 3me lame (VD “touche fa3) puis montre la 4me mais revient sur la 5me après avoir vérifier la séquence 12345545342312345 : - "man dlo" (trop grave)
0:44:25:00	Bawassan accorde la 5me lame (il y a de la rugosité) : joue les lames 123455 **et monte, jusqu’à [hasard ?] annuler l’épaisseur (soit environ +1/3 ton)**

Bawassan a effectué une correction, mais certainement pas dans la proportion voulue. Le tableau ci-dessous montre que la correction de l'intervalle E, beaucoup trop grand, a été l'action prioritaire, entraînant du même geste, et dans une moindre mesure, la correction de l'ambitus : de 384 cents, l'intervalle E a été corrigé à 254 cents, et l'ambitus de 1136 à 994 cents. Certes, l'ambitus devrait encore être source de mécontentement, puisqu'il dépasse nettement les 960 cents maximum. Mais, d'un autre coté, l'intervalle E devient bien plus acceptable, même si un réaccord plus fin devrait être nécessaire.

Réaccord n°2 (D. Bawassan)

		(Gauche)				(Droite)
(Intervalles)		A	B	C	D	E
crt 23	"mère" A#2+32	1136	206	346	200	384
crt 24 (réaccord)	"mère" C3 -38	994	206	346	200	254

Un réaccord supplémentaire s'impose, en effet, lorsque :

Réaccord n°2, bande Manza 1989-3

0:45:56:00	Bawassan commence à jouer une pièce mais s'aperçoit, après 10 secondes, que la "grand-mère " n'est pas accordée : il la montre, en disant "-maa dlo" (trop grave)
0:46:26:00	[...] et la compare avec la "mère" (première lame); S. FÜRNISS configure le synthétiseur pour que Bawassan puisse accorder la "grand-mère"
46:52:02	Bawassan vérifie la séquence 12345555...123454342312-34545
47:03:00	et acquiesce (signe de la tête) puis reprend sa mailloche gauche pour jouer le chant *dengbélé* et chante; le choeur suit

L'acquiescement n'est donc pas nécessairement signe d'une conformité parfaite du réaccord. La difficulté du réaccord (il faudrait réaccorder tout le xylophone) a conduit Bawassan a réaccorder de façon grossière ce qui le nécessitait le plus. De même, nous sommes amener ici à voir que le chant s'adapte *apparemment* aisément à ce réaccord grossier. En l'absence d'éléments permettant de vérifier si le chant suit ou non fidèlement les hauteurs de ce réaccord (ceci nécessiterait une démarche expérimentale parallèle propre au chant, non encore effectuée), nous préférons ne pas prendre le chant pour critère décisif.

Les deux réaccords suivants, n°9 et 10, montrent aussi que le résultat des réaccords sont imparfait, mais surtout, que Bawassan n'est pas très compétent pour cette procédure, bien qu'il arrive à désigner les lames devant être réaccordées.

Nous avons vu précédemment que la proposition crt 1a a été rejetée car la lame "grand-mère" est trop grave. De fait, l'ambitus A, de 967 cents, était trop grand. La correction attendue était donc de hausser la hauteur de la "grand-mère" de façon significative (d'au moins 20 cents). Or, si Bawassan a effectivement haussé la "grand-mère", il ne l'a fait que de 5 cents, c'est à dire de presque rien. Il s'ensuit un ambitus et un intervalle E insensiblement changés :

Réaccord n°9 (D. Bawassan)

		(Gauche)				(Droite)
(Intervalles)		A	B	C	D	E
crt 1a	interv. D#3+2	967	200	206	245	315
crt 1c (réaccord)	interv.	962	"	"	"	310

Que la proposition d'accord crt 1a ait été refusée provient plus de la grandeur de la tierce, trop grande de plus de 30 cents (315 au lieu de 280 cents), que de l'ambitus, dont la taille est ici à la limite de l'acceptable. On pouvait donc espérer que Bawassan accorderait la "grand-mère" en fonction de cette tierce, afin de la corriger. Or, tel ne fut pas le cas, et Bawassan, bien après le refus de crt 1a, a accordé cette lame en fonction de l'ambitus, comme il le fait le plus souvent : il avait certainement oublié la raison précise de son refus, ce que tend à montrer la brièveté du réaccord :

Réaccord n°9, bande Manza 1989-6

1:01:01:10	Réaccord n°9 permutation n°1 : 1234554534231234555 et montre la "grand-mère"; accord : 123455 descend, remonte un peu, 1234555 redescend et monte doucement, 1234545342312 * 2
1:02:18:14	geste approbatif de Bawassan : Ré# + 5TU, joue et accepte.

Aussi, pour la proposition crt 5, Bawassan ne semble pas non plus se souvenir que la tierce de la position B, dont la troisième lame précédemment incriminée en constitue une borne, est la source de son refus. Il a ainsi réaccordé de nouveau la lame la plus grave, formant ainsi une seconde tierce mineure de 260 cents, superflue et dont la petitesse a déjà été objet de refus (cf. 2.1.2.5.), à moins que cet intervalle ne soit considéré comme un grand intervalle équidistant : alors, l'intervalle E, déjà équidistant avant réaccord, n'aurait pas significativement changé, à la marge de réalisation près :

Réaccord n°10 (D. Bawassan)

(Intervalles)		(Gauche) A	B	C	D	(Droite) E
crt 5	interv. E3-29	936	285	200	205	246
vidéo 89-6 (réaccord)	interv.	950	"	"	"	260

Quoiqu'il en soit, ces deux dernier réaccords changent de si peu les accords initiaux que l'action de Bawassan semble non seulement contradictoire avec ses propres affirmations, mais aussi inutile. La comparaison avec les accords effectués par D. Moussa, ci-dessous, montre que Moussa est, pour les réaccords, plus compétent que Bawassan.

2.1.3.3. Denis Moussa

La même proposition crt 1a a été refusée et réaccordée — séparément — par D. Bawassan et par D. Moussa. La correction que nous espérions n'a pas été faite par Bawassan, mais Moussa l'a effectué, confirmant ainsi notre analyse. La tierce mineure de 315 cents a effectivement été jugée trop grande, et a été réaccordée de façon à faire 290 cents, soit 10 cents de plus que sa grandeur supposée. La marge de réalisation de D. Moussa est donc ici en deçà de celle déduite de nos analyses : ± 10 cents, et non ± 20 cents :

Réaccord n°5 (D. Moussa)

(Intervalles)		(Gauche) A	B	C	D	(Droite) E
crt 1a	interv. D#3+2	967	200	206	245	315
crt 1b (réaccord)	interv.	942	"	"	"	290

Par cette retouche, l'ambitus à l'origine à la limite de l'acceptable (967 cents) retrouve une taille plus commune : 942 cents.

Le réaccord suivant, n°6, confirme la compétence de D. Moussa, celui-ci étant capable de reproduire, sur crt 2a, la même correction, la tierce retrouvant de nouveau sa grandeur supposée à 5 cents près :

Réaccord n°6 (D. Moussa)

		(Gauche)				(Droite)
(Intervalles)		A	B	C	D	E
crt 2a	interv. D#3+2	967	246	200	205	315
crt 2b (réaccord)	interv.	937	"	"	"	285

Nous avions observé, dans les réponses de Bawassan aux propositions d'accord, que la tierce mineure n'est pas acceptable en position B. Ceci est confirmé maintenant par D. Moussa, lequel décide de réaccorder la lame constituant la limite inférieure de cette tierce (lame n°3). La tierce de 286 cents est donc baissée de près de 30 cents, et parallèlement, la seconde majeure qui lui est contiguë est augmentée d'autant :

Réaccord n°7 (D. Moussa)

		(Gauche)				(Droite)
(Intervalles)		A	B	C	D	E
crt 10a	"mère" E3+12	936	286	200	245	205
crt 10b (réaccord)	"mère"	"	257	229	"	"

Comme la marge de réalisation de D. Moussa est de l'ordre de 10 cents, 30 cents sont *a fortiori* une correction suffisante pour changer de grandeur d'intervalle : la marge de réalisation de la tierce étant dépassée, cet intervalle doit donc être pris pour un intervalle équidistant, bien qu'un peu grand de 17 cents. Ce dernier écart peut paraître mal correspondre avec la marge supposée de D. Moussa, 10 cents, mais il ne faut pas perdre de vue que le même geste de réaccord fait augmenter la seconde majeure concomitante : celle-ci n'est que 11 cents plus bas que l'intervalle équidistant théorique (240 cents) et, dès lors, paraît tout à fait convenable. Ce réaccord présente donc deux intervalles équidistants à ± 17 cents, ce qui est somme toute une marge raisonnable. Moyennant une légère tolérance de la part de D. Moussa, le réaccord n'en est pas moins efficace, puisque la succession seconde majeure - tierce mineure a été corrigée en une succession de deux intervalles de même grandeur, et acceptables aux positions B et C.

*

* *

L'analyse des réaccords révèle que la compétence de D. Moussa est plus grande que celle de D. Bawassan. Ceci devait être vérifié car si le premier est reconnu dans son village comme un facteur de xylophone, nous pouvions nous demander si une telle spécialisation est observable dans la pratique. Il ne fait aucun doute maintenant que les résultats de Moussa devront être pris avec plus d'attention que ceux de Bawassan.

L'écart de compétence n'est cependant observable que lorsqu'un réaccord doit être renouvelé. En effet, nous avons pu voir que les hypothèses sur la structure de l'accord du xylophone Manza issues des réactions de Bawassan ont été validées par les réaccords de D. Moussa, ce qui a été essentiel dans la vérification de notre analyse. En d'autre termes, la compétence de l'un et l'autre musicien est la même au niveau de la perception, mais seul le facteur d'instrument est à même de d'offrir des données pertinentes par ses réaccords successifs. Ceci dit, dans la pratique de l'expérimentation sur le terrain, il reste intéressant de noter que l'analyse des réaccords effectués par le musicien non accordeur reste possible, même si elle est délicate : dans ce cas, ce sont plus les *intentions* du musicien qu'il s'agît de mettre au jour, que d'interpréter directement les résultats. En d'autres termes, l'analyse peut révéler, par différents indices, gestuels en particulier, *l'existence d'un modèle idéal que le musicien ne peut parvenir à réaliser* : cette possibilité permet de rendre possible l'analyse en l'absence de spécialiste — ce qui fut notre situation avant que nous ne découvrions D. Moussa au cours de cette mission —, mais le recours à ce dernier apparaît indispensable pour la détermination précise de la structure de ce modèle idéal.

Dans le cadre de cette première enquête sur le terrain, il nous a été impossible de reproduire, avec le facteur d'instruments D. Moussa, la totalité des expérimentations menées avec Bawassan. Seules une dizaine de propositions d'accord (crt 1 à 12) ont été présentées à la fois à ces deux musiciens manza, sans qu'il n'apparaisse de contradiction, ainsi que l'expérience décrite ci-après, des "quarts de ton". Il ne fait aucun que c'est à D. Moussa que nous devrons recourir ultérieurement pour la validation de la présente analyse.

2.1.4. La discrétisation du continuum sonore

Il est fait état ici d'un tout autre type d'expérimentation, pour conclure cette première recherche chez les Manza, où il était demandé aux deux musiciens de choisir les hauteurs constitutives de l'accord des xylophones au sein d'un continuum d'intervalle de quart de ton. Comme nous le verrons, il s'agit autant d'apporter d'autres résultats que de rechercher certains processus cognitifs susceptibles d'être à l'origine de l'accord des xylophones.

Cette expérimentation a été effectuée en 1989 avec les deux principaux musiciens manza, Dominique Bawassan (expérimentation. n°8) et Denis Moussa (expérimentation. n°10), retracées en Annexe 1 (relevé des bandes vidéo Manza 1989-4 et Manza 1989-5, Annexe 1).

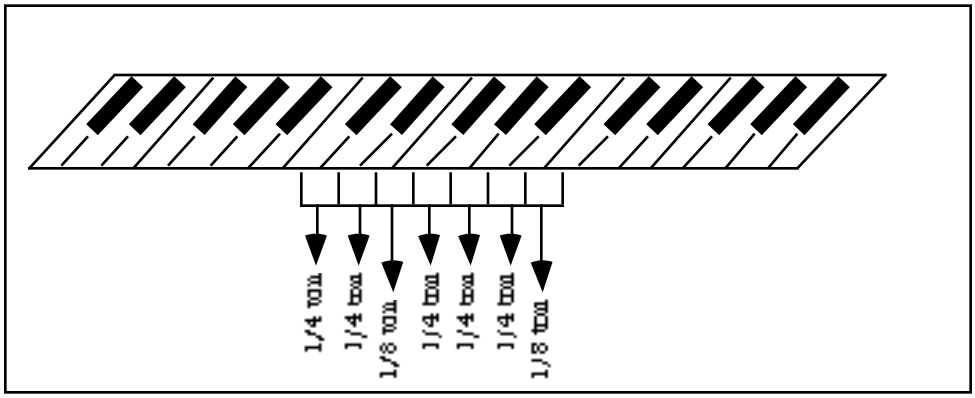
A l'inverse des autres expérimentations, cette expérimentation est telle que les musiciens centrafricains sont confrontés à un disposition des hauteurs qui leur est totalement étrangère : non seulement le clavier du synthétiseur est démuni des plaquettes de bois qui simulaient les lames de xylophone, mais il présente une succession continue de hauteurs séparées par des intervalles d'un quart de ton. Les musiciens sont ici confrontés à un quasi-continuum de hauteurs, au sein duquel il leur était demandé de choisir les hauteurs constitutives de leur propre système scalaire. Il s'agit donc d'une expérience de catégorisation, où l'on pourra observer et analyser les processus de discrétisation selon lesquels procèdent les musiciens.

Le clavier du synthétiseur est accordé de sorte qu'entre les touches usuellement séparées d'un demi-ton, l'intervalle soit d'un huitième de ton (25 cents)[1]. Afin de faciliter la tâche aux musiciens, et surtout pour que ceux-ci, ne connaissant pas la fonction des touches noires du clavier et moins encore les raisons de l'opposition entre touches blanches et celles noires, il a été décidé de leur demander de choisir les sons correspondant à leur système uniquement parmi les touches blanches du clavier. C'est ainsi que les musiciens pouvaient entendre des intervalles d'un quart de ton (50 cents), sauf entre les touches du clavier MI et FA d'une part, et SI et DO d'autre part, séparées d'un huitième de ton.

Le continuum de hauteurs présenté n'est donc pas totalement linéaire, mais présente régulièrement un "décrochement" d'un huitième de ton :

[1] Il s'agît du programme de micro-accord "*preset* n°11" programmé en mémoire par le constructeur Yamaha.

Intervalles de 1/4 et 1/8 de ton entre les touches blanches du synthétiseur.



Il est clair que ce décrochement est susceptible de perturber les différents choix de hauteurs effectués par les musiciens, et donc de créer des distorsions au sein des résultats dont il faudra tenir compte au cours de l'analyse.

2.1.4.1. L'expérience des "quarts de tons"

Le déroulement de l'expérimentation montre que la tâche demandée est immédiatement comprise tant par Dominique Bawassan que par Denis Moussa. 16 minutes ont suffit à D. Bawassan pour effectuer trois sélections des hauteurs correspondant à celles de son xylophone, et 4 minutes à Moussa pour en effectuer une, prise de contact avec le clavier en quarts de ton comprise.

L'examen des actions des musiciens permet de constater qu'ils choisissent systématiquement les hauteurs en fonction des intervalles qui les séparent. L'analyse devra donc porter, ici encore, sur la grandeur des intervalles résultant du choix des différentes touches du clavier.

1) Avec Dominique Bawassan

Pour commencer, Dominique Bawassan joue les trois touches blanches situées à l'extrémité gauche du clavier, do 1, correspondant à la hauteur absolue LA 2[1], puis ré 1 et mi 1. Après avoir annoncé "*laissez-moi faire, je vais chercher*.", Bawassan écoute les hauteurs émises par les touches si 2 à fa 3 (soit approximativement les hauteurs RE 3 et MI 3), pour descendre progressivement le clavier vers les hauteurs plus graves, s'attardant autour de la touche ré 2 (hauteur : env. DO 3), puis choisissant enfin, en quelques secondes, la touche sol 1 (hauteur : SI 2 -25 cents), à partir de

[1]Du fait des petits intervalles, les hauteurs émises par le synthétiseur ne correspondent plus aux touches du clavier. La touche MI 3 du clavier, gardant sa hauteur absolue, située au centre du clavier, est la référence à partir de laquelle chaque touche est successivement accordée 1/8ème de ton plus haut ou plus bas de la précédente. Les noms des touches du clavier seront notés en minuscules /do, ré.../, les hauteurs absolues correspondantes en petites capitales /DO, RE.../.

laquelle il enchaîne directement la recherche de la hauteur correspondant à la lame suivante[1].

Il est intéressant de remarquer que Bawassan garde ensuite son doigt sur cette première touche, constituant donc véritablement une référence, et joue de l'autre main les touches plus aiguës qui correspondent aux autres lames du xylophone (vidéo Manza 1989-4) :

Expérimentation n°8, bande Manza 1989-4

0:37:41:00	puis joue de la main gauche la touche sol1 et à la main droite si1, intervalle de trois quarts de ton (75 cents) qu'il répète 6 fois; Bawassan garde l'index de la main gauche sur la touche sol 1 et joue de la main droite mi2 quatre fois et, allant jouer la touche la2, hésite, rejoue mi2 puis sol2, mi2 fa2, mi2 la2 la2 la2, la2 la2 do3 do3 do3, do3 ré3 ré3 (oui); **puis fait sonner avec décision les touches : ré3 la2 fa2 do2 et, de la main gauche, sol 1, et se redresse en acquiesçant de la tête**.

Il est trop tôt dans l'expérience (qui a commencé depuis une minute et demi) pour que les cinq touches choisies, correspondant aux hauteurs absolues MI3 - 50 cents, RE3 +25 c., DO#3 +25c., DO3 et SI2 -25c., soient un choix définitif. A cet instant, Bawassan vérifie que le choix de la touche la plus grave permette de retrouver les autres hauteurs sur le clavier, *en même temps qu'il ébauche une première structuration dans le continuum des hauteurs* : cette ébauche (il conviendra de prendre en compte ce premier résultat en tant que tel) donne les intervalles suivants, du grave à l'aigu :

125 c. / 125 c. / 100 c. / 125 c.

Les autres touches et hauteurs choisies par la suite, à partir de la touche sol1, sont les touches ré2, la2, ré3 et si3 (cf. vidéo Manza 1989-4, de 0h 37' 41" à 0h 40' 04", Annexe 1), correspondant, du grave à l'aigu, à la succession de 7/8, 7/8, 5/8 et 9/8 de ton, soit :

1) 175 c. / 175 c. / 125 c. / 225 c.

On remarquera avec étonnement que les intervalles, outre celui de 225 c. séparant les deux hauteurs les plus aiguës, sont bien petits comparativement aux accords traditionnels relevés sur le terrain : trois secondes majeures sont abaissées d'un huitième de ton (175 c.), et l'on ne peut savoir si l'intervalle de 125 c. est bien

[1]Notons qu'en aucun cas les musiciens ne comptent les touches du clavier, la recherche des hauteurs s'effectuant uniquement d'oreille.

considéré par le musicien comme étant un demi-ton ou bien si, comme les petits tons, il a subit une contraction. Par ailleurs, on notera l'absence de la tierce mineure.

Après avoir confirmé ce choix, Bawassan le vérifie :

Expérimentation n°8, bande Manza 1989-4

0:40:33:00	Dominique Bawassan vérifie les lames dans l'ordre suivant : sol1 ré2 (quatre fois), la2 la2 ré2 ré2 la2 (quatre fois encore), ré3 la2 la2, et revient : sol1 ré2 la2 ré3,
0:40:56:00	hoche la tête en insistant sur la touche ré 3 (on ne sait si c'est parce qu'il est satisfait ou au contraire parce que la lame ne convient pas), joue ensuite les touches sol1 ré3, puis sol1 ré2, ré2 la2, puis la2 ré3 et insiste à nouveau sur ré3, écoute ensuite l'intervalle la2 ré3, puis joue la2 mi3 qu'il compare à la2 ré3; puis joue ré 3 sol3 (trois fois) puis la2 sol3 et compare ensuite l'intervalle ré3 /sol3 avec celui la2 /sol3; écoute sol3 la2 et ré3 la2; puis compare la succession la2 ré3 fa3 avec celle la2 ré3 sol3, puis encore la2 ré3 la3, pour désigner enfin les touches la2 ré3 **sol3** (au lieu de, précédemment, la succession la 2 ré3 si3).

La hauteur la plus aiguë, la touche si3 qui formait l'intervalle de 225c. a été baissée de 100 c. (touche sol3); mais Bawassan a longuement hésité entre la touche sol3 et la3, séparées de 50 c. Ainsi, selon ce musicien, l'intervalle le plus aigu, de 225 c. lui paraissait 50 à 100 c. trop grand. Les intervalles résultants, avec le choix de la touche sol3, sont :

2) 175c. / 175c. / 125c. / 125c.

Contrairement à ce que l'on pouvait attendre, la correction apportée n'aboutit pas à de plus grands intervalles. Au contraire, l'intervalle de 225c. qui était *a priori* le plus proche de ce que l'on peut observer sur les instruments originaux, a été ramené à un intervalle plus petit, et de la même grandeur que les deux autres intervalles : grand demi-ton (125c.) ou petit ton (175c.) qui n'appartiennent ni aux intervalles escomptés par notre précédente analyse, ni surtout à la plupart des intervalles observés dans l'accord des instruments traditionnels. Faut-il pour autant considérer que l'expérimentation effectuée n'est pas acceptable, étant précédemment établi la non pertinence de cet intervalle dans l'échelle musicale (cf. 2.2) ? Il convient donc, par delà le statut paradoxal du demi-ton dans une échelle pentatonique *anhémitonique*, de savoir si les réactions des musiciens sont, ou non, cohérentes au sein de ce contexte expérimental. Dans un premier temps, nous ne tiendrons donc pas compte des grandeurs des intervalles en tant que telles, mais les oppositions qu'elles

suscitent, et examinerons ensuite le statut de ces micro-intervalles, en fonction du contexte expérimental.

Immédiatement après cette correction, un autre choix a été demandé à Dominique Bawassan (cf. vidéo Manza 1989-4, de 0h 42' 58" à 0h 52' 20"). Cette fois, le choix des touches devait commencer non pas par la hauteur la plus grave, mais par celle correspondant à la "mère", lame à partir de laquelle débute traditionnellement l'accord des xylophones.

La première touche choisie, correspondant à la lame "mère" est la touche ré2, puis Bawassan choisi ensuite les touches si2, fa3, mi4 et, pour la lame "grand-mère", fa1, soit la succession 9/8, 9/8, 6/8, 11/8 de ton :

3) 225c. / 225c. / 150c. / 275c.

Ces intervalles sont non seulement plus proches de ce que l'observation donne des accords traditionnels, mais présentent comme dans le choix 1, trois grandeurs d'intervalle. Ce choix a été vérifié selon la procédure de vérification traditionnelle, dans l'ordre des hauteurs telles qu'elles se présentent sur les xylophones, en commençant par la lame "mère" :

Expérimentation n°8, bande Manza 1989-4

0:52:01:00	Dominique Bawassan rejoue les quatre touches de gauche à droite en partant de la touche correspondant à la "mère", puis joue la touche et si1 pour la "grand-mère", recommence..., joue la touche fa1 et acquiesce (hochement de tête);
0:52:20:00	Dominique Bawassan teste le choix : ré 2 si 2 fa 3 mi 4 fa1 : "c'est fini".

Dans la mesure où le musicien effectue spontanément cette vérification deux fois successives d'une part, et que les intervalles sont plus proches de ceux observés d'habitude d'autre part, l'on peut croire que Bawassan est plus proche d'une situation pour lui habituelle. Pour atteindre ce dernier résultat, certainement le plus prégnant, 16 minutes d'expérimentation auront été nécessaires.

2) Avec Denis Moussa

L'expérimentation avec Denis Moussa est beaucoup plus courte. Elle n'aura duré que 4 minutes.

La première touche choisie, ré2, ne sera pas considérée immédiatement par Denis Moussa comme correspondant à la lame "mère". Les touches successivement choisies sont ré2, si2, fa3, ré4 et si4, soit les intervalles 9/8, 6/8, 9/8 et 9/8 de ton :

225c. / 150 c. / 225c. / 225c.

Après avoir choisi et joué ces cinq touches, Denis Moussa recherche spontanément une sixième hauteur à gauche de la première touche (ré2), correspondant certainement à la lame "grand-mère"; il faudra une intervention de notre part pour lui signaler qu'il y aura une lame de trop (six au lieu de cinq traditionnellement; cf. vidéo Manza 1989-5). La première touche choisie correspond pourtant bien à la "mère", que D. Moussa nomme immédiatement "naama" ("mère"). Il décide alors de ne pas prendre en compte la hauteur la plus aiguë (touche si4) et de chercher, comme il allait le faire, la "grand-mère" à gauche de la touche ré2. Après avoir essayé les touches ré1, mi1, fa1 et sol1, D. Moussa désigne la touche fa1. Le choix aboutit donc aux intervalles de 9/8, 9/8, 6/8 et 9/8 de ton, soit :

4) 225c. / 225c. / 150 c. / 225c.

pour lequel il aura suffit à D. Moussa de parcourir une seule fois l'ensemble du clavier, du grave à l'aigu, pour effectuer un choix rapide des touches adéquates (vidéo Manza 1989-5, 0h 46' 17"). Les deux choix de Moussa sont comparables et opposent deux intervalles, tout comme le choix 2) de Bawassan.

Du fait de la similitude apparente de ces résultats avec ceux de Bawassan, l'expérience n'a pas été renouvelée.

2.1.4.2. Analyse

1) La contraction d'intervalle

Le phénomène selon lequel l'ensemble des intervalles réalisés sont plus petits que ceux observés et acceptés dans les expérimentations précédentes, bien qu'étonnant, est aisément explicable. Un phénomène comparable a été observé lors de différentes expérimentations avec des sujets occidentaux, quand :

> "[ceux-ci] sont capables de reconnaître des mélodies *familières* lorsque celles-ci sont transformées en petites échelles, de façon telle que la taille des intervalles devenaient grossièrement distordue" (Werner 1925, d'après Deutsch 1985, p. 277).

De même, pour d'autres mélodies,

> "Werner a réduit les intervalles de 16,5% de leur taille normale et a observé que les mélodies résultantes semblent garder les caractéristiques perceptives de mélodies non distordues, lorsque qu'il y a eu une bonne familiarisation avec le nouvel accord" (Werner 1940, d'après Watkins & Dyson 1985, p. 96).

Les expériences de Werner, et d'autres effectuées par Watkins & Dyson (*ibid*.) où les sujets n'étaient pas accoutumés aux distorsions d'intervalles montrent que

> "la discrimination de séquences complexes de hauteurs n'est pas seulement gouvernée par leur différences physiques (de fréquence)" (*ibid.* p. 100)

et éclairent d'une manière tout à fait nouvelle la compréhension des processus de perception des échelles musicales.

La situation présentée aux musiciens manza n'est pas bien différente. Confrontés à un grand nombre de micro-intervalles, Bawassan et Moussa ont tendance à contracter d'eux-mêmes les intervalles qu'ils ont l'habitude d'entendre. Ainsi, de même que les sujets occidentaux faisaient remarquer que "ces nouvelles échelles << ne paraissent pas réellement si fausses que ça >>" (*ibid.* p. 101), les deux musiciens manza devaient trouver leurs résultats satisfaisants, ceux-ci ayant été effectués et perçus dans un contexte de micro-intervalles. Il faut donc considérer les intervalles obtenus comme des grandeurs *relatives* du véritable système d'accord manza *par rapport* au continuum de quarts de ton. Le demi-ton de 125 cents (choix 2) et 3)) ou de 150 cents (choix 4)) n'est donc pas à prendre en tant que tel. Remarquons qu'il suffirait d'ajouter 75 cents à chaque intervalle des choix 1) et 2), et 25 cents aux choix 3) et 4), pour obtenir un système scalaire possible :

Par exemple, à l'accord : 1) 175 c. / 175 c. / 125 c. / 225 c.

correspondrait, avec + 75 cents, celui-ci :

250 c. / 250 c. / 200 c. / 300 c.

dont les intervalles nous sont déjà familiers.

Retirer 75 cents à l'intervalle initial de 200 cents correspond à une compression de 37,5%, sur l'intervalle de 250 cents à 30% de compression, et sur la tierce mineure à 25%. La distorsion est très grande, près de deux fois celle effectuée par Werner (16,5%) pour laquelle les intervalles semblaient garder leurs propriétés perceptives. Bien que les sujets ne soient pas ici occidentaux, il est vraisemblable que la distorsion est perçue, d'autant plus que, comme on le verra, ces intervalles ont du être corrigés par les deux musiciens eux-mêmes, lorsqu'ils ont été représentés sur la configuration du synthétiseur en xylophone.

En ce qui concerne le choix 3) de Bawassan, ou celui 4) de Moussa, la distorsion est plus faible : il faut ajouter 50 cents à l'intervalle de 150 cents pour obtenir la seconde, soit une compression de 25%, et 25 cents sur les autres intervalles pour

obtenir 250 et 300 cents, soit respectivement 10% et 8,33%. Il est significatif que la plus faible distorsion est observée au troisième essai de Bawassan, lequel semble avoir plus de difficultés dans cette expérimentation, comme dans les autres, que D. Moussa[1]. Il suffit de comparer l'ébauche du choix 1) de Bawassan, constitué des seuls intervalles de 100 et 125 cents, avec celui de Moussa (cf. vidéo Manza 1989-5, 0h46'17") qui, en explorant le clavier, choisi tout d'abord — et uniquement — les touches mi2, do3 correspondant à un intervalle de 200 cents. C'est aussi parce que ce dernier était manifestement plus à l'aise que nous avions décidé de ne pas renouveler, avec lui, cette expérience. Le fait selon lequel l'incidence du contexte expérimental soit plus grande et demande plus d'habituation avec le musicien le moins expérimenté en matière d'accord va dans le sens d'une telle analyse.

2) Les contraintes de choix

Comme nous l'avons vu (fig. X), les successions des touches si/do et mi/fa sur la clavier ajoutent ici et là des huitièmes de ton parmi les quarts de ton, rendant ce continuum de micro-intervalles non linéaire, bien que régulier. Il est difficile de croire que cette alternance ait été perçue par les musiciens, où encore prise en compte dans les choix des hauteurs. Ceci suppose en effet que les musiciens aient utilisé une stratégie de choix en fonction de cette alternance, alors qu'ils ne pouvaient en connaître la régularité. De plus, la granulosité du continuum peut s'avérer d'autant plus contraignante que les intervalles choisis par les musiciens sont réduits. Il convient donc de reprendre ici chacun des résultats obtenus et de voir quels étaient les autres choix que rendait possible le clavier. Peut-être pourrons nous alors connaître leurs motivations, en essayant d'interpréter les tâtonnements des musiciens sur les touches du clavier selon les hypothèses suscitées par les expérimentations précédentes sur les propositions d'accord.

Pour ce, nous avons regroupé dans le tableau ci-dessous l'ensemble des choix effectués par D. Bawassan (choix 1 à 3) et D. Moussa (choix 4) : les intervalles B, C, D, E correspondent respectivement à ceux séparant les lames n° 3 et 4, n° 2 et 3, n° 1 et 2, puis n° 5 et 1. Les choix effectués, en caractères gras, sont entourés des intervalles que rendait possible le clavier et qui ont été préalablement joués par les musiciens. Lorsque qu'un intervalle n'a pas été joué, il figure entre parenthèses :

[1]Rappelons que Bawassan n'est pas facteur de xylophone, alors que Moussa l'est. La plus ou moins grande assurance de l'un et l'autre, mesurable ici par le temps qu'ils mettent chacun à effectuer leur choix, provient donc de leur habitude ou non habitude à accorder des xylophone.

Choix effectués et choix possibles par les musiciens

	E			D			C			B	
	125		225 250	125		(225)	75		175	75 125 175		(250)
1)		**175**			**175**			**125**			**225**	
	x		x	x		x	x		x	(75)		175
2)		(175)			(175)			(125)			**125**	
	75 125 175		(250)	50 75 125 175		250	125		200	100 150 175 225		(300)
3)		**225**			**225**			**150**			**275**	
	175		250 300	175		(250)	125		200	175		(275)
4)		**225**			**225**			**150**			**225**	

En considérant le nombre des tâtonnements effectués par les musiciens, il apparaît que les choix 1 et 3 effectués par Bawassan sont ceux qui ont reçu le plus d'attention (le choix 2) étant une correction de 1). Ceux-ci sont en effet effectués le plus souvent parmi quatre, cinq, voire six intervalles préalablement entendus, tandis que D. Moussa (choix 4) opère après avoir fait sonner deux, trois ou quatre intervalles seulement. La rapidité et l'assurance de D. Moussa fait, finalement, que celui-ci a entendu beaucoup moins de micro-intervalles que Bawassan, et son imprégnation dans ce contexte expérimental particulier est moindre que celui de Bawassan. L'expérience a duré seize minutes avec Bawassan, contre quatre seulement avec Moussa : la prégnance des résultats de Moussa doit donc s'en ressentir.

Examinons dans le détail les différents choix d'intervalles 1 à 4, en fonction de ceux possibles qui n'ont pas été retenus par les musiciens :

Choix n°1 :
- Le premier intervalle choisi par Bawassan est assez proche de la seconde majeure, 175 cents;
- cet intervalle est immédiatement reconnu par Bawassan lorsqu'il choisi la troisième hauteur, puisqu'il ne cherche pas à chercher une autre hauteur lorsqu'il le retrouve après avoir essayé un demi-ton (125 c.);

- ce n'est qu'en choisissant la quatrième hauteur que Bawassan marque une première opposition d'intervalle. Il a en effet essayé ce même intervalle auquel il préfère un autre plus petit, et précédemment refusé, celui de 125 cents;
- dans le choix de la dernière hauteur, il est clair que Bawassan ait cherché un troisième intervalle distinct des autres. Il a en effet essayé tous les intervalles précédemment choisis, 125 et 175 cents, pour un autre plus grand : 225 cents. Cette grandeur d'intervalle lui semble suffisante puisqu'il ne cherche pas d'intervalle plus grand encore, alors que l'intervalle de 250 c. était possible sur le clavier.

Outre l'effet de contraction des intervalles, la double contrainte imposée par la granulosité du continuum d'une part et les décrochements d'un huitième de ton ne semble pas avoir d'incidence sur le choix de Bawassan. Quatre minutes seulement auront été nécessaires pour effectuer le choix de ces cinq hauteurs.

Choix n°2 :

La correction de - 100 cents qu'effectue Bawassan sur le choix précédent permet de supposer que l'intervalle de 225c. est jugé trop grand. Ceci confirme que la position B ne peut recevoir de grands intervalle (cf. 2.1.2.2.).

Mais l'hésitation entre les touches sol3 et la3 (vidéo Manza 1989-4, 0h 39' 03") peut avoir différentes causes, que nous examinerons séparément :

- ou l'intention de Bawassan était de situer cet intervalle entre les touches sol et la, ce qui était impossible car les touches noires du clavier étaient exclues de l'expérience;
- ou bien il cherchait à ramener cet intervalle à un intervalle déjà présent entre les autres touches : 125c. dans le premier cas, 175c. dans le second.

La première hypothèse repose sur la présence qu'il y aurait d'un conflit cognitif du musicien avec la structure en quarts de ton qui lui est présentée : Bawassan aurait voulu baisser la hauteur la plus haute à environ 150 cents, cherchant ainsi à ajouter un troisième intervalle, alors que le clavier ne permettait que de réalisé un intervalle déjà présent, de 125 ou 175 cents. Cette hypothèse, aussi peu évidente soit-elle, est rendue possible par l'analyse des expérimentations précédentes, où semblent s'opposer trois grandeurs d'intervalles. La structure scalaire suivante à trois intervalles, que nous supposons être celle désirée :

175c. / 175c. / 125c. / 150c.

serait en conflit avec celle à deux intervalles que rend possible le clavier :

175c. / 175c. / 125c. / 125c. , avec la touche sol3 (3)

et :

175c. / 175c. / 125c. / 175c. , avec la touche la3.

L'existence d'un tel conflit apparaît lorsqu'on observe comment Bawassan décide de corriger le premier choix, avec beaucoup de difficultés (les procédures de vérification des propositions d'accords sont rarement aussi longues et complexes). Mais surtout, c'est ici le seul cas où Bawassan vérifie par des intervalles disjoints la justesse des intervalles (en gras et souligné dans l'extrait ci-dessous), procédure utilisée par D. Moussa dans les cas nécessitant une grande concentration (cf. 2.3.3.1) :

Expérimentation n°8, bande Manza 1989-4

0:40:56:00	Bawassan hoche la tête en insistant sur la touche ré 3 (on ne sait si c'est parce qu'il est satisfait ou au contraire parce que la lame ne convient pas), joue ensuite les touches **sol1 ré3**, puis sol1 ré2, ré2 la2, puis la2 ré3 et insiste à nouveau sur ré3, **écoute ensuite l'intervalle la2 ré3, puis joue la2 mi3 qu'il compare à la2 ré3**; **puis joue ré 3 sol3 (trois fois) puis la2 sol3 et compare ensuite l'intervalle ré3 /sol3 avec celui la2 /sol3**; écoute **sol3 la2** et **ré3 la2**; puis compare la succession la2 ré3 fa3 avec celle la2 ré3 sol3, puis encore la2 ré3 la3, pour désigner enfin les touches la2 ré3 **sol3** (au lieu de, précédemment, la succession la 2 ré3 si3).

Le résultat obtenu serait un compromis, résultant de la nécessité de corriger cet intervalle trop grand pour cette position, et ce, en dépit de la structure globale de l'accord. Finalement, le choix 1 serait bon pour sa structure globale, avec trois grandeurs d'intervalles, mais mauvais dans la répartition de ses intervalles, et, à l'inverse, le choix 2 serait mauvais dans sa structure globale, avec deux intervalles seulement, mais bon dans la répartition des intervalles. Il ne faudrait donc considérer, dans ce choix 2, que la seule *intention* du musicien, celle de rendre un intervalle plus petit, et non le résultat. Or, dans quelle mesure peut-on se fier aux résultats précisément réalisés dans un contexte quelque peu déroutant pour les musiciens ?

La seconde explication revient à considérer, au contraire, que le musicien a parfaitement intégré le continuum de quarts de ton de façon à le concilier avec son propre système. L'hésitation entre les touches sol3 et la3 ne serait donc pas ici l'indice d'une difficulté d'adaptation au continuum de quarts de ton, mais celui d'un choix que rend possible le système traditionnel d'accord, c'est-à-dire la possibilité de substituer l'un des intervalle par l'autre. A l'inverse de l'hypothèse précédente, le système traditionnel reposerait alors sur l'opposition de deux intervalles.

Au regard des expérimentations sur les propositions d'accords, une autre explication reste possible. Dans l'hypothèse que le "grand" intervalle de 225 cents corresponde, après contraction, à la tierce mineure, la correction peut être expliquée par le fait qu'un tel intervalle semble difficilement acceptable entre les deux hauteurs les plus aiguës. Dans ce cas, il n'y a d'autre possibilité pour Bawassan de ramener cet intervalle à l'un des deux autres déjà choisis, au détriment d'une structure à trois intervalles. La procédure qu'utilise le musicien pour effectuer la correction de cet unique intervalle peut être l'indice d'un conflit entre la structure voulue et celle possible sur le clavier Pour la correction de l'intervalle le plus haut, il est nécessaire au musicien de mettre en cause les intervalles conjoints précédents d'une part (touches la2 -> ré3/mi3), et d'opposer l'intervalle disjoint (touches la2 -> sol3) avec un intervalle conjoint (touches ré3 -> sol3/la3)[1]. La correction de cet intervalle met donc en cause l'ensemble de la succession des intervalles, où le système résultant à deux intervalles est un compromis impossible, une impasse due aux choix précédents.

Choix n°3 :

Bawassan est confronté au continuum de quarts de ton depuis douze minutes lorsqu'il effectue ce dernier choix. Au vu du nombre de touches essayées en peu de temps (4 minutes), de la stratégie qu'il adopte pour choisir la grandeur des intervalles (en commençant toujours par un petit intervalle pour le grandir progressivement, comme s'il taillait dans la longueur des lames du xylophone), de la faible distorsion des intervalles, et ce choix est encore bien le plus certain. L'ambitus — 895 cents — qui est ici très proche de celui des xylophones traditionnels (sixte majeure à septième mineure) et dont on connaît maintenant l'importance, garanti aussi en partie la justesse de ce choix.

Pour le choix du dernier intervalle, Bawassan passe en revue les intervalles précédemment choisis (150 et 225 c.) et, comme pour le premier choix, opte pour un troisième intervalle (275 c.). Ce résultat présente donc toutes les caractéristiques de 1, mais cette fois, l'intervalle aigu trop grand ne sera pas corrigé.

[1]Nous devons remarquer ici que cette procédure, comparant des intervalles disjoints et conjoints, n'est pas exceptionnelle. Une procédure de vérification comparable a été observée avec Moussa, au cours de la validation du modèle, dans des circonstances où ce n'était pas la grandeur des intervalles qui était en cause, mais l'ordre de leur succession (cf. 2.3.2.2.). L'utilisation de cette procédure par Bawassan conforte cette analyse.

Choix n°4 :

- D. Moussa a commencé ici par l'intervalle D, fixé à 225 cents plutôt qu'à 175 cents, celui de 250 cents n'ayant même pas été essayé;
- pour le second intervalle C, Moussa avait le choix entre un demi-ton de 125 cents, un grand demi-ton de 150 cents, et une seconde de 200 cents. A moins d'assimiler l'intervalle de 200 cents à celui de 225 précédemment choisi, il n'y avait d'autre possibilité que de marquer une opposition avec celui de 150 cents, vite acceptée, puisque peu de touches ont été essayées. Et l'intervalle de 125 cents apparaît donc bien trop petit;
- pour l'intervalle suivant B, le clavier rendait possible le choix de 275 cents, intervalle suffisamment grand pour s'opposer à celui de 225 cents. D. Moussa a préféré retrouver le premier intervalle, marquant ainsi, de façon économique (parcourir deux touches a suffi), une nouvelle opposition entre 150 et 225 cents, identique à la première. Que 275 ait été évités à cet endroit corrobore aussi qu'un grand intervalle soit évité à cet endroit, ce que nous avions déjà vu avec Bawassan (cf. 2.1.2.2.);
- le choix de la hauteur correspondant à la "grand-mère", formant l'ambitus A et l'intervalle E, montre ici encore que Bawassan n'accordent pas cette lame selon la même procédure. Cette hauteur a été choisie par Moussa non en comparaison avec la hauteur la plus aiguë, c'est à dire par rapport à l'ambitus comme le fait Bawassan, mais par rapport à la hauteur correspondant à la "mère", c'est à dire par intervalle conjoint. Nous avions déjà relevé cette différence en analysant les réaccords effectués par ces deux musiciens (cf. 2.1.3.) :

Expérimentation n°10, bande Manza 1989-5

0:50:05:00	D. Moussa essaie les touches ré1 mi1 fa1 sol1, puis joue ré2 qu'il appelle : - "naama" [mère], montre les touches fa1 ré2 ["mère], puis montre le fa1 qu'il nomme "gasanaama" [grand-mère].

On notera que D. Moussa accorde beaucoup d'importance à la hauteur absolue. Il commence à cherche la hauteur correspondant à la "grand-mère" sans se référer à une autre hauteur : aurait-il déjà mémorisé ses précédents choix ?

La même importance était donnée à la recherche de la première hauteur, quand il éprouve le besoin de bien se situer dans le registre de tout le clavier :

0:46:17:20	D. Moussa joue la touche mi2 **et dit que c'est trop grave;** D. Moussa essaie la touche la2, puis mi2 si2, la2, si2, do 3 et joue des deux doigts mi2 do3, puis mi 3 et fa 3 **[sans se référer à mi2)**, et joue ensuite mi 2 fa2 puis parcours l'ensemble du clavier vers sa droite.

comme pour la dernière hauteur, choisie aussi sans référence :

0:48:05:02	D. Moussa joue les trois premières hauteurs choisies et enchaîne en essayant les touches do4 ré4 et montre ré4 (pastille).
0:48:17:13	D. Moussa essaie **directement** fa4 sol4 si 4 et montre si 4, rejoue les cinq degrés (pastille)

L'importance donnée à la hauteur absolue a conduit D. Moussa à choisir une hauteur de trop dans le registre aigu (la touche si4), ce que nous lui avions fait remarquer (cf. bande Manza 1989-5; 0h 48'34").

Nous avons trouvé les raisons de cette préoccupation en comparant les hauteurs absolues des xylophones joués par D. Bawassan (M89-2 et M89-6), par D. Moussa (M89-4), avec leurs résultats respectifs. En effet, en termes de hauteurs absolues, les choix de D. Moussa sur le clavier du synthétiseur correspondent, *à mois d'un ton près*, aux hauteurs de son propre xylophone : la touche si 4, initialement choisie par D. Moussa, est un SOL# 3 + 50 cents, et la lame la plus aiguë de son xylophone un LA# 3 - 13 cents. Rien de tel dans les choix de Bawassan, situés environ *une quarte* plus bas que les hauteurs des deux xylophones qu'il joue.

La tâche demandée aux deux musiciens n'a pas été comprise de la même façon par Bawassan et par Moussa. Le premier, dans la suite des expérimentations précédentes, cherche à respecter la structure des accords, , alors que le second, rencontré pour la première fois le jour même de l'expérience, respecte les hauteurs absolues de son xylophone Cette façon de faire, lui permet en outre de contourner la difficulté liée à l'expérimentation (à laquelle se plie Bawassan), et de ne pas subir, comme on l'a vu, le phénomène de la contraction d'intervalles. De plus, quand Moussa ne recoure pas aux procédures de réaccord dont il a l'habitude (cf. 2.1.3.) — mais ce que fait Bawassan — ne permet pas de considérer ces choix comme une image fidèle de la structure de l'accord du xylophone.

2.1.5. Conclusion

Timbre :

Les analyses spectrales des xylophones mettaient en évidence des structures de timbre inharmoniques, dont la pertinence semblait vérifiée par une première expérimentation (cf. 2.1.1.2.). Il est même apparu que les composantes harmoniques semblaient devoir être surbaissées, tout en respectant cependant le sentiment de fusion du timbre. Pour cette raison, le plus grand nombre des propositions d'accord ont, par la suite, été présentées avec un tel timbre (Xylo 2e).

Ultérieurement, pour vérifier ce premier résultat et pour voir si un contraste entre timbre harmonique et timbre inharmonique est recherché entre les lames d'un même xylophone (ce que montraient aussi les analyses spectrales), nous avons synthétisé sur le terrain une série de timbres où l'intensité des composantes harmoniques est renforcée, afin qu'elles soient mieux perçues. Il est alors apparu que l'inharmonicité, même lorsque les harmoniques sont surbaissés, est systématiquement refusée, jugement d'autant plus significatif que ce jugement repose sur l'opposition, sur un même xylophone, timbres harmonique et inharmonique. De plus, cette expérimentation (expérimentation n°13) a suscité des commentaires très explicites à ce sujet.

La rugosité des hauteurs, qui pouvait être une cause de l'ambiguïté de l'accord et pouvait être mise en correspondance avec une grande marge de tolérance dans la perception des hauteurs, est systématiquement refusée quand la structure intervallique d'un accord est conforme (cf. 2.1.2.4.). Cependant, de part l'ambiguïté qu'elle provoque dans la perception, permet aux musiciens d'accepter des structures d'accord refusées en l'absence de rugosité. Tel est le cas en particulier des structures d'accord pentatoniques par cycle de quintes, dont on peut alors penser qu'il est une approximation du système manza. Mais aussi, pour la même raison, il est impossible de ramener la structure des accords manza à celle-ci sans reconnaître qu'il s'agirait là d'une approximation.

La grandeur de la tierce explique en partie que ce serait là être très approximatif. Les valeurs de 264 et 300 cents étant refusées (cf. 2.1.2.5.), la grandeur de la "tierce mineure" peut être déterminée à 280 cents ±15 ou 20 cents. La présence de deux "tierces mineures" dans un accord est impossible, et ce, même si la taille de l'ambitus est respectée.

De ce fait, il est impossible que l'importance donnée à l'ambitus par les musiciens (cf. 2.1.2.3.) soit liée à la nécessité de vérifier qu'une "tierce" seulement est présente dans l'accord.

De plus, une opposition est faite au moins entre deux intervalles. Il existe une limite de 264 cents qui, en tant que valeur refusée, rend pertinente l'opposition d'au moins deux intervalles réalisés de part et d'autre de cette valeur.

En deçà de cette limite de 264 cents, les valeurs d'intervalles de 200 et 240 sont possibles (cf. 2.1.2.6. et 2.1.2.7.). Les seules réponses des musiciens aux propositions d'accord ne permettent pas de décider de la pertinence d'une opposition entre ces deux valeurs. Cependant, une opposition a été observée entre ces deux valeurs dans une position de l'accord : 240 cents ont tendance a être refusés entre les deux lames les plus aiguës, tandis que 200 cents y sont toujours acceptés. Mais il peut encore s'agir ici d'une variante *contextuelle* du même intervalle. La contrainte de l'ambitus (cf. 2.1.2.3.) d'une part, et l'impossibilité d'avoir plus de deux valeurs de 200 cents et plus d'une tierce d'autre part, implique nécessairement de faire appel à une valeur proche de 240 cents. Mais rien ne permettait encore, à ce stade de l'analyse, de décider si ces deux valeurs sont des variantes contextuelles du même intervalle, ou bien constituent deux valeurs oppositives.

L'hypothèse d'une opposition nécessitait que les marges réalisations des intervalles constitutifs du système soient identiques : celle vérifiée pour la "tierce", ± 15 à 20 cents, pouvait être celles de deux autres intervalles de 200 et 240 cents, soit au total, un système à trois grandeur d'intervalles. L'hypothèse inverse aboutissait à un système à deux grandeurs d'intervalles, mais avec des marges de réalisation inégales : 265 à 300 cents pour la "tierce" (soit une marge de 35 cents), de moins de 200 à 260 cents pour l'autre (soit au moins 60 cents de marge).

Ce sont véritablement les accords effectués par les musiciens à même le synthétiseur qui nous ont permis de trancher cette question. L'accord à l'unisson effectué par l'un des musiciens a révélé une marge le plus souvent inférieure à 15 cents, même pour les intervalles ne relevant pas de la "tierce" (cf. 2.1.3.2.), vérifiant ainsi l'hypothèse des trois grandeurs d'intervalles. La marge de réalisation de la tierce a aussi été vérifiée, et paraît toujours inférieure à ±15 cents (cf. 2.1.3.3.), et il est aussi apparu que la succession d'un seul et même intervalle (équipentatonique) est réaccordé en trois grandeurs différentes d'intervalles.

Mais c'est véritablement l'expérience des "quarts de ton" (cf. 2.1.4.) qui a permis de constater qu'une opposition marquée seulement entre une "tierce" et un autre intervalle plus petit — soit entre deux intervalles seulement — n'est pas suffisante : l'opposition marquée par la "tierce" est réalisée *seulement après* avoir chercher à

opposer deux autres intervalles plus petits, en instaurant entre eux une distance tantôt de 50 cents (choix 1), tantôt de 75 cents (choix 3), tandis qu'une différence de 0 ou 25 cents, qui aurait rendu cette opposition impossible, a été soigneusement évitée. L'hypothèse selon laquelle les valeurs 200 et 240 cents constituent des variantes contextuelles du même intervalle était dès lors infirmée.

A la lumière de ces résultats, il apparaît 1) qu'un certain nombre d'accords différents ont été acceptés, et sont, à ce titre, culturellement équivalents, 2) que cette équivalence réside non pas dans la grandeur des intervalles, mais dans la possibilité qu'ont les différents intervalles d'être combinés dans des ordres différents, de se substituer les uns aux autres. Ceci nous rappelle la nécessité de distinguer, tant d'un point de vue théorique que méthodologique, le système scalaire du système contextuel qui en permet l'actualisation (1.4.).

2.2. Modélisation

La cohésion interne de l'ensemble des hypothèses qui ont été vérifiées et les données qui s'y rapportent permet de les considérer comme constituant des règles du modèle d'accord du xylophone manza. Reprendre une à une ces hypothèses, en les énonçant sous la forme de règles, participe à la modélisation de l'accord manza. Il s'agissait ensuite de valider le modèle dans le cadre d'une autre expérimentation, d'en vérifier la pertinence culturelle, ce qui est l'objet du prochain chapitre. Les règles énoncées ont donné lieu à la création de nouvelles propositions d'accord (système scalaire et timbre), le modèle permettant de prévoir les commentaires que devait en donner les musiciens. La procédure de modélisation suivie peut donc, schématiquement, être représentée comme suit :

Les propositions d'accord initiales ne pouvant inclure, par définition, de données propres au système manza (partant de zéro, nos hypothèses initiales étaient *a fortiori* empiriques), c'est au cours de la première phase expérimentale que s'imposait l'interaction, celle-ci ayant eu pour but d'intégrer des données relevant de phénomènes cognitifs particuliers, et que nous n'aurions pu prévoir. Cette interaction se présente par l'accès donné aux musiciens aux propositions d'accord initiales, à travers les opérations de réaccord ou de re-synthèse. On a vu combien ont été révélateurs les réaccords de Bawassan et de Moussa, le premier corrigeant un système à intervalles équidistants en un système à trois grandeurs d'intervalles, le second révélant de faibles marges de réalisations corroborant la pertinence de l'opposition des trois grandeurs d'intervalles (cf. 2.1.3.).

Etant donné la technicité requise pour effectuer une opération de synthèse sonore, on comprend qu'il n'y ait pas eu d'opération de re-synthèse effectuée directement par les musiciens manza. Nous avons donc nous-même approfondi et re-synthétisé, chez les Manza, de nombreuses structures spectrales qui leur ont été présentées. Le parallélisme fait par les musiciens, à travers leurs commentaires suffisamment explicites, entre les timbres de synthèse et la facture de leurs propres instrument, a suffit à nous indiquer la piste à suivre.

Pourtant, persuadé qu'il fallait malgré tout approfondir cette question, nous avons encore cherché à surmonter la difficulté technique liée à la synthèse. En fin de compte, la synthèse par modulation de fréquence s'est avérée plus conviviale qu'il n'y paraissait, et nous avons réussi, plus tard, à configurer le synthétiseur de telle sorte que la synthèse soit accessible directement par les musiciens. Cependant, une grande compétence des musiciens était requise, et nous n'avons fait cette expérience qu'avec

un musicien Gbaya (cf. expérimentations n°4 et 5), Wazunam, qui pouvait se vanter d'avoir construit de nombreux xylophones.

2.2.1. Le timbre

Du point de vue de la conception qu'en ont les Manza, le timbre du xylophone à cinq lames est harmonique, et homogène sur l'ensembles des lames du xylophone. La validation de ce modèle n'est plus à faire, puisque la verbalisation des musiciens fut suffisamment explicite (cf. 2.1.1.2.)[1]. L'opposition harmonicité/inharmonicité n'est donc pas pertinente pour cette communauté. Ainsi, lorsque les instruments traditionnels présentent un tel contraste, associé à la mise en vibration ou non du fragile mirliton, ceci doit être attribué aux contraintes organologiques, climatiques, ou encore à l'entretien quand le xylophone est souvent prêté. Ceci dit, il n'est pas exclu que le contraste d'harmonicité entre les lames, lié à l'usage de l'instrument, soit associé au style particulier de l'instrumentiste, en tant que *variante libre*, rendue possible quand la norme "harmonique" du timbre est consensuellement reconnue. Il n'est pas anodin que ce soit un villageois non xylophoniste qui ait observé, lors de l'expérimentation sur l'inharmonicité, que celle-ci résulte de la mauvaise vibration du mirliton.

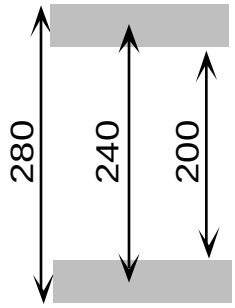
Cette conception du timbre, à l'opposé de nos hypothèses initiales, permet de réhabiliter d'autant plus naturellement l'idée d'une structure d'accord précise. Lorsque le timbre réalisé présente une certaine inharmonicité, on ne peut plus s'étonner que les hauteurs des lames se présentent, à nos yeux, de façon *apparemment* incohérentes. Une faible inharmonicité dont on sait qu'elle est involontaire, suffit pour fausser la perception que nous en avons, et la structure dont elle participe. Lorsque la structure du timbre d'une part, et celle du système scalaire d'autre part, sont connues par l'ensemble de la communauté, chacun peut ramener à chacune d'elle ce qu'il entend réellement, et, par la même occasion, découvrir, juger et apprécier la distance qui sépare une réalisation actuelle de la "norme". C'est dans cette relation entre la conception et ses multiples réalisations que se situent ici l'interaction entre timbre et hauteur, la "norme" et le "style".

[1] Le modèle de timbre du xylophone gbaya, décrit au chapitre suivant, valide aussi, d'un point de vue interculturel, le modèle de timbre de xylophone manza décrit ici.

2.2.2. Le système scalaire

L'étude de l'accord du xylophone s'est avérée plus efficace par l'analyse des intervalles, plutôt que par celle des hauteurs. Les marges de réalisations, de l'ordre de 100 cents (un demi-ton) sur le plan des hauteurs constituant chaque degré de l'échelle (cf. 1.2.), sont beaucoup plus petites sur le plan des intervalles : ± 15 cents.

Cette situation n'est pas aussi paradoxale lorsqu'on retient l'hypothèse d'un système basé sur la combinaison de trois grandeurs d'intervalles constitutifs distincts, 200, 240 et 280 cents. Nous avons vu que la petite tierce mineure (280 cents) peut se substituer à la seconde majeure (200 cents) par la relation d'équivalence attestée par l'expérimentation. De cette équivalence, il résulte que deux mêmes lames de différents xylophones peuvent présenter un écart de 80 cents entre les deux intervalles, soit une marge de réalisation minimale de + et - 40 cents sur le plan des hauteurs (l'intervalle de 240 cents réalisant des hauteurs situées à l'intérieur des marges) :



Théoriquement, la marge de réalisation peut varier en fonction des combinaisons de ces intervalles constitutifs. La dernière hauteur résultant de la succession de {200 + 200 + 240 + 280 cents} sera 80 cents plus basse que celle résultant de la succession {240 + 240 + 240 + 280}. Cependant, cette variation de la marge de réalisation des *hauteurs* est limitée puisque la variation de l'ambitus semble restreinte : 900 à 960 cents au plus. On comprend dès lors mieux l'importance donnée par Bawassan à l'ambitus dans ses réponses (cf. 2.1.2.3.) : celui-ci régit probablement la marge de réalisation des hauteurs, et, dans le même temps, la succession des intervalles constitutifs. Ainsi, le système est restrictif, et l'ambitus permet de contrôler, globalement, la bonne succession des intervalles.

Trois grandeurs d'intervalles réparties entre cinq lames offrent $3^4 = 81$ combinaisons possibles. Or, si comme le montre l'expéri-mentation, les accords présentant plus d'une tierce mineure sont considérés comme faux (ce qui se détecte facilement par l'ambitus), moins de la moitié des combinaisons restent possibles. Il reste à savoir combien et quelles sont les combinaisons manza possibles.

A l'inverse, dans une perspective de validation de notre modélisation, ces mêmes règles permettront de prévoir à l'avance quelles sont les combinaisons qui devraient être acceptées et celles refusées, sous réserve de la conformité culturelle des règles établies. Dès lors, nous pouvons énoncer les huit règles qui devront être validées par l'expérimentation.

Les trois premières règles déterminent la grandeur des intervalles de l'accord manza :

1) le système d'accord du xylophone manza repose une combinatoire de trois grandeurs d'intervalles distincts, de 200, 240 et 280 cents;

2) la marge de réalisation de ces trois intervalles constitutifs est inférieure à ± 15 cents;

3) l'ambitus total du xylophone ne peut dépasser 960 cents, ni être inférieur à 900 cents;

Les trois règles suivantes restreignent le nombre de fois qu'un même intervalle constitutif peut être présent dans l'accord :

4) l'intervalle constitutif de 200 cents doit être présent une fois au moins;

5) l'intervalle constitutif de 240 cents doit être présent une fois au moins;

6) l'intervalle constitutif de 280 cents doit être présent une fois et une seule;

Suivent ensuite deux règles de combinaison des intervalles constitutifs au sein de l'accord :

7) l'intervalle de 280 cents ne peut pas être placé entre les deux lames les plus aiguës du xylophone;

8) ce même intervalle ne peut pas être situé entre les deux lames les plus graves;

Les règles n° 1 et 2 de notre modèle est la plus importante puisqu'elle ramène à un *ensemble fini* le nombre d'accords culturellement possibles : ce que l'on peut entendre, à travers différents xylophones, comme une infinité de nuances est un système de combinaisons culturellement équivalentes au nombre de variantes limité. Notre première tâche sera de valider la pertinence de l'opposition entre les trois intervalles constitutifs, et de voir si les musiciens manza font effectivement une distinction entre la seconde majeure et l'intervalle équipentatonique, entre ce dernier

et la petite tierce mineure : c'est à dire qu'il faudra déterminer la marge de réalisation de chacun des intervalles, vérifier la règle n°2.

Le tableau ci-dessous fait "fonctionner" les huit règles énoncées selon la même présentation que celle utilisée pour l'analyse, afin de savoir quelles devrait être les accords acceptés et ceux refusés lors de la validation du modèle. La dernière colonne prévoit la réaction des musiciens si le modèle s'avère, ainsi que, le cas échéant, la cause du refus (le code utilisé ici est le même que celui adopté précédemment : 2.1.2.2.). On observera que parmi les 81 combinaisons mathématiquement possibles, seulement 9 relèveraient du modèle manza.

Prévision des réponses des Manza aux différentes combinaisons d'accords possibles

n°	A	B	C	D	E	Hypothèses
1	*800*	200	200	200	200	Refus: A-
2	*840*	200	200	200	240	Refus: A-
3	*840*	200	200	240	200	Refus: A-
4	*840*	200	240	200	200	Refus: A-
5	*840*	240	200	200	200	Refus: A-
6	*880*	200	200	240	240	Refus: A-
7	*880*	200	240	200	240	Refus: A-
8	*880*	200	240	240	200	Refus: A-
9	*880*	240	200	200	240	Refus: A-
10	*880*	240	200	240	200	Refus: A-
11	*880*	240	240	200	200	Refus: A-
12	880	*280*	200	200	200	Refus: B+
13	880	*200*	*200*	*200*	*280*	Refus:
14	880	*200*	*200*	*280*	*200*	manque un
15	880	*200*	*280*	*200*	*200*	intervalle
16	920	*200*	*240*	*240*	*240*	constitutif
17	920	*240*	*200*	*240*	*240*	idem.
18	920	*240*	*240*	*200*	*240*	idem.
19	920	*240*	*240*	*240*	*200*	idem.
20	**920**	**200**	**200**	**240**	**280**	**Accepté**
21	**920**	**200**	**200**	**280**	**240**	**Accepté**
22	**920**	**200**	**240**	**200**	**280**	**Accepté**
23	**920**	**200**	**240**	**280**	**200**	**Accepté**
24	**920**	**200**	**280**	**200**	**240**	**Accepté**
25	**920**	**200**	**280**	**240**	**200**	**Accepté**
26	**920**	**240**	**200**	**200**	**280**	**Accepté**
27	**920**	**240**	**200**	**280**	**200**	**Accepté**
28	**920**	**240**	**280**	**200**	**200**	**Accepté**
29	920	*280*	*200*	*200*	240	Refus: B+
30	920	*280*	200	240	200	Refus: B+
31	920	*280*	240	*200*	*200*	Refus: B+
32	*960*	240	240	240	240	**?**
33	*960*	200	240	240	280	Refus: A+
[...]	*[...]*	*[...]*	*[...]*	*[...]*	*[...]*	[idem.]

80	*1090*	280	280	280	240	Refus: A+
81	*1140*	280	280	280	280	Refus: A+

Il n'existe dans ces règles qu'une seule exception. Il s'agît de l'accord équipentatonique, combinaison n° 32, qui n'est constitué que de l'un des trois intervalles constitutifs, celui de 240 cents. Par rapport aux règles précédentes, cet accord particulier n'est pas conforme au modèle. Or, si cet accord a été refusé par Bawassan, il a également été accepté. La validation expérimentale du modèle et la poursuite des recherches sur le terrain nous permettra de mieux comprendre le statut de cette exception peu commune lorsqu'on sait que son l'existence de cet intervalle équipentatonique est, dans les théories des échelles musicales (cf. 1.1.), à ce point controversée.

2.3. Validation

2.3.1. Procédure

La démarche adoptée pour la validation de notre modèle est la même que celle adoptée pour sa détermination, avec cependant plus de rigueur dans le protocole. Lors de notre précédente analyse, nous avons souffert du faible nombre de réponses à une même proposition d'accord. C'est la raison aussi pour laquelle nous avons émis un grand nombre d'hypothèses, dans l'attente de trouver, au fur et à mesure de l'analyse, des événements pouvant les conforter, ou au contraire, les infirmer. La prégnance du modèle était donc tributaire de la reproductibilité de l'expérimentation, et c'est pourquoi nous avons tenu, prioritairement, a répéter chaque expérimentation deux fois, à plusieurs heures d'intervalles au moins.

De même, comme nous l'a conseillé Gilles Léothaud, nous avons adopté un protocole proche des expérimentations menées en Occident, c'est à dire de présenter les propositions d'accords dans un ordre aléatoire, de respecter un temps maximum de 40 minutes pour chaque séance (limitant ainsi les phénomènes de déconcentration) avec une brève pose en milieu de séance, et enfin de ne pas interrompre, d'aucune façon, le déroulement de l'expérimentation. Ce dernier point demande, à l'inverse de ce que nous avions fait au cours de la mission précédente, d'effectuer l'expérimentation sans recourir à une plus ou moins grande partie de la communauté, susceptible d'en troubler la régularité. Si le recours au consensus culturel nous a été souvent nécessaire jusqu'ici, surtout en ce qui concerne la modélisation du timbre (cf. 2.1.1.), nous pouvions considérer, à l'inverse, que le jugement d'un ou deux xylophonistes devait être aussi le reflet du même consensus. A la condition que l'expérimentation ne détecte pas des contradictions dans leurs propres réponses.

Nous avons vu combien il est difficile de présenter, dans un temps assez court, un grand nombre de propositions d'accord. Seulement moins de cinquante propositions ont été soumises au cours d'une dizaine de séances. Il était donc difficilement imaginable de présenter la totalité des 81 combinaisons mathématiquement possibles pour vérifier chacune des règles. Nous en avons sélectionné plus du tiers, en prenant comme critères celles pouvant au mieux infirmer ou confirmer chacune des huit règles du modèle. Pour infirmer les règles 3 à 8, les 22 combinaisons suivantes devaient être acceptées par les musiciens (à l'inverse, leur refus validait le modèle) :

- les combinaisons n° 1, 2, 3, 6, 13, 34, 60 et 69 devaient infirmer la troisième règle, relative à la grandeur de l'ambitus. Certaines d'entre elles devaient aussi, par recoupement, infirmer les règles suivantes;

- n° 32 et 69 infirmaient la quatrième règle, sur la présence obligée d'au moins un intervalle de 200 cents. Plus de propositions auraient été inutiles, puisque souvent l'absence de cet intervalle, le plus petit des trois, entraîne la réalisation d'un grand ambitus, ce qui relève de la règle précédente;

- n° 13 concerne la cinquième règle, sur la présence de l'intervalle de 240 cents. De même, que précédemment, l'absence totale de cet intervalle dans l'accord entraîne, cette fois, un ambitus trop petit (règle 3);

- n° 6, 16, 17, 18, 19, 32 et 60 s'appliquent à la sixième règle, de la présence obligée de l'intervalle de 280 cents;

- les deux dernières règles, propres aux positions impossibles de l'intervalle de 280 cents sont infirmées par les combinaisons n° 20, 22, 26, 29, 30 et 31;

- pour terminer, trois propositions supplémentaires ont été crées afin de vérifier que le système pentatonique à deux intervalles constitutifs (200 et 300 cents) est refusé;

A ces 22 combinaisons qui devaient être refusées, nous avons ajouté 10 autres combinaisons dont on pouvait prévoir qu'elles seraient acceptées, prévoyant ainsi, dans le cas optimiste où le modèle s'avère parfaitement, au moins une acceptation tous les deux refus. Au total, 32 propositions devaient être soumises deux fois, à un jour d'intervalle, à deux musiciens, et 128 réponses devaient permettre une validation assez fine de notre modèle.

Les deux premières règles, relatives à l'opposition des trois intervalles minimaux constitutifs et à leur marge de réalisation ne pouvaient être validées par les mêmes propositions. Celles-ci, reposant sur les trois intervalles qui, chacun pris séparément, ont déjà été acceptés, ne pouvaient valider la pertinence d'une telle opposition. Nous avons alors élaboré des propositions d'accord permettant de définir les frontières entre es intervalles constitutifs.

L'opposition entre l'intervalle de 280 cents et celui de 240 cents a déjà été établie par le refus des propositions d'accords incluant un intervalle de 267 cents . Par contre, rien d'aussi certain pour l'opposition établie entre les intervalles de 200 et de 240 cents, en grande partie établie sur la base de la marge de réalisation de celui de 280 cents : moins de ± 15 cents (cf. 2.1.2.5.), puisque nous avons transposé cette marge au deux autres intervalles constitutifs. Cette hypothèse a été retenue dans la mesure où les réaccords et les opérations de discrétisation dans un continuum sonore allaient dans ce sens (cf. 2.1.4.). Nous nous sommes donc attachés à vérifier qu'une

opposition est effectuée entre 200 et 240 cents, en proposant des intervalles situé entre ces deux valeurs (par exemple 220 cents) et qui devaient, à l'instar de l'intervalle de 267 cents, susciter un refus. 18 propositions d'accords supplémentaires ont donc été présentées dans ce but.

2.3.2. Analyse

L'analyse des conduites de vérifications des propositions d'accord mises en oeuvre par les musiciens (de la même façon que nous avons étudié, plus haut, leurs procédures de réaccord), et la confrontation de leur réactions, montrent que le facteur de xylophone, D. Moussa, est bien plus compétent pour ce type de travail que l'instrumentiste, même virtuose, Bawassan. Nous avons relevé, chez le premier, un taux de contradiction de 6 %, dans les jugements donnés à la série des 32 propositions d'accords, présentée deux fois. Le second s'est montré beaucoup moins sûr, puisqu'il se contredisait à près de 50 %. C'était pourtant bien en grande partie sur la base des réactions de Bawassan que nous avons élaboré le modèle d'accord, ce qui eu été impossible si les données avaient été aussi contradictoires. Il est vrai que Bawassan été habitué à une procédure beaucoup plus interactive, où le dialogue était largement ouvert. Ainsi, en plus de la différence effective de compétence, qu'atteste l'analyse des conduites de vérification des musiciens, nous avons été amenés à penser qu'à ce moment précis, les nouveaux résultats obtenus avec ce musicien ne sont pas pertinents. La première partie de ce travail aura donc été faite essentiellement en recourant à un xylophoniste virtuose, Bawassan, et la validation qui suit ne prendra en compte que les réponses du facteur de xylophone, D. Moussa[1].

2.3.2.1. Les intervalles constitutifs manza

La validation des deux premières règles du modèle, relatives à la grandeur des intervalles constitutifs du système d'accord manza, s'effectuera dans le même temps : l'opposition qui définit les trois grandeurs d'intervalles constitutifs, admet pour chacun d'eux une marge de réalisation, et ramène un ensemble de valeurs réalisées à chacune des unités minimales conceptuelles — scalèmes (cf. 1.4.). Nous verrons aussi que la troisième règle, se rapportant à l'ambitus, qui s'applique à définir l'ensemble des valeurs résultant la somme des combinaisons possibles des trois intervalles constitutifs, permettra de vérifier à la fois les marges de réalisations des

[1]A toute fin utile, les données brutes relatives aux réactions de Bawassan lors de cette série d'expérimentation sont recueillies en Annexe 3, d'une part, et à travers les relevés des vidéos d'autre part (Annexe 1 : expérimentations n°15 et 16).

intervalles constitutifs, et leur bonne combinaison. A ce titre, cette règle constitue un lien entre la conformité des intervalles et leurs variantes combinatoires dans le système d'accord, c'est à dire entre la conception et la réalisation, d'où l'importance qu'il revêt, comme on l'a vu (cf. 2.1.2.2. et 2.1.2.3.), dans le jugement des musiciens.

En principe, la détermination des unités minimales va de pair avec celle de leur marge de réalisation : pour qu'une valeur /a/ ne relève pas de la même unité minimale qu'une valeur /b/, il faut pouvoir mettre en évidence une valeur /c/, intermédiaire, appartenant à aucune des deux unités, ou à l'une seulement et pas à l'autre. Or, d'un point de vue pratique, il peut s'avérer difficile de trouver une valeur intermédiaire qui ne soit ramenée à l'une des unités minimale et pas à l'autre, ou à aucune des deux.

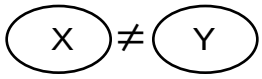
Si l'on s'en tient à la marge de réalisation estimée à ± 15 cents pour les trois intervalles constitutifs, chacun des intervalles de 200, 240 et 280 cents sont distants chacun de dix cents l'un de l'autre. Autant dire que c'est bien peu, et une valeur intermédiaire se situe, finalement, à cinq cents (autant dire rien) d'une réalisation possible de chacun de ces intervalles constitutifs. Nous nous situons donc dans le cas 2) suivant où la valeur intermédiaire ne peut, à elle seule, vérifier la pertinence de l'opposition.

En effet, lorsque deux valeurs d'intervalles X et Y constituent deux unités minimales, la conception des musiciens peut être ramenée à une opposition de forme :

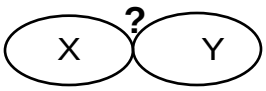
$$X \neq Y$$

Or, ces deux unités conceptuelles admettent chacune, lors de leur actualisation, un *champ de réalisation.* Deux cas sont dès lors possibles :

1) les champs de réalisation propres à chaque unité ne se chevauchent pas, et une valeur intermédiaire peut relever de l'une ou l'autre seulement des deux unités conceptuelles, ou à aucune :



2) les champ de réalisation se chevauchent en partie ou sont tangents, et on ne peut décider, sur la base d'une seule valeur intermédiaire, si ces deux unités s'opposent ou non :



Dans ce dernier cas, il est clair qu'il y a indétermination. Le musicien invité à donner son avis sur cette valeur intermédiaire, ne se prononcera pas (dans le meilleur des cas), ou considérera qu'elle appartient tantôt à l'unité X, tantôt à l'unité Y, ce qui revient à dire qu'elle appartient aux deux. Ce n'est pas pour autant que X et Y constituent, pour le musicien, une seule et même unité, et il y a une certaine distance entre ce qui est conçu et ce qui est réalisé (cf. 1.4.). C'est, comme nous allons le voir, ce qui s'est passé avec le musicien D. Moussa, et *c'est à l'indétermination elle-même que nous avons du recourir pour vérifier qu'il existe bien — conceptuellement — deux unités distinctes*, en suivant un principe probabiliste selon lequel l'incertitude du musicien décroît à mesure que l'on s'approche d'une unité et que l'on s'éloigne de l'autre, c'est à dire lorsqu'on quitte ce point d'indétermination maximale (i.e. la valeur intermédiaire située exactement à mi-chamin entre les deux unités conceptuelles).

Les marges de réalisation des intervalles de 200, 240 et 280 cents et de l'ambitus ont été déterminées au cours de l'expérimentation n°19 (cf. bande Manza 1990-3, Annexe 1), à l'aide des propositions suivantes, acceptées par D. Moussa (la première colonne indique l'ordre chronologique de présentation[1], et la seconde le n° de mémoire - crt - du synthétiseur) :

[1]L'ordre est ici indiqué en petit chiffres romains, afin de ne pas confondre cette série de propositions d'accord avec celle des expérimentations n°14 et 17, relatives au variantes combinatoires, où l'ordre chronologique est noté en chiffres arabes.

n°	crt	A	B	C	D	E	Commentaires
i	30	910	210	245	210	245	Accepté
iv	38	910	209	209	287	206	Accepté
vii	31	910	245	210	245	211	Accepté
xii	39	911	207	312	185	206	Accepté
xiii	45	926	220	220	286	200	Accepté
xiv	31	910	245	210	245	211	Accepté
xv	46	920	220	240	220	240	Accepté,R:1-
xvi	38	910	209	209	287	206	Accepté

que nous avons opposées à celles qui ont été refusées :

n°	crt	A	B	C	D	E	Commentaires
ii	61	886	200	200	286	200	Refusé:3-
iii	33	900	200	200	200	300	Refusé:1-
iv	62	886	200	286	199	200	Refusé:1-
vi	43	927	204	207	315	200	Refusé:5-
viii	36	900	300	200	200	200	Refusé:3-
ix	44	926	204	315	203	204	Refusé:3+
x	63	886	286	200	199	200	Refusé:3-
xi	40	914	285	210	211	209	Refusé:3-
xv	46	920	220	240	220	240	Accepté, Refusé:1-
xvii	47	923	200	230	287	206	Refusé:5-
xviii	45	926	220	220	286	200	Refusé:5-

Ici, l'intervalle de 220 cents — situé exactement à mi-chemin entre les intervalles de 200 et 240 cents — pose, comme on pouvait s'y attendre par le principe d'indétermination, bien des problèmes à D. Moussa : une même proposition constituée de deux intervalles de 220 cents est tantôt acceptée, tantôt refusée :

(Expérimentation n°19)

xiii	crt 45	926	220	220	286	200	Accepté
xviii	crt 45	926	220	220	286	200	Refusé: 5-

tandis que les propositions suivantes, qui ne ne possèdent pas la valeur intermédiaire de 220 cents, ont toujours été acceptées, tant par D. Bawassan (cf. 2.1.2.) que par D. Moussa (voir ci-dessous 2.3.2.2.) :

(Expérimentations n°14 et 17)

10	crt 20	925	240	200	285	200	Accepté
5	crt 16	925	200	240	285	200	Accepté

L'indétermination des réponses de D. Moussa ne s'explique donc que par la présence de deux intervalles de 220 cents.

De même, la proposition suivante, qui posséde deux intervalles de 240 cents et deux autres de 220 cents, si elle a été refusée, a bien failli être acceptée.:

(Expérimentations n°19)

xv	crt 46	920	220	240	220	240	**Accepté** **Refusé :** D-

Comme le montre l'extrait ci-dessous, la réaction de D. Moussa est indécise, celui-ci faisant appel, exceptionnellement, au musicien qui était près de lui. Tous les signes nous donnaient à penser, à ce moment, que la proposition était acceptée, et nous allions soumettre la proposition suivante quand D. Moussa commence à critiquer cet accord :

Expérimentation n° 19, bande Manza 1990-3

0:18:56:00	**crt 46**, avec 240 et 220 cents
0:19:10:15	1-2-3-4-5 et joue quelques périodes d'un chant
0:19:24:00	D. Moussa s'arrête, frappe L1 avec nonchalence, et discute avec M
0:19:28:00	- "awè" [accepté] pendant que FV annonce la proposition (crt) suivante, D. Moussa discute avec SG (on entend "kété kété " [un petit peu (faux)] de la bouche de D. Moussa), signes et grimace explicites de D. Moussa : l'accord n'est pas parfait. VD demande à SG de traduire se qu'à dit D. Moussa : - "il accepterait avec quelques réserves"
0:19:52:00	D. Moussa montre la lame 1, fait des gestes vers le haut, M et D. Moussa disent qu'elle est un tout petit peu haute ("kété kété mingui"), SG traduit - "légèrement très aiguë, cela peut passer mais selon son oreille c'est aigu"; remarque de G. Léothaud qui dit que c'est la définition de la tolérance.

La première lame (de droite) est légèrement trop aiguë ("kété kété" signifiant, en sango, "un tout petit peu"), voire "un tout petit peu" aiguë ("kété kété mingui", "mingui" étant un superlatif"). L'intervalle de 220 cents, directement incriminé, par la première lame qui en constitue la limite inférieure, est à la fois trop petit pour constituer un intervalle de 240 cents et est trop grand pour être un grand intervalle de

200 cents. En rendant cette lame plus grave, ce que suggère D. Moussa, nous approcherions de 240 cents.

Selon cette remarque de D. Moussa, 220 cents constituerait donc plus une limite inférieure de l'intervalle de 240 cents que la limite supérieure de l'intervalle de 200 cents. D'ailleurs, il apparaît bien difficile de ramener cet intervalle intermédiaire à 200 cents car l'ambitus général de l'accord, dont nous connaissons l'importance, serait alors trop petit. La correction de cet intervalle particulier est donc tout aussi tributaire de la valeur de l'ambitus que des valeurs des intervalles conjoints constitutifs.

220 cents ne constituent cependant pas la seule limite puisque la proposition suivante, avec un intervalle de 230 cents, est également refusée :

17	47	923	200	230	287	206	Refusé:5-

Semblable encore aux propositions précédentes quant à la succession des intervalles, l'intervalle de 230 cents. est ici aussi, la source du refus. Nous avons là une autre limite, plus proche encore de l'intervalle 240 cents, ce qui réduit d'autant la marge de réalisation.

Le musicien est donc capable tantôt d'avoir un jugement à moins de 10 cents près, ce que nous avions déjà observé en le voyant accorder deux fois l'intervalle de 280 c. avec la même précision (cf. 2.1.3.3.), tantôt d'hésiter sur un écart de 20 cents : l'incertitude, l'hésitation, voire la contradiction, mélées dans des réponses confuses, définissent ici la marge de tolérance[1].

Selon les propositions n°1, 5, 7, 12 et 16, toutes acceptées, l'intervalle de 200 cents peut recevoir, quant à lui, une marge de réalisation légèrement plus grande. Les valeurs de 185 à 210 cents sont possibles, sans ambiguïté, et 220 cents est possible moyennant une tolérance.

Nous avons aussi cherché à savoir si l'unique cause du refus des accords pentatoniques du cycle des quintes est la trop grande tierce de 300 cents, ou bien si la succession de trois secondes majeures en était la cause. Pour cela, nous avons proposé des accords constitués d'intervalles de 285 cents et de 200 cents, et qui ne différent des systèmes pentatoniques classiques que de 15 cents sur la tierce mineure :

[1]Je dois à Gilles Léothaud cette remarque faite au cours d'une expérimentation sur le terrain (cf. Annexe 1, vol. 2, expérimentation n°19, séquence n°3), et qui définit à mon sens parfaitement la marge de tolérance dont la nature subjective et psychologique la distingue du champ de réalisation qui est, lui, défini de façon statistique et plus objective.

2	61	886	200	200	286	200	Refusé:3-
4	62	886	200	286	199	200	Refusé:1-

Le refus de ces propositions permet de poser deux hypothèses : ou bien les trois intervalles constitutifs doivent tous entrer dans la composition de l'accord, ou bien l'ambitus est trop petit. En l'occurrence, ces deux hypothèses sont très proches, puisque l'introduction d'un intervalle de 240 cents en lieu et place d'un autre de 200 cents rend l'ambitus acceptable. Nous avons contourné ce problème en soumettant la même structure, mais avec trois intervalles de 200 cents incrémentés de 10 cents environ, ce que permet la marge de réalisation : il s'agît bien du même accord, mais cette fois il présente un ambitus acceptable :

16	38	910	209	209	287	206	Accepté

Acceptée, cette dernière proposition confirme l'importance de l'ambitus dans le jugement : celui-ci ne peut être inférieur à 900 cents. De plus, la présence des trois intervalles n'est pas nécessaire pour qu'un accord soit conforme : les règles du modèle n°4, 5 et 6, relatives au nombre et à la position des intervalles dans l'accord sont donc caduques.

2.3.2.2. Les variantes combinatoires

La précédente analyse des réactions des musiciens a fait appel, on l'a vu, autant à leurs réponses et à leurs hésitations, qu'au temps qu'ils prenaient pour émettre leur jugement. Ces réactions se sont parfois révélés être de bon indices, en indiquant dans quelle proportion est "juste" ou "fausse" une proposition d'accord. En ce sens, le relevé des enregistrements vidéo des expérimentations est indispensable, et le seul recueil sur un carnet de notes des réponses "accepté-refusé" n'aurait pas conduit à une analyse aussi précise.

Ici, la concentration avec laquelle D. Moussa s'est appliqué à répondre à nos 32 propositions d'accord d'une part, et la régularité avec laquelle se sont déroulées ces scéances d'expérimentations d'autre part, dans un temps déterminé à l'avance, donne d'autant plus de sens au temps de réaction du musicien. Cherchant à affiner notre méthode d'analyse, nous avons voulu voir dans quelle mesure le temps de réaction pouvait expliquer — et s'expliquer par — la structure des propositions d'accords. Le tableau suivant, présente également le temps de réaction du musicien à chacune des propositions d'accord qui sera analysé ci-après. Ce temps de réaction, relevé sur les enregistrements vidéo à l'image près (1/25ème de seconde), a été déterminé depuis le

moment où le musicien commence le premier geste de jeu du "xylophone" simulé, jusqu'au début de l'émission de la réponse orale "accepté-refusé" qui s'ensuit[1] (le code utilisé, est identique à celui présenté p. 69 : A pour accepté, R pour Refusé, les chiffres correspondant aux numéros de lames, les lettres minuscules pour les intervalles, les signes + et - pour, respectivement, trop aigu ou trop grave et enfin le signe > pour l'appréciation "meilleur" accord).

[1]A des fins d'analyse, les réactions "accepté" ont été notées en valeurs de temps positives /+/, celles "refusé" en valeurs négatives /-/.

Réponse de D. Moussa aux propositions d'accord en 1990

							le 13 déc. 1990		le 14 déc. 1990	
n°	crt	A	B	C	D	E	délai (s)	réponse	délai (s)	réponse
1	28	925	240	200	285	200	-	-	13	A
2	8	885	300	200	200	185	-19	R:5+	-14	R:3-
3	14	925	200	200	285	240	5	A	16	A: >
4	1	800	200	200	200	200	-30	R:4-	-24	R:4-
5	16	925	200	240	285	200	9	A	8	A
6	10	920	240	200	240	240	17	A	10	A
7	4	880	200	200	240	240	-5	R:4-	-10	R:4-
8	5	885	200	200	200	285	-15	R:2+,1+	-17	R:4-
9	21	925	240	285	200	200	-32	R:4+	-7	R:2-
10	20	925	240	200	285	200	7	A	12	A
11	26	965	200	240	285	240	-29	R:+	-15	R:3+
12	27	1010	200	240	285	285	-6	R	-4	R:5-
13	24	925	285	240	200	200	-24	R:3-	-17	R:2-
14	25	960	240	240	240	240	8	A	6	A
15	17	925	200	285	200	240	35	A >	11	A >
16	3	840	200	200	240	200	-21	R:4-	-4	R:4-
17	12	920	240	240	240	200	4	A	16	A
18	11	920	240	240	200	240	17	A	9	A
19	26	965	200	240	285	240	-20	R5-	-6	R:2-
20	18	925	200	285	240	200	-23	R:4+	-10	R:2-
21	19	925	240	200	200	285	-35	R:1+	-12	R:5+
22	2	840	200	200	200	240	-11	R:3-	-4	R:4-
23	17	925	200	285	200	240	21	A	3	A >
24	6	885	200	200	300	185	-5	R:4-	-12	R:4-
25	28	925	240	200	285	200	16	A	4	A
26	7	885	200	300	200	185	-12	R:2-	-7	R:2-
27	13	925	200	200	240	285	17	A	-8	R:5-
28	15	925	200	240	200	285	22	A	-3	R:5-
29	22	925	285	200	200	240	-13	R:3-	-6	R:3-
30	9	920	200	240	240	240	13	A	8	A >
31	23	925	285	200	240	200	-4	R:3-	-15	R:3-
32	29	1005	240	240	285	240	-	-	-7	R:5-

La première et la dernière proposition d'accord n'ont pas été présentées lors de la première séance, le 13 décembre 1990.

Les 27ème et 28ème propositions d'accord ont suscité des réponses contradictoires de D. Moussa, soit 2 contradictions pour 32 propositions d'accord. On peut dès lors relever que le taux de contradiction de ce musicien, ou l'incohérence de ses réponses, n'excède pas 6 %, ce qui est très peu, surtout lorsqu'on verra que ces deux réponses contradictoires se rapportent au même effet, et semble inhérente au système lui-même; non que celui-ci soit incohérent (à 6 % près), mais permissif sur un point précis de sa réalisation (cf. ci-dessous règle n°8).

*

* *

1) La règle n°4

"L'intervalle constitutif de 200 cents doit être présent une fois au moins".

Il est difficile de ne pas respecter cette règle sans contredire la règle n°3, c'est à dire en restant dans un ambitus acceptable. Nous avions vérifié précédemment (2.1.2.3.) que l'ambitus ne peut dépasser la limite de 960 cents. Or, l'absence de cet intervalle, le plus petit des trois intervalles constitutifs, nécessite que lui soit substitué un autre intervalle constitutif dont la grandeur est nécessairement plus grande : celui de 240 cents, ou celui de 280 cents. On l'a vu, deux intervalles de 280 cents sont impossibles (voir ci-dessus, 2.2.2., et les combinaisons n° 32 à 81), même si on parvient à respecter l'ambitus maximum. De même, la succession de trois intervalles de 240 cents et d'un intervalle de 280 cents aboutit à un ambitus bien trop grand : le refus par D. Moussa de la 32ème proposition d'accord (crt 29), avec un ambitus de 1005 cents (septième mineure), est refusée[1].

Il n'y a d'autres solution que l'accord parfaitement équipentatonique (combinaison n°32), ne présentant que le seul intervalle constitutif de 240 cents, accord qui devrait être refusé tant par l'absence de l'intervalle de 280 cents — règle n° 6 — que par l'absence de celui de 200 cents — règle n°4. Cet accord équipentatonique nous avait d'ailleurs déjà posé des problèmes, puisque Bawassan l'avait tantôt accepté, tantôt refusé, sans qu'on puisse connaître les raisons de cette indétermination. On sait seulement que lorsque cet accord a été refusé, il a été réaccordé en un système à trois grandeurs d'intervalles, raison pour laquelle nous avions énoncé les règles n°4, 5 et 6.

[1]Cette combinaison n'a pas été présentée lors de la première série, le 13 décembre 1990, cf. Annexe 1, expérimentation n°14, vidéo Manza 1990-1.

Or, la 17ème proposition (crt 12, accord équipentatonique), a été acceptée, par deux fois. Les règles n°4 et n°6 relatives à la présence de l'intervalle de 200 et 280 cents sont incriminées. Il peut s'agir ici d'une exception à la règle n°4, dans la mesure où *le seul cas possible dans le cadre de l'ambitus — règle n°3 — ne présentant pas un intervalle de 200 cents ne présente pas non plus celui de 280 cents, et présente dès lors une structure parfaitement régulière*. Effectivement, l'absence de l'intervalle de 200 cents ne peut être compensée par plusieurs intervalles de 280 cents car deux tierces mineures seraient l'objet d'un refus. Mais, afin de vérifier le caractère exceptionnel de cet accord régulier qu'est l'équipentatonique, nous devrons aussi vérifier qu'il constitue également une exception de la règle n°6. C'est à dire que si :

l'intervalle de 280 cents doit être réalisé une fois, sauf dans le cas d'un accord équipentatonique,

alors :

l'intervalle de 200 cents doit être réalisé au moins une fois, sauf dans le cas d'un accord équipentatonique.

Les propositions n°3, 5, 6, 10, 15, 18, 23 et 25, toutes été acceptées, combinaisons successives des trois grandeurs d'intervalles, montrent que l'intervalle de 200 cents peut être présent une ou deux fois, en n'importe quelle position entre les lames du xylophone.

Les propositions n°8 et 22, refusées, montrent que trois intervalles de 200 cents sont refusés, du fait de l'ambitus — règle n°3 —, ce qui tend à vérifier que l'absence d'un des trois intervalles constitutifs n'est pas possible (sur quatre positions, il n'en resterait plus qu'une pour réaliser les deux autres intervalles constitutifs), sauf l'exception de l'accord équipentatonique.

*

* *

2) La règle n°5

"L'intervalle constitutif de 240 cents doit être présent une fois au moins"

Les propositions n°2, 4, 8, 24 et 26 ne réalise pas cette règle, et ont toutes été refusées. Là encore, l'ambitus permet encore de vérifier cette règle, puisqu'en l'absence de cet intervalle, il est trop petit (ambitus inférieur à 900 cents).

Cependant, une proposition acceptée deux fois lors de l'expérimentation n°19, analysée précédemment (cf. 2.3.2.2.), infirme cette règle :

iv	38	910	209	209	287	206	A
xvi	38	910	209	209	287	206	A

A l'instar des intervalles de 200 et 280 cents, l'intervalle équipentatonique (240 cents) peut ne pas être réalisé. Ceci nécessite cependant, pour que la règle 3 (ambitus) soit respectée, que chacun des intervalles de 200 cents soient légèrement incrémentés de quelques cents, dans la limite de la marge de réalisation, soit 215 cents au plus[1].

*

* *

3) La règle n°6

"L'intervalle constitutif de 280 cents doit être réalisé
une fois et une seule"

Les propositions n°7, 16 et 22 sont refusées quand l'intervalle de 280 cents est absent. Mais, les propositions n°10, 14, 17, 18 et 30, où cet intervalle n'est pas non plus réalisé, sont acceptés. Dès lors, l'accord équipentatonique n'est pas le seul cas où l'un des intervalles constitutifs autre que celui de 240 peut ne pas être réalisé. Il s'ensuit que les trois règles précédentes n°4, 5 et 6 doivent être reformulées de façon à ne pas établir comme nécessaire la réalisation de chacun des trois intervalles constitutifs : la non réalisation de l'un deux est possible dans le système d'accord Manza. Nous devrons donc reformuler ces trois règles (cf. 2.3.3.), après avoir vérifié les deux dernières règles , n°7 et 8.

4) La règle n°7

"L'intervalle constitutif de 280 cents ne peut être placé
entre les deux lames les plus aiguës du xylophone"

Cette règle est validée par les propositions n°13, 29 et 31, refusées visiblement pour cette seule raison, puisque lorsque cet intervalle est situé en d'autres positions, à toute autre condition égale, les propositions sont acceptées : cette règle est vérifiée.

[1]L'incrémentation du seul intervalle de 280 cents nous ramène à une structure pentatonique "classique" qui, on l'a vu, est refusée.

5) La règle n°8

"L'intervalle constitutif de 280 cents ne peut être placé
entre les deux lames les plus graves du xylophone"

Plus ambigu est le cas de cette règle car c'est sur ce point précis que D. Moussa se contredit lui-même. Les deux seules propositions n°27 et 28 qui ont reçu un jugement contradictoire, se rapportent à cette règle :

27	13	925	200	200	240	285	17	A	-8	R:5-
28	15	925	200	240	200	285	22	A	-3	R:5-

Nous nous souviendrons que Bawassan, l'année précédente, avait accepté ces propositions plusieurs fois, à plusieurs jours d'intervalles :

Harm.	52		938	206	246	200	(285)	ré#3	**A**
Inharm.	52		938	206	246	200	(285)	ré#3	**A** : >
Inharm.	51	R	938	206	246	200	(285)	ré#3	**A** : >
Harm.	52		938	206	246	200	(285)	ré#3	**A**
Inharm.	52		938	206	246	200	(285)	ré#3	**A**

Il y a donc pour cette règle non seulement indétermination du jugement de D. Moussa, mais aussi entre les deux musiciens, alors que la règle précédente est validée par les deux musiciens[1].

L'étude de cette règle nous renvoie de façon inattendue à une observation faite au tout début de la première mise en oeuvre de l'expérimentation chez les Manza : rappellons-nous en effet qu'un même xylophone, celui appartenant à G. Yamété et joué par D. Bawassan, avait changé d'accord précisément à cet endroit entre 1986 et 1989 (xylophones M 86-1 et M89-6, cf. Annexe 4, vol. 2), sans que nous ne sachions ni qui avait changé l'accord, ni pourquoi (cf. *supra* : 1.4.). Il est donc possible que ce soit D. Bawassan qui ait effectué cette correction, créant ainsi une variante du système qui lui est propre, et qui n'était pas envisagée par D. Moussa, malgré sa compétence.

Nous considérerons donc qu'il y a une incertitude des musiciens au sujet de la conformité de l'intervalle de 280 cents situé entre les deux lames graves, ce que nous mettrons en évidence plus tard, en étudiant les conduites de vérification utilisées par les musiciens pour juger la conformité d'un accord (cf. 2.3.2.4.).

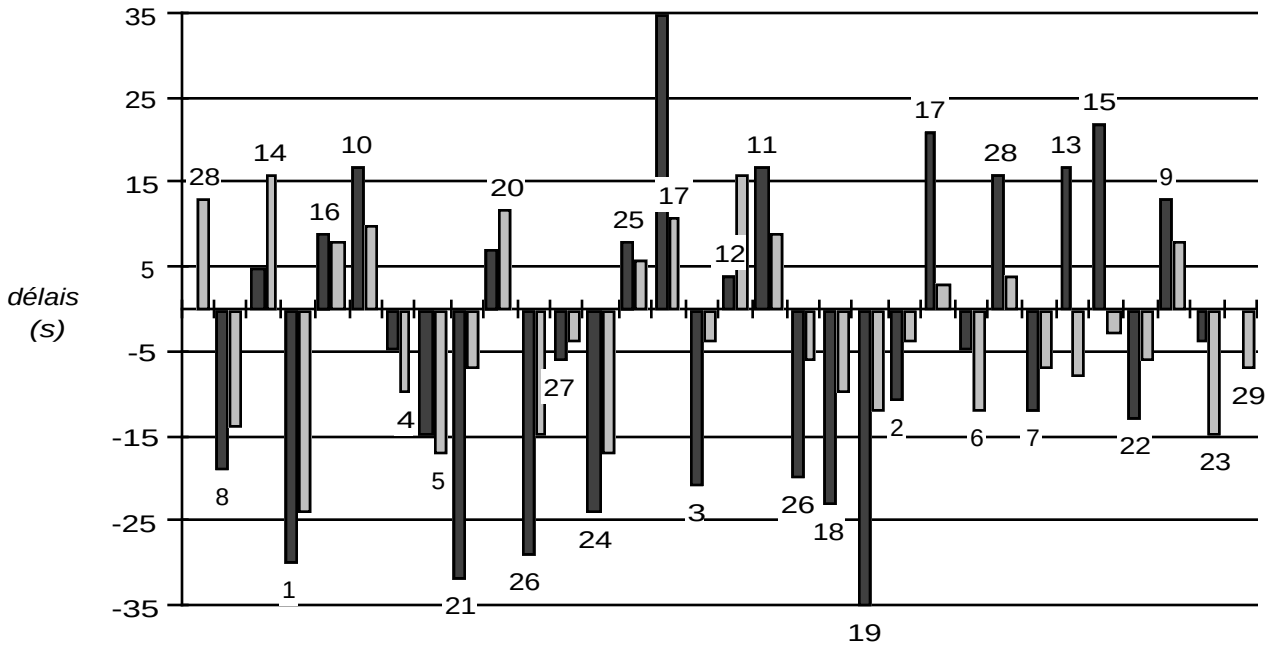
[1]Rappelons que la règle n°7 (comme les autres) a été établie sur la base des réactions de D. Bawassan.

2.3.2.3. Préférences combinatoires : le temps de réaction des musiciens

L'existence d'une incertitude de la part des musiciens doit être démontrée afin de vérifier s'il ne s'agit pas là, plutôt, d'une inadéquation des règles du modèle aux jugement des musiciens.

Cette vérification, nous l'avons faite au travers de l'analyse des temps de réaction de D. Moussa aux différentes propositions d'accord. Le graphique suivant indique ces temps de réaction, avec en abscisses le temps de réaction (pour une acceptation, le temps en secondes est noté en valeurs positives, pour un refus, en valeurs négatives), et en ordonnées, dans l'ordre chronologique de présentation, les accords selon leur n° de mémoire — crt — du synthétiseur (cf. Tableau p. 141):

Délais de réponse de D. Moussa aux différentes propositions d'accord les 13 et 14 décembre 1990



Nous étudierons ici les temps de réactions les plus significatifs, c'est à dire ceux les plus courts et ceux les plus longs. On remarquera que les réaction de la deuxième séance (barres claires) sont généralement plus courts que ceux de la deuxième séance (barres sombres) : il y a une habituation du musicien à l'expérimentation, phénomène dont nous allons maintenant montrer les effets.

Parmi les propositions acceptées (valeurs de temps positives), la plupart ont le plus souvent, en tout cas lors de la deuxième expérimentation, des temps courts, inférieurs à 17 secondes pour la première séances, et à 13 secondes pour la seconde séance.

1) La position de l'intervalle de 280 cents

La proposition crt 17 présentée deux fois à chaque séance (propositions n° 15 et 23) présente un premier temps de réaction très long (35 et 21 secondes) alors qu'il est plus court lors de la deuxième séance (11 et 3 secondes). Au vu de la structure de cet accord, rien ne permet d'expliquer de tels écarts par le modèle. On peut se demander si cette position où l'intervalle de 280 cents est réalisé, entre les deuxième et troisième lames, c'est à dire non loin de la position qui doit être évitée pour cet intervalle, n'est pas la cause de cette hésitation. Mais cette hésitation, marquée par une longue attente avant acceptation, n'est pas observée au cours de la seconde séance : la réaction est plus immédiate. Nous poserons alors l'hypothèse, ici, que cette structure n'avait jamais été présentée à D. Moussa auparavant — d'où l'hésitation —, qu'elle est possible — acceptation — et qu'elle a été reconnue le lendemain comme telle — acceptation et réaction courte.

Les propositions crt 13 et 15 ont, comme on l'a vu, été sujettes à contradiction de la part de D. Moussa. On remarquera ici qu'elles ont été acceptées avec les temps de réaction des plus longs (environ 20 secondes), c'est à dire avec une certaine hésitation : il y a tout vraisemblablement une incertitude de D. Moussa quand à la présence d'un intervalle de 280 cents entre les lames les plus graves (cf. 2.3.2.2. point 5).

De même, pour les réactions négatives, la proposition crt 19 recevant le temps de réaction à la fois le plus long (35 secondes), lors de la première séance, et l'un des plus court lors de la séance suivante (12 secondes), indique encore une hésitation à tendance contradictoire du musicien à son sujet. Là encore, un intervalle de 280 cents est situé entre les deux lames graves : une telle éventualité semble ne pas avoir été prévue par D. Moussa — d'où hésitation —, qu'il la considère ensuite comme mauvaise — d'où refus —, puis la *reconnaît* enfin comme telle — réaction plus courte.

*

* *

L'accord crt 21 est refusé en 32 seconde d'abord, puis en 7 secondes. La raison est ici plus subtile, et on doit recourir à une comparaison avec les accords crt 17 d'une part (accepté), et crt 18 d'autre part (refusé) :

9	21	925	**240**	**285**	200	200	-32	R:4+	-7	R:2-
15	17	925	200	**285**	200	240	35	A >	11	A >
20	18	925	200	**285**	**240**	200	-23	R:4+	-10	R:2-

Cette comparaison permet de remarquer que l'intervalle de 280 cents est à chaque fois réalisé dans une position proche de celle où il n'est pas permis, entre les deux lames les plus aiguës, "fils" et "fille". L'hésitation, qu'elle aboutisse à un refus (crt 21 et crt 18) ou à une acceptation (crt 17), est le signe d'un doute, et ces trois accords ont ici en commun une même cause de l'hésitation : la position de l'intervalle de 280 cents entre les deuxième et troisième lames ("père" et "fils").

L'hypothèse émise plus haut au sujet de crt 17 est donc vérifiée, mais on peut ce demander comment cet accord, accepté en un temps si long, peut par ailleurs recevoir un commentaire spécifique : le musicien, a qui nous demandions seulement de dire "oui" ou "non", a répondu alors, spontanément : - "celui-ci est bien", ce que nous avons noté /A >/ (cf. 2.3.2.2.). L'accord crt 17 est donc jugés parmi les meilleurs accords (cf. ci-dessous, point 2)), ce qui semble contradictoire si D. Moussa a hésité à l'accepter.

On remarquera aussi que les deux accords refusés, crt 21 et 18, sont ceux où l'intervalle de 280 cents, situé à cet endroit, est contigu à un intervalle de 240 cents, ce qui n'est pas le cas de crt 17. Dès lors, toutes les combinaisons des trois intervalles respectant la règle n°3 de l'ambitus ne sont pas possibles, puisqu'il faut éviter que l'intervalle constitutif de 240 cents ne côtoie celui de 280, quand ce dernier est réalisé entre les lames "époux" et "fils". Dès lors, un accord respectant cette dernière règle peut être conforme, voire être l'un de ceux préférés, mais nécessite néanmoins un certain temps pour en vérifier la bonne constitution : c'est l'affaire d'un spécialiste.

2) Les "meilleures" combinaisons

Trois accords au total, crt 9 et 14 et 17 (pour ce dernier accord, voir ci-dessus), ont été accompagnés d'un commentaire spontané "c'est bien", noté (A >) :

3	14	925	200	200	285	240	5	A	16	A >
15	17	925	200	285	200	240	35	A >	11	A >
23	17	925	200	285	200	240	21	A	3	A >
30	9	920	200	240	240	240	13	A	8	A >

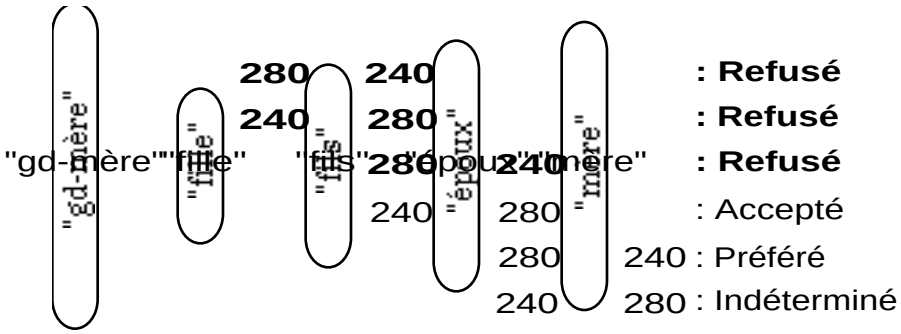
La valeur de ce commentaire est remarquable lorsqu'un même accord, crt 17, présenté quatre fois (propositions n°15 et 23 soumises chacune deux fois) reçoit ce commentaire trois fois.

Deux de ces accords, crt 14 et 17, présentent les trois intervalles constitutifs 200, 240 et 280 cents, et crt 9 ne présente que deux intervalles, celui de 280 cents n'étant pas réalisé. Leur conformité, du point de vue de l'ambitus est la même que les accords acceptés sans autre commentaires : 920 cents environ (hormis l'accord équipentatonique). C'est donc dans l'ordre de succession des intervalles constitutifs que l'on doit chercher les raisons de cette préférence.

La comparaison de ces trois accords avec ceux acceptés sans aucun commentaire montre que la différence tient beaucoup à l'intervalle entre les deux lames les plus aiguës du xylophone. Les accords préférés ont à cette position un intervalle de 200 cents, tandis que ceux acceptés sans commentaire y sont le plus souvent pourvus de l'intervalle de 240 cents (cf. tableau ci-dessous, colonne en caractères gras). Seulement trois accords sur dix — crt 16, 13 et 15 — présentent un intervalle de 200 cents entre les lames aiguës, dont deux (crt 13 et 15) ont reçu, de surcroît, une réponse contradictoire (accepté puis refusé).

1	28	925	**240**	200	285	200	-	-	13	A
5	16	925	**200**	240	285	200	9	A	8	A
6	10	920	**240**	200	240	240	17	A	10	A
10	20	925	**240**	200	285	200	7	A	12	A
14	25	960	**240**	240	240	240	8	A	6	A
17	12	920	**240**	240	240	200	4	A	16	A
18	11	920	**240**	240	200	240	17	A	9	A
25	28	925	**240**	200	285	200	16	A	4	A
27	13	925	**200**	200	240	285	17	A	-8	R:5-
28	15	925	**200**	240	200	285	22	A	-3	R:5-

De plus, nous avons vu plus haut que l'intervalle de 280 cents, lorsqu'il est réalisé entre les lames "père" et "fils", ne doit pas être contigu à un intervalle de 240 cents : en d'autres termes, la succession des intervalles de 240 et 280 cents n'est pas du tout autorisée entre les lames "époux", "fils" et "fille" — c'est à dire entre les trois lames situées au centre du xylophone. Mais si la réaction est plus ambiguë quant à cette même succession entre les lames "mère", "époux" et "fils" — les trois lames situées à droite —, il apparaît que l'accord est préféré quand il présente la combinaison la plus opposée, crt 17, de celles qui sont refusées, crt 18, 21 et 24, (les accords crt 13 et 15, où l'intervalle de 280 est situé entre les deux lames les plus grave, étant indéterminées) :



Sachant que les lames sont jouées successivement de droite à gauche pour vérifier la conformité d'un accord (cf. ci-dessous 2.3.2.4.), il apparaît que les deux combinaisons qui ne font pas entendre la succession des intervalles de 240 et 280 cents sont ou bien préférée, ou bien indéterminée. Or, nous avions constaté plus haut, en vérifiant la règle n°8 (2.3.2.1., point 5)), que la combinaison indéterminée avait été souvent acceptée par l'autre musicien, D. Bawassan. Il y a donc tout lieu de penser ici que la préférence de telle ou telle combinaison varie selon le musicien, et résulte de préférences personnelles où le choix d'une combinaison exclue *l'éventualité* même de l'autre.

3) La limite de l'ambitus

L'accord crt 26, présenté également deux fois à chaque séance (propositions n° 11 et 19) montre aussi de grand contrastes des temps de réaction. Cet accord, caractérisé par un grand ambitus, à la limite de sa marge de réalisation (965 cents), a nécessité un certain temps pour être refusé. Mais l'accord crt 25 présente le même ambitus (960 cents) et a été accepté, sans hésitation :

11	26	965	200	240	285	240	-29	R:+	-15	R:3+
14	25	960	240	240	240	240	8	A	6	A

L'ambitus ne serait donc pas le seul critère de refus. Cependant ni les intervalles réalisés, ni leur disposition ne semblent mauvaises, à moins que l'encadrement de l'intervalle de 280 cents par deux intervalles de 240 cents soit la cause du refus, ce qui revient à considérer que l'ambitus est mauvais dans un cas (crt 26, refusé), et bon dans l'autre (crt 25, équipentatonique, accepté).

Nous avons là une hypothèse contradictoire — ambitus de 960 cents accepté et refusé à la fois — à moins de considérer que la marge de réalisation de l'ambitus est inférieure à 960 cents, *sauf dans le cas de l'accord équipentatonique qui constituerait une exception.* L'indécision de Bawassan au sujet de cet accord, tantôt accepté (cf. 2.1.2.7.), tantôt refusé, tend à confirmer cette hypothèse.

Afin de valider cette hypothèse, il faut pouvoir vérifier que *l'accord équipentatonique aurait une structure véritablement indépendante de l'ambitus*, quand bien même les musiciens lui donne la plus grande importance. Tel est l'objet du point suivant.

4) L'équidistance

La caractéristique principale de l'accord équipentatonique, défini comme étant la division de l'octave en cinq intervalles égaux, est l'équidistance des intervalles qui le constitue. Or, du point de vue du xylophone manza à cinq lames (soit quatre intervalles conjoints), trois combinaisons présentent des intervalles égaux, c'est à dire la réalisation d'un seul des trois intervalles constitutifs :

800	200	200	200	200
960	240	240	240	240
1120	280	280	280	280

La structure de ces trois combinaisons est équivalente en ce qu'elle est équidistante. L'ambitus de chacune de ces combinaisons diffère sensiblement, or, pour que l'accord équipentatonique est accepté indépendamment de son ambitus — vérifiant ainsi que l'ambitus est inférieur à 960 cents, l'accord équipentatonique étant une exception —, il faudrait que ces trois combinaisons soit acceptées.

Cette éventualité n'avait pas encore été imaginée en ces termes lorsque nous avons élaboré le protocole de l'expérimentation. Mais nous avons présenté la combinaison reposant sur le seul intervalle de 200 cents, afin de vérifier qu'un ambitus de 800 cents est refusé, ainsi que l'accord équipentatonique. Comme on pouvait s'y attendre en raison de la marge de réalisation de l'ambitus, la première combinaison a été refusée (et l'accord équipentatonique, accepté)[1].

Ce refus doit pourtant être nuancé car il a été donné avec des temps très long : 30 et 24 secondes, soit pratiquement les deux plus longs temps de réaction observés pour les refus. Vu l'importance déjà soulignée de l'ambitus dans le jugement des musiciens, on pouvait s'attendre à ce qu'il soit refusé très rapidement, ce qui est généralement le cas. De plus, il n'y a pas d'effet d'habituation de D. Moussa à cet accord : le temps de réaction est aussi long lors des deux séances. Autrement dit, l'ambitus n'aide pas le musicien à juger de la conformité de cet accord, et il y a un conflit entre l'ambitus — non conforme — et la structure équidistante — conforme —, entraînant une longue hésitation : D. Moussa a recherché longuement les causes

[1] Non présentée, la succession de 280 cents devait aussi être refusée, pour la même raison.

d'un si petit ambitus alors même que la structure de cet accord lui paraissait, à juste titre, conforme. Le détail de l'expérimentation n° 14 est significatif :

Expérimentation n°14, bande Manza 1990-1

0:08:46:00	FV annonce **crt 1**, gamme par ton
0:08:50:15	L1-2-3-4-555, 1-2-3-4444...
0:08:56:15	D. Moussa essaie de jouer une pièce, teste encore les lames 1-2-3-4-5, entend l'intervalle entre les lames 5 et 4 (ambitus), montre la lame 4 mais ne semble pas tout à fait sûr de lui...
0:09:10:00	intervention d'un musicien G ?(hors-champ) : D. Moussa, avec S, lui explique que tout a changé, que ce n'est plus le même accord d'avant qui était bien.
0:09:31:00	reprise des tests : lames 1-2-3-4-5555-111, commence à nouveau une pièce
0:09:38:15	D. Moussa montre à nouveau la lame 4, rejoue une petite "phrase"
0:09:41:15	refusé : cette fois-ci, D. Moussa refuse catégoriquement l'accord; il explique que la seconde lame est trop grave, il faut la monter. D. Moussa rejoue encore l'accord :1-2-3-444, sans être tout à fait convaincu; SG lui demande d'arrêter.

Cette séquence révèle bien la perplexité dans laquelle un accord équidistant le plonge quand l'ambitus n'est pas respecté.

De même lors de l'expérimentation n°18, où le même accord provoque la plus longue séquence de vérification des lames :

Expérimentation n°18, bande Manza 1990-2

1:11:54:00	**crt 1**
1:12:00:00	L1-2-3-4, 1-2-1-2-3-4, 3-4-5, 1-3-4-5, -2-1-2-3-4-5, 1-1-1-2-2-2-3-3-3-4-4-4
1:12:24:00	refusé : D montre L4 en regardant G qui paraît d'accord, D. Moussa :"*maagasa*", SG :/ça gros/ (grave).

Ces extraits montrent clairement que l'équidistance est une notion plus prégnante encore que l'ambitus, dont on a pourtant vu l'importance. Mais surtout, *du point de vue de la conception du musicien manza, l'équidistance en tant que structure abstraite est parfaitement reconnue en tant que telle, et semble transcender les règles les plus importantes de la réalisation de l'accord des xylophones*. L'existence d'une telle conception de l'échelle musicale est ici parfaitement attestée, en dépit des hypothèses qui peuvent être posées à son sujet (cf. 1.1.).

2.3.2.4. Les conduites de vérification des musiciens

Les procédures qu'utilisent les musiciens pour juger de la conformité des accords peuvent apporter des indices supplémentaires afférent directement aux structures d'accord, ainsi qu'aux phénomènes liés à la reconnaissance des intervalles. Ayant précédemment remarqué que la compétence de D. Moussa et de D. Bawassan n'est pas la même, nous voulions aussi savoir si chacun recourt aux mêmes conduites de vérifications. L'ordre des lames jouées afin de vérifier la conformité des accords est-il le même pour chacun des musiciens ? La conduite de vérification est-elle plus rigoureuse pour un facteur d'instrument, comme on pourrait le croire s'il y a, traditionnellement, une compétence particulière pour cette tâche.

Les conduites de vérifications, c'est à dire l'ordre selon lequel sont jouées les lames pour vérifier la conformité d'un accord, ont été distinguées en *schémas*, consistant en un ordre de lames jouées d'un trait, isolés d'autres schémas ou du jeu d'une pièce musicale par une pose marquée par le musicien. Cette pause, qui est ici notre critère pour distinguer les différents schémas entre eux, est marquée :
- *temporellement*, par une attente dont la longueur contraste avec la rapidité avec laquelle les lames sont jouées dans un schéma;
- *et gestuellement*, quand un geste contraste avec ceux de frappe des lames (il s'agît d'une suspension du geste, ou d'une levée de la main), le plus souvent accompagné de l'ensemble du corps, et des yeux (le musicien redresse le buste, la tête, les yeux).

Pour l'ensemble des expérimentations menées en 1989 et 1990, six schémas ont été relevés parmi les conduites utilisées par Bawassan et Moussa. Ces schémas, ci-dessous, sont présentés dans l'ordre de frappe des lames (la numérotation des lames étant effectuée de la droite vers la gauche du musicien).

Le premier et second schéma (a et b) s'appliquent à trois lames ou moins, quand deux ou trois lames seulement sont vérifiées à ce moment. Les quatre autres schémas (c à f) s'appliquent à la vérification de l'ensemble des cinq lames du xylophone :

a) 1 - 2, ou : 2 - 3, ou : 3 - 4, ou encore : 4 - 5
b) 1 - 2 - 3, ou : 2 - 3 - 4, ou : 3 - 4 - 5
c) 1 - 2 - 3 - 4 - 5
d) 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 4 - 3 - 2 - 1
e) 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 4 - 5 - 3 - 4 - 2 - 3 - 1 - 2
ou (variante) : 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 4 - 3 - 4 - 2 - 3 - 1 - 2
ou (variante) : 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 4 - 2 - 3 - 1 - 2
f) 5 - 4 - 5 - 3 - 4 - 2 - 3 - 1 - 2

g) 1 - 3 - 2 - 4

Certaines caractéristiques se dégagent de ces schémas :

- les six premiers schémas font appel à un jeu par lames conjointes, les intervalles entendus étant conjoints, sauf l'ambitus (du fait de la lame n°5 succédant ou précédant celle n°4);
- quatre schémas sont joués totalement où en partie de la droite vers la gauche du musicien (a, b, c et g);
- deux schémas vont de droite à gauche dans un premier temps, comme les schéma précédents, puis parcourent ensuite le xylophone dans l'autre sens en descendant de deux lames tout en remontant d'une lame à chaque fois : les hauteurs sont parcourues de façon disjointe et descendante en même temps que s'intercale un mouvement ascendant et conjoint (e, et f). Le schéma f suit le seul parcourt descendant de hauteurs disjointes, inverse du schéma g);
- un schéma (d), "aller-retour", procède par lames conjointes de droite à gauche puis de gauche à droite;
- un seul autre schéma (g) est joué par lames disjointes de deux en deux, donnant un profil ascendant aux hauteurs disjointes, inverse à celui.

La fréquence d'utilisation de ces schémas apparaît dans le tableau ci-dessous, où nous les avons rapportés selon qu'ils sont joués par Bawassan ou par Moussa, au sein des diverses expérimentations. Les expérimentations sont notées par leur numéro de présentation en Annexe. Le signe n° rapporte à l'expérimentation correspondante, et le signe R aux réaccords (exemple : n°8 pour l'expérimentation n°8, et R4 pour le réaccord n°4) :

Schémas de conduite de vérification de Bawassan et de D. Moussaau sein des diverses expérimentations

schéma	Bawassan	Moussa
a	R3; R4	n°18; n°19
b	n°6; n°11; n°15 R4	n°18; n°19 R6; R7; R8
c	n°1; n°3; n°5; n°6; n°11; n°15; R3	n°9; n°14; n°18; n°19 R5; R6; R7; R8
d	n°1; n°3; n°5; n°6; n°11; n°13; n°15; R3; R4	-

e	n°1; n°3; n°5; n°6; n°7; n°15; 16 R1	-
f	R4	-
g	-	n° 18; n°19

Les deux musiciens n'appliquent pas les mêmes conduites : seuls les schémas a), b) et c), les plus simples, sont communs à Bawassan et Moussa, ceux d) e) et f) n'ayant été utilisés que par D. Bawassan, et celui g) par D. Moussaseulement. Bien qu'aillant un tronc commun, celui de jouer les lames conjointement de droite à gauche, leurs conduites diffèrent sensiblement lorsqu'on observe que Bawassan utilise le plus souvent les schémas d) en "aller et retour", et e) qui suit toujours des mouvements ascendants conjoints même en descendant. Ces deux schémas sont inutilisés par Moussa. Au contraire, D. Moussarecourt au profil *ascendant et disjoint* des hauteurs (g), inutilisé par Bawassan, et même inverse aux profils de e) et f) auxquels ce dernier recourt :

Bawassan utilise en effet les schémas :

e) 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 4 - 5 - 3 - 4 - **{2 - 3 - 1 - 2}**

ou f) 5 - 4 - 5 - 3 - 4 - **{2 - 3 - 1 - 2}**

quand D. Moussarecourt à :

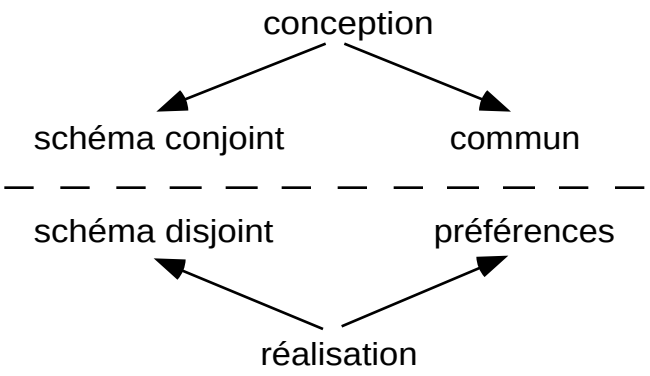
g) **{1 - 3 - 2 - 4}**

Vu les résultats très contradictoires de Bawassan lors des expérimentations faites avec lui en 1990, on pourrait penser que les schémas auxquels il est le seul à recourir ne suffisent pas pour vérifier la conformité d'un accord[1]. Mais qu'en est-il alors de ces réactions en 1989, lesquelles nous ont permis d'élaborer, puis de valider, les règles principales du modèle ? Il est vrai que seules les trois règles, déduites des réactions de Bawassan puis vérifiées, sont celles relatives à la grandeurs des intervalles constitutifs et de l'ambitus.

La compétence du facteur de xylophone — D. Moussa— n'est pas toujours partagée, ni dans les jugements de conformité, ni dans les gestes de vérification. Dans les cas nécessitant une grande attention, comme dans les expérimentations n°18 et 19, le facteur d'instrument utilise une conduite par intervalles disjoints ascendants, dont l'efficacité se révèle dans la très faible contradiction des jugements.

[1]Rappelons que les contradictions de Bawassan ne sont pas celle de ses réponses par rapport à notre modélisation du système manza, mais de ses propres réponses à différentes propositions qui lui ont été présentées en 1990 à plusieurs jours ou heures d'intervalles (cf. Annexes 1 et 3). Cette contradiction ne semble pas être survenue au cours des premières expérimentations de 1989.

Néanmoins, ce sont bien les schémas a, b et c, communs aux deux musiciens qui sont utilisé pour les réaccords (cf. 2.1.3.1.), et il sont tous *conjoints et ascendants*, et c'est de cette façon dont est déterminée la grandeur des intervalles constitutifs. On peut alors se demander si le schéma *disjoint* ne s'appliquerait pas à la vérification des combinaisons d'intervalles : les préférence combinatoires des musiciens (cf. 2.3.2.2. et 2.3.2.3.). De ce point de vue, un schéma disjoint ne vérifie n'a pas la même fonction qu'un schéma conjoint. Ce dernier, qui est par ailleurs connu de tous les instrumentistes[1], se situe au niveau le plus abstrait de l'accord, celui des unités et du principe conceptuels combinatoire. Le schéma disjoint, au contraire, s'applique à la réalisation du système, et est nécessairement lié à des choix :



Ainsi, la différence relevée entre les deux musiciens manza tient moins à leur compétence respectives qu'à des préférences combinatoires qui les distinguent. Mais ces préférences sont possibles dans la mesure seulement où une même conception du système est partagée, et ce d'autant plus facilement que le schéma qui lui est associé est simple. On notera que les intervalles dont la grandeur était la plus ambiguë ont été effectivement refusés en recourant seulement au schéma conjoint ascendant le plus simple (cf. Annexe 1, expérimentation n°19, bande Manza 1990-3).

2.3.3. Le modèle d'accord manza

La grandeur des intervalles constitutifs du système d'accord manza a été vérifiée, et les deux premières règles du modèle d'accord manza ont été validées. Malgré la faible distance qui sépare les trois intervalles constitutifs, leur opposition est attestée par l'indétermination des réponses lorsqu'une valeur donnée se situe exactement entre deux intervalles constitutifs, du fait de leur marge de réalisation. Les deux premières règles du modèles sont validées.

---

[1] Nous avons en effet pu observer que d'autres musiciens, même non xylophonistes, recourent au schéma de vérification par intervalle conjoint.

La troisième règle nécessite d'être modifiée, puisque la limite supérieure de l'ambitus est inférieure à 960 cents, sauf dans le cas de l'accord équipentatonique qui en est la seule exception. Nous avons aussi pu déterminer que c'est la prégnance conceptuelle de la structure équidistante qui en est l'origine.

On comprend mieux maintenant l'importance donnée à l'ambitus dans le jugement des musiciens, en même temps que la disposition particulière des lames du xylophone manza (cf. Introduction : Les xylophones centrafricains) : la seule vérification de la grandeur de l'ambitus permet aux musiciens de savoir si la grandeur et le nombre des intervalles constitutifs est respectée. Fonction qu'on mettra en relation avec la position contiguë des deux lames permettant de faire entendre l'ambitus lorsqu'on joue les lames conjointement lors d'un jugement de conformité. Il s'agît donc d'une règle ayant trait directement aux modalités de réalisation du système que transcende le concept d'équidistance (d'où l'exception de l'accord équipentatonique). La limite supérieure sera fixée à 940 cents en tenant compte des marges de réalisation possibles des trois intervalles constitutifs.

Les règles n°4, 5 et 6 ont été infirmées dans la plus grande partie de leur énonciation. L'un des intervalles des trois constitutifs peut ne pas réalisé, ou être réalisé autant de fois que possible si la grandeur de l'ambitus soit respectée. Il n'y a donc aucune contrainte de plus que celle de l'ambitus quant au de nombre de fois que doit être réalisé chaque intervalle constitutif. La règle n°3 relève donc plus des modalités de réalisation des intervalles constitutifs que de leur grandeur.

Il existe trois contraintes quant aux modalités de combinaison des intervalles constitutifs, et concernent toujours l'intervalle de 280 cents. Celui-ci ne peut en effet être situé entre les deux lames les plus aiguës du xylophone d'une part, ne peut pas succéder ni précéder un intervalle de 240 cents lorsqu'il est entre les deuxième et troisième lames ("époux" et "fils").

Nous énoncerons les règles du modèles comme suit :

Deux règles définissent la grandeur des intervalles constitutifs de l'accord manza :

1) le système d'accord du xylophone manza est fondé sur une combinatoire de trois grandeurs minimales d'intervalles de 200, 240 et 280 cents;

2) la marge de réalisation des intervalles constitutifs est de l'ordre de ±15 cents;

Seul l'ambitus restreint le nombre de réalisations de chacun des intervalles constitutifs :

3) l'ambitus de xylophone ne peut être inférieur à 900 cents, ni dépasser 940 cents. Il limite le plus grand nombre des combinaisons possibles et admet une exception dans le cas de l'accord équipentatonique, dont la structure équidistante est plus prégnante que celle de l'ambitus.

Il existe deux règles de combinaisons des intervalles :

4) l'intervalle de 280 cents ne peut être situé entre les deux lames les plus aiguës du xylophone;

5) l'intervalle de 280 cents ne peut succéder ni précéder un intervalle de 240 cents lorsqu'il est entre "l'époux" et le "fils".

On remarquera que ces deux dernières règles ont en commun de ne pas créer de trop grands intervalles disjoints dans le registre haut de l'instrument, ce qui n'est vraisemblablement pas sans rapport avec le chant : les quatre lames les plus aiguës correspondent le plus souvent à la partie soliste du chant[1], et ces règles permettent ainsi d'éviter de grands intervalles dans le registre haut du chanteur soliste. La substitution de la seconde majeure par la tierce se situera donc principalement, dans le chant, dans la partie du choeur, et dans l'accord du xylophone, entre les lames plus graves.

*

* *

Ce système d'accord est parfaitement original puisque l'association des trois intervalles qui le constituent n'a jamais été observée ultérieurement, ni dans d'autres traditions musicales. La possibilité que l'intervalle équipentatonique a d'être associé à d'autres intervalles non-équidistants suscite de nouvelles réflexions sur la nature des échelles équidistantes : aucun cadre théorique n'avait envisagé une telle possibilité. La situation est ici d'autant plus paradoxale que le xylophone manza, composé de cinq lames, ne fait jamais intervenir l'octave alors même que l'intervalle équidistant résulterait, par définition, d'une division de l'octave. C'est donc bien la définition même de l'intervalle équipentatonique qui est mise en cause à travers ce système d'accord.

L'étude des procédures de réaccord et les réaccords n°2 de D. Bawassan et n°7 de D. Moussafont apparaître que la réalisation de l'intervalle équidistant ne fait pas

[1] Communication personnelle de Vincent Dehoux.

appel à une division, mais aux intervalles conjoints ascendants (il s'agît de l'accord de la lame 3) :

Réaccord n°7, bande Manza 1989-5

0:39:32:02	D. Moussa joue 12345, 1234, 123, 3 et agit sur le curseur (sans jouer la lame), joue 123,3 et accorde encore :
0:39:45:00	tandis qu'il joue : 123, 455555
0:39:47:19	-"ma bé" /c'est bien/, gestes et jeu : si 3 - 8tu

ceci, pour obtenir un intervalle de 230 cents (cf. 2.1.3.3.), soit à cinq centièmes de ton de l'intervalle équipentatonique[1]. Il y a donc lieu de penser que l'intervalle équipentatonique est réalisé dans la succession, soit par *addition*, de deux intervalles conjoints, et non par la division de l'octave. Mais les intervalles de 200 et 280 cents sont accordés selon le même procédé, avec la même précision. Ceci rend l'explication de leur formation encore problématique, mais élimine toute hypothèse fondée sur les théories de la fusion ou da résonance.

[1]On notera que l'intervalle situé antre les lames les plus aiguës (lames 3 et 4) ne sont pas jouées pendant ce réaccord. Or cet intervalle présentait un grand écart + 17 cents que nous avions eu du mal à interpréter. Il apparaît ici que la valeur de cet écart n'est pas pertinente, comme nous avons été amenés à le croire ensuite, dans la mesure où il n'a pas été entendu.

3. MODELISATION II : CONCEPTION

L'application d'une procédure expérimentale auprès des Gbaya[1] avait l'avantage de réunir dans une même recherche l'accord de xylophones solistes. Réunis sous une même problématique propre à ce type de formation, nous pouvions aborder la problématique des accords des xylophones en comparant deux formations instrumentales minimales et constituant le noyau d'une recherche à plus long terme sur les divers orchestres de xylophones. Nous avons rencontré Justin Wazunam au village de Zéré, situé à quelques 40 km à l'est de Bossangoa. Ce musicien était déjà connu de Arom et de Dehoux pour ces qualités d'instrumentiste et de facteur de xylophone.

Les premières expérimentations menées en 1989 auprès des Manza n'avaient pas encore été dépouillées lorsque nous commencions cette recherche chez les Gbaya. Nous n'avons donc pas eu la possibilité de chercher à vérifier le modèle manza au système d'accord gbaya. Nous avons au contraire cherché à développer la méthode expérimentale en développant l'aspect *interactif*.

Nous avons vu, chez les Manza, l'importance qu'il y a de donner aux musiciens la possibilité d'agir au sein de l'expérimentation et sur les propositions d'accords. Nous décidions donc de mettre le plus à profit la spécialisation de Wazunam dans la construction des xylophones, et décidions d'essayer de faire, avec lui, le plus grand nombre de réaccords. De même, étant donné l'importance de la problématique du timbre, nous avons tenté d'établir une interaction entre le musicien et nous-même dans la modélisation du timbre.

L'expérimentation aura donc été menée selon deux angles différents : l'un, chez les Manza, essentiellement basé sur la perception, l'autre, avec ce musicien gbaya, orienté plus directement vers la conception par l'analyse des phénomènes liés à l'accordage d'un instrument.

[1]Rappelons qu'il s'agît ici du sous-groupe linguistique gbÉyá ,du groupe gbaya.

3.1. Le modèle de timbre

Une première expérience sur la perception de l'inharmonicité du timbre, comparable à celle menée chez les Manza (cf. 2.1.1.) a été effectuée (expérimentation n°1, bande Gbaya 1989-1). A l'instar des résultats définitifs obtenus chez les Manza, les timbres les plus harmoniques sont préférés : le timbre de synthèse les plus harmoniques Xylo2a et Xylo 2f ont été acceptés, tandis que ceux Xylo 2e et Xylo 2j, les plus inharmoniques ont été refusés. Un seul timbre, à l'inharmonicité moyenne, Xylo 2i, a été accepté, tandis qu'il avait été refusé chez les Manza. L'harmonicité est donc autant préférée chez les Manza que chez les Gbaya.

Mais il s'agît là de réactions perceptives, et les résultats sont fortement liés aux modèles de timbre qui ont été donnés à entendre aux musiciens. Comme pour les hauteurs, il était nécessaire de pouvoir laisser le musicien intervenir sur les modèles de timbre. La situation idéale aurait été de demander au musicien de synthétiser lui-même un timbre qui serait pour lui celui d'un xylophone gbaya, comme nous l'avons fait pour l'accord du xylophone (cf. Discrétisation du continuum sonore : 2.1.4. et ci-dessous, Une simulation d'accordage : 3.2.1.).

Nous avons donc demandé à Wazunam, en 1989, de construire, sur le synthétiseur, une ou plusieurs lames de xylophone, et de régler le son comme cela lui conviendrait. Cependant, l'apprentissage aux techniques de synthèse sonore par modulation de fréquence est trop long pour être acquis ne serait-ce en quelques jours. Il fallait donc configurer le synthétiseur de façon à ce que le musicien intervienne lui-même dans le processus de synthèse : un même curseur accessible par le musicien pouvait recevoir différents paramètres de synthèse. Ainsi, sur le même algorithme de synthèse que les sons Xylo 2, le musicien pouvait tantôt enrichir le spectre d'un plus ou moins grand nombre de composantes harmoniques, tantôt régler le taux d'inharmonicité de ces composantes.

Nous pouvions alors observer les actions de Wazunam, et noter, au fur et à mesure, les valeurs paramétriques du timbre ainsi obtenu. En dépit de nombreuses erreur de programmation du synthétiseur, un certain nombre de traits sont apparus, et viennent vérifier les données un certain nombre de traits déjà dégagés précédemment chez les Manza (cf. 2.1.1.). Il s'agît de l'expérimentation n°4 effectuée en 1989 (cf. expérimentation n°4, bande vidéo Gbaya 1989-2, Annexe I).

Trois observations ont été faites :

1) *la fréquence propre du résonateur, fait de courge ou de corne de boeuf, doit être parfaitement accordée à celle de la lame*. En effet, lorsqu'une seule fréquence, sinusoïdale, a été proposée à Wazunam, celui-ci considère alors que "le résonateur et la lame se conviennent". Ceci vient confirmer la préférence des Manza pour un timbre harmonique d'une part, et pour une absence de rugosité d'autre part : ces deux qualités spectrales sont en effet équivalentes sur le plan de la perception des hauteurs.

2) *Un grand nombre de composante harmoniques est recherché*. L'ajout du deuxième harmonique à la fondamentale est préféré, car sinon "c'est comme si le son n'allait pas jusqu'au fond de la calebasse". Et la superposition d'un troisième harmonique est encore préféré. Par la suite, l'intervention directe de Wazunam sur la richesse du timbre aboutira à un timbre très brillant, apparemment très éloigné d'un son de xylophone.

Les analyses spectrales effectuées par la suite en laboratoire à Paris ont montré qu'une telle caractéristique spectrale, avec un grand nombre d'harmoniques de forte intensité, est obtenu sur les xylophones grâce à la seule présence du mirliton (cf. Appendice 2).

La précédente remarque de Wazunam montre que celui est parfaitement conscient de cette fonction du mirliton dans le timbre : le son s'enrichit en harmoniques quand il atteint le fond du résonateur, précisément là où se situe le mirliton. Cette donnée est nouvelle, et l'intention évidente d'enrichir le timbre en composantes harmoniques grâce au mirliton n'avait pas été remarquée chez les Manza, ni par les analyses acoustiques.

3) *L'inharmonicité spectrale est évitée.* Nous avons ensuite paramétré le synthétiseur de façon à ce que l'action faite sur le curseur règle ou dérègle l'harmonicité des composantes théoriquement harmoniques. Nous avons donc proposé un timbre inharmonique, que Wazunam a ensuite rendu lui-même quasi-harmonique, à 10 cents près.

Malgré les difficultés rencontrées dans l'expérimentation précédente, nous avons renouvelé la procédure en 1990, mais, cette fois ci en recourant à un ordinateur sur le terrain, permettant de rendre la synthèse plus aisée. Aussi, les critères pertinents ayant déjà été déterminés, il ne s'agissait plus que de demander à Wazunam d'effectuer un ultime réglage d'un modèle élaboré en laboratoire, sur la base des précédents résultats et d'analyses spectrales, où seules les valeurs d'intensité de l'algorithme devaient être fixées. Pour cela, il était suffisant de réaliser ces réglages nous-même sous le contrôle du musicien, ce dernier déterminant la fin du réglage.

Cette expérience avait d'autant plus d'importance que, comme on l'a vu précédemment (cf. 1.3.2.), le timbre ainsi synthétisé pouvait servir de modèle pour les mesures de différents xylophones centrafricains. On obtiendrait ainsi un modèle de timbre définitif susceptible d'être utilisé ultérieurement pour des expérimentations sur la perception des intervalles, ou encore auprès d'autres ethnies centrafricaines.

Le résultat (expérimentation n°5, bande Gbaya 1990-1) se présente sous la forme du timbre "Wazunam 5", décrit en Appendice 2. Il convient seulement de savoir ici que le résultat est proche d'un son de xylophone original pourvu d'un mirliton en bon état, très riche en harmoniques, l'intensité de celles-ci étant pratiquement constante. Le réglage de l'intensité des composante ayant pu être effectué pour chacune des lames du xylophone, il est apparu que le xylophone est, quant au timbre, globalement homogène, sauf la lame la plus aiguë qui doit avoir un son mat. Cette dernière observation, faite sur le synthétiseur, a été vérifiée sur les xylophones originaux, et ceux-ci ne présentent effectivement pas de mirliton sur le résonateur de cette lame.

Il est donc clair que l'hétérogénéité de timbre, qu'elle soit observée chez les Gbaya ou chez les Manza doit être attribuée aux difficultés de facture, ou à un mauvais entretien du xylophone, les lames du xylophone "idéal" ayant un timbre homogène : l'hétérogénéité de timbre souvent observée n'a donc aucune incidence, ni aucun lien avec la systématique interne de la musique manza et gbaya, et est encore moins liée à la conception de l'accord des xylophones.

3.2. Les intervalles constitutifs gbaya

La compétence de ce musicien ne faisait plus aucun doute quand, près de trois minutes après avoir essayé pour la première fois, en 1989, le synthétiseur en jouant une pièce, il nous affirme, en s'arrêtant de jouer, que la troisième lame de droite du synthétiseur, correspondant pourtant à l'accord original Gb87-1 (crt 39), était mal accordée :

"Première réponse", bande Gbaya 1989-1

0:02:00:00	présentation du travail à JW : "*il va nous dire si c'est bon ou pas bon, on va essayer de le faire ressembler le plus possible à son propre xylophone*".
0:03:50:00	VD lui remet les mailloches
	timbre **E1-11**, **crt 39**
0:04:00:00	JW commence à jouer
0:05:00:00	JW s'arrête de jouer et désigne la troisième lame de droite, qu'il trouve fausse, et revoit l'accord des lames. Cette lame correspond à celle qui sur son propre xylophone n'a pas de résonateur.

L'accord crt 39 présenté ici à Wazunam était l'accord original de son propre xylophone Gb87-1, enregistré deux ans auparavant. Cette situation était comparable à celle déjà rencontrée chez les Manza, lorsque le xylophoniste Bawassan reconnaissait également que son propre xylophone (M89-2) était également mal accordé (cf. *supra* 2.1.3.2.). Ici, la réaction du musicien gbaya, Wazunam, s'expliquait parfaitement du fait que la lame correspondante, sur son propre xylophone, était dépourvue de résonateur (expliquant par ailleurs la difficulté rencontrée pour mesurer la hauteur de cette lame, tant par la tonie que par les mesures acoustiques : cf. *supra* 1.3.).

Dans la continuité de l'enquête, nous enchaînions l'expérimentation en demandant à Wazunam de réaccorder, sur le synthétiseur, cette lame défectueuse (cf. Annexe I, Réaccords n°1 et 2, bande Gbaya 1989-1).

Wazunam a accordé cette lame, la troisième en partant de la droite du musicien, par rapport aux deux lames les plus graves, n°11 et 12, situées à l'extrême gauche :

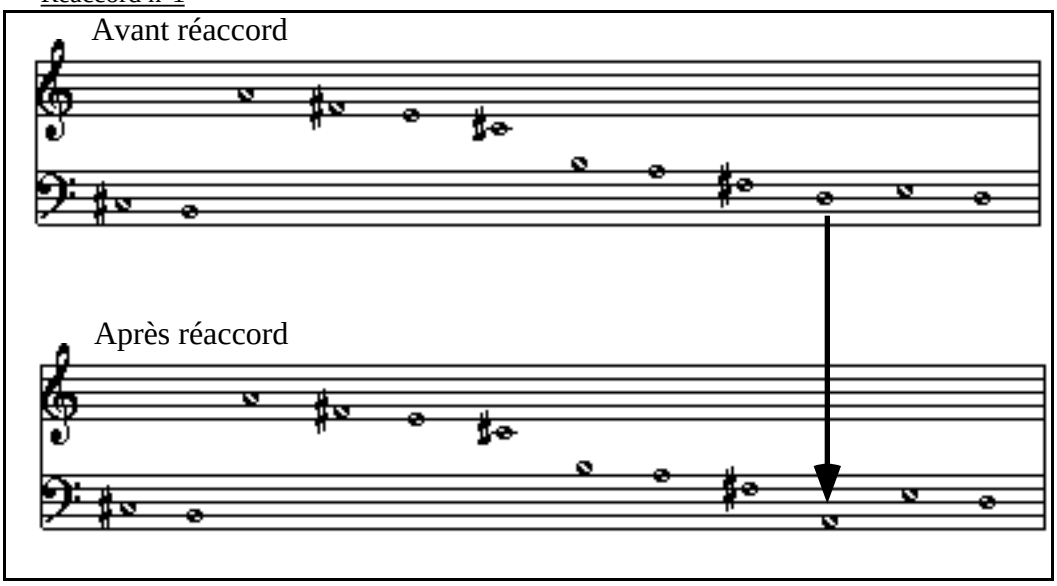
Réaccord n°1, bande Gbaya 1989-1

0:09:25:00	JW commence le réaccord
	JW compare lame n°3 avec celle n°12
0:09:45:00	baisse d'1/2 ton
0:10:00:00	comparaison de la lame 12 et celle 3, séparés d'environ 1/2 ton

0:10:25:00	baisse encore d'1/2 ton.
0:10:50:00	JW compare la lame n°3 et celle n°11
0:11:10:00	puis avec celles n°12 et 11,
0:11:30:00	compare l'intervalle formé par les lames 1 et 4 avec celui des lames 1 et 5 (formant respectivement, et approximativement, une quarte et une quinte)
0:11:40:00	JW joue d'abord homophone puis alterné, en explorant progressivement les lames du centre jusqu'aux lames extrêmes (graves)
0:13:10:00	fin du jeu, et interruption du travail par un villageois
0:14:20:00	JW se remet à jouer
0:14:40:00	nous lui demandons si l'accord est bien : "accepté".

Cette procédure nous étonnait, puisqu'elle diffère sensiblement de celle suivie par les Manza, alors que la configuration des hauteurs à travers les xylophones Manza et Gbaya sont similaires : les hauteurs y sont disposées de façon conjointe et ascendante de droite à gauche, sauf la lame la plus grave (parfois les deux plus graves chez les Gbaya) qui est toujours située à l'extrême gauche du xylophone (cf. Introduction). La procédure particulière suivie par Wazunam s'explique, comme nous allons le voir, par un soucis d'économie, et nous devons pour cela la considérer comme exceptionnelle : la hauteur attribuée par le réaccord de Wazunam à cette lame est la plus grave de tout le xylophone. C'est donc pour cela qu'elle était accordée en fonction des deux lames de gauches, sa hauteur était effectivement accordée par mouvement conjoint et ascendant, comme prévu :

Réaccord n°1



Une telle configuration des hauteurs des lames des xylophones, avec la lame la plus grave à droite, au milieu d'autre lames plus aiguës, est inhabituelle. Or, si cette

lame devait être accordée selon une hauteur située entre celle des deuxième et troisième lames, comme nous supposions qu'elle devait l'être, il aurait été nécessaire de baisser d'environ un ton les deux lames de droite, puis les deux lames de gauche : cinq lames au total aurait du être réaccordées, soit presque la moitié du xylophone ! Wazunam a donc choisi d'accorder cette lame à l'extrême grave, permettant ainsi de n'accorder qu'une seule lame, même si cela lui impose de changer sa technique de jeu du xylophone. Ce choix est d'autant plus judicieux que les deux lames de gauches et les deux autres de droite forment déjà un mouvement conjoint ascendant : il aurait été dommage Cependant, le défaut est ici minime, puisque la lame la plus grave, située ici exceptionnellement à droite de l'instrument, est rarement jouée.

Cette dernière raison explique également, que sur le xylophone original, cette lame n'est pas été réaccordée. Les lames n°11, 12, 1, 2 et 4 forment des intervalles conjoints, et en fait d'un xylophone à douze lames, nous avons ici, dans la pratique, un xylophone à onze lames.

C'est après cette rapide initiation de Wazunam à l'expérimentation que nous lui soumettions nos propositions d'accord, correspondant aux hypothèses d'accords. Outre l'accord original crt 39, trois autres accords différents ont été soumis à Wazunam. Les deux premiers accords (crt 55 et 57) sont des accords pentatoniques issus du cycle des quintes, c'est à dire de la forme DO-RE-FA-SOL-LA et DO-RE-FA-SOL-SIb, auxquels nous avons également, comme chez les Manza, ajouté une rugosité de 30 cents aux hauteurs (respectivement : crt 56 et 58). Le troisième accord (crt 59) est équipentatonique, proposé également avec rugosité (crt 60).

Les commentaires de Wazunam à ces propositions d'accord sont présentées dans le tableau suivant, selon la même présentation que celle que nous avons adoptée pour l'analyse des expérimentations menées chez les Manza. Nous rappelons seulement qu'à l'acceptation d'un accord, correspond le signe /A/ dans la colonne commentaires, et qu'à un refus correspond le signe /R/, suivi du numéro de la lame incriminée (de droite à gauche du musicien) :

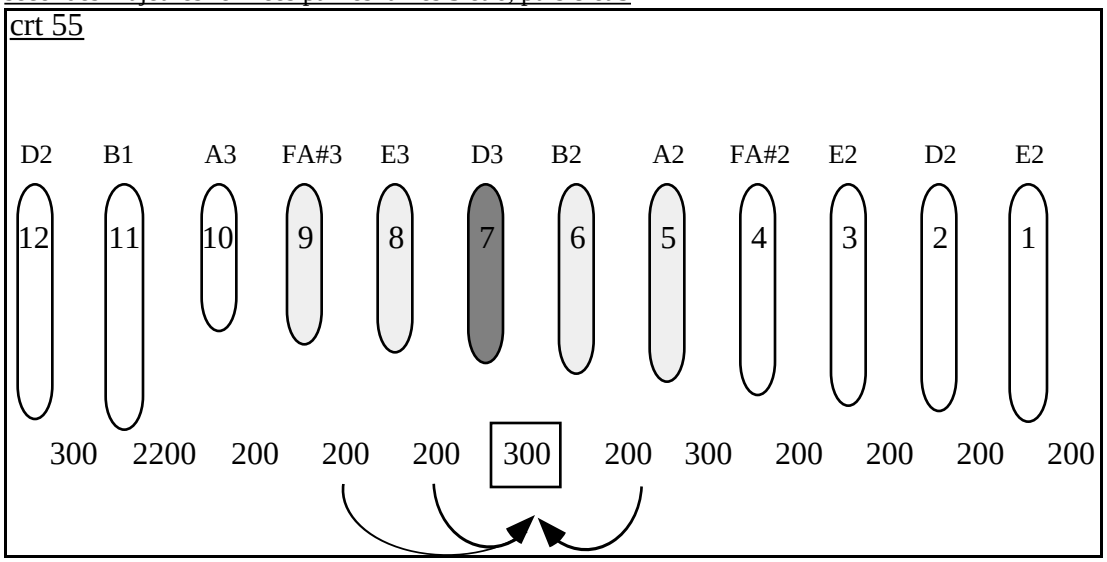
Commentaires de Wazunam aux propositions d'accord soumises en 1989

Accord	Description	Commentaire
crt 55	pentatonique SI-RE-MI-FA#-LA	R : 7
crt 56	idem. avec rugosité	?
crt 57	pentatonique SI-RE-MI-SOL-LA	?
crt 58	idem. avec rugosité	R
crt 57	pentatonique SI-RE-MI-SOL-LA	R : 6
crt 59	équipentatonique	A
crt 60	idem. avec rugosité	A?

Si bien peu de propositions ont été soumises à Wazunam, les commentaires de ce dernier confirme avec force, chez les Gbaya, les réactions observées chez les Manza : les systèmes pentatoniques du cycle des quintes (crt 55 et crt 57) ont été refusés sans équivoque, même avec rugosité (crt 56 et crt 58). Les deux non-réponses (/?/) relevées ici pour crt 56 et crt 57 ne correspondent pas à un doute du musicien, mais à une non-réponse, celui s'étant abstenu de répondre, et les chanteurs ayant réclamé l'interprétation d'une pièce (malgré ces accords).

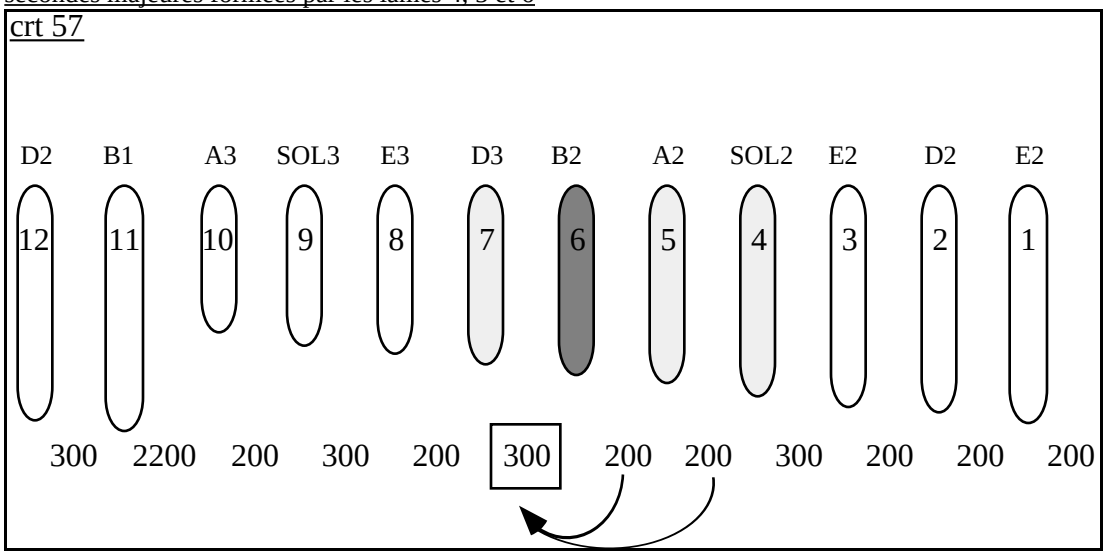
Les deux accords pentatoniques du cycle de quintes, crt 55 et crt 57, ont été refusés en désignant la septième lame pour le premier, la sixième pour le second, c'est à dire aux endroits mêmes où se trouve au moins une tierce mineure de 300 cents. Pour crt 55, la septième lame est comparée par Wazunam dans l'enchaînement des intervalles séparant les lames 8 et 9 d'une part, formant une seconde majeure, et les lames 5 et 6, formant également une seconde majeure (cf. Expérimentation n°3, bande Gbaya 1989-1, 1h12'30") :

Lame incriminée (n°7) dans l'accord crt 55, et la tierce qui lui est associée est comparée aux secondes majeures formées par les lames 5 et 6, puis 8 et 9



Pour crt 57, c'est la tierce de 300 cents qui suit la sixième lame qui est également désignée dans la succession des lames n°4, 5, 6 et 7, où la tierce est également comparée aux secondes majeures (cf. Expérimentation n°3, bande Gbaya 1989-1, 1h18'30") :

Lame incriminée (n°6) dans l'accord crt 57, où la tierce qui lui est associée est comparée aux secondes majeures formées par les lames 4, 5 et 6



Il apparaît clairement que, dans le système Gbaya comme dans celui des Manza, les tierces mineures de 300 cents sont trop grandes.

La manière selon laquelle Wazunam compare cette tierce avec les autres intervalles montre que la tierce de 300 cents est refusée *dans la succession des intervalles qui lui sont conjoints,* c'est à dire de la même façon selon laquelle procèdent les Manza (cf. 2.3.2.3.). Les autres intervalles n'étant pas désignés, et servant même de comparaisons pour incriminer l'intervalle de 300 cents, les secondes majeures de 200 cents apparaissent comme conformes.

3.2.1. Une reconstitution d'accordage

De retour à Zéré, en 1990, pour une autre série d'expérimentation, la première expérience fut de demander à Wazunam d'accorder le synthétiseur dans sa totalité, en ne lui proposant *aucun* accord initial : l'ensemble des douze sons étaient donnés à la même hauteur, ce qui correspondrait à autant de lames de bois de même longueur et de même épaisseur. La mise en oeuvre d'un tel accord du synthétiseur permettait de simuler la procédure suivie par un musicien pour accorder la totalité d'un xylophone, comme nous l'avions fait déjà en simulant la construction d'un xylophone par la synthèse sonore.

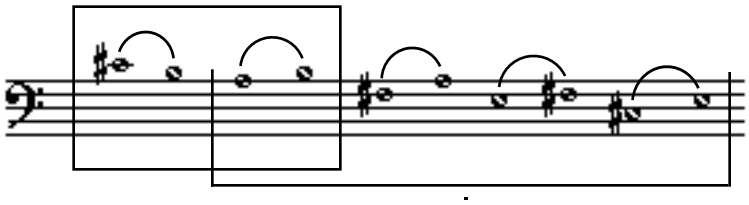
Du fait des contraintes d'accord sur le synthétiseur, l'accord devait se faire en deux temps. Après avoir choisi la touche à accorder, on pouvait effectuer :
- d'abord un accord grossier, par intervalles de 100 cents (un demi-ton), puis, après activation d'un curseur;
- puis l'accord fin de la touche, avec une précision de 1,17 cent (1/85ème de demi-ton).

La hauteur donnée initialement à toutes les touches était un LA#1 + 15 cents, correspondant approximativement à la hauteur absolue de la première lame d'un xylophone original. La procédure d'accord du synthétiseur est détaillée en Annexe I, "Accord *ex-nihilo*", bande Gbaya 1990-1.

Les procédures d'accord utilisées par Wazunam sont identiques à celles des Manza (cf. 2.1.3.1.) : l'accord d'une lame se fait par intervalles conjoints et ascendants. Les conduites de vérification sont aussi comparables (cf. 2.3.2.4.), et s'effectuent toujours par mouvement conjoint ascendant. Nous avons relevé une seule fois, un schéma alternant un intervalle conjoint ascendant et un intervalle disjoint descendant, identique à celui utilisé par Bawassan (cf. 2.3.2.4. schéma f), différent néanmoins en ceci que Wazunam a comparé un intervalle conjoint *descendant* avec un autre *ascendant* autour d'une même hauteur :

[**6 - 5 - 4 - 5**] - 3 - 4 - 2 - 3 - 1 - 2

aboutissant, en hauteurs approximatives, à :



où l'on voit que le mouvement conjoint descendant concerne précisément l'intervalle formant l'octave. C'est cependant, à ce moment, la hauteur précédent l'octave qui a été accordée, et ce schéma particulier n'est pas lié à l'accord de l'octave. De plus, nous verrons nous n'avons plus observé ce schéma descendant, et l'intervalle complétant l'octave est, sauf ce ces particulier, accordé comme tous les autres intervalles conjoints, d'où il résulte, pour l'octave, une grande marge de réalisation (cf. ci-après 3.2.2.2.).

L'accord des douze lames du synthétiseur a aboutit à la succession des intervalles conjoints suivant :

intervalle	cents
11-12	208
10-11	2625
9-10	207
8-9	230
7-8	275
6-7	244
5-6	226
4-5	258
3-4	200
2-3	300
1-2	200
12-1	277

Les quatre premières lames n'ont pas été accordées en accord fin. Il s'ensuit que la valeurs des intervalles qui séparent ces lames sont ceux donnés par défaut par l'accord grossier du synthétiseur : les intervalles de 200 et 300 cents ne sont pas le résultat d'une action d'accord précis de Wazunam. Or, la procédure particulière s'applique justement aux lames n°5 et 6, formant l'octave, qui ont subit une première action d'accord fin de Wazunam : il s'ensuit des intervalles de toute autre nature, l'un

ayant une valeur de 258 cents (lames 4 et 5) et de 226 cents (lames 5 et6) : le mouvement conjoint tantôt descendant, tantôt ascendant semble avoir pour objet *de rompre la régularité de la succession des intervalles du système occidental* donnée par défaut par le synthétiseur. C'est effectivement à partir de ce moment que Wazunam a ensuite fait systématiquement appel à l'accord fin du synthétiseur, créant ainsi successivement des intervalles de 244 (lames 6-7), 275 (lames 7-8), 230 (lames 8-9), 207 (lames 9-10), 208 (lames 10-11) et 277 cents (lame 1-12). Il y a donc lieu de considérer les premiers intervalles de 200 et 300 cents accordés grossièrement comme une tolérance du musicien, qu'on opposera à la précision avec laquelle celui-ci semble avoir réalisé trois grandeurs d'intervalles :

-d'environ 240 cents ± 10 cents (lames 6-7 et 8-9);

- d'environ 207 cents ± 1 cent (lames 9-10 et 10-11);

- d'environ 275 cents, ± 2 cents (lames 7-8 et 1-12).

Les deux premiers intervalles accordés finement présentent un écart plus grand par rapport à ces valeurs : 258 et 226 cents, soit pour le premier à égale distance entre les valeurs 275 et 240 cents, et pour le second à 14 cents de la valeur de 240 cents.

Cet accord a été présenté plus tard à Bawassan afin d'en vérifier la conformité. Celui-ci a jugé utile d'en réaccorder une lame, celle la plus aiguë (cf. Réaccord n°12, bande Gbaya 1990-2). En haussant sa hauteur, Wazunam a alors substitué l'intervalle de 207 cents précédemment accordé avec la lame qui la précède, par un intervalle de 230 cents. Cette intervention démontre que les valeurs de 207 et 230 cents ne sont pas équivalentes.

Il apparaît aussi que le schéma de vérification alternant un intervalle conjoint ascendant et un mouvement disjoint descendant a la même fonction que celle relevée chez les Manza (cf. 2.3.2.4.), et permet de vérifier les modalités de réalisation combinatoire du système.

Aussi, à deux intervalles près, ce premier accord effectué en totalité par le musicien présente les mêmes valeurs que celles des intervalles minimales du système manza. Et leur marge de réalisation (± 10 cents) est inférieure à celle observée chez les Manza (± 15 cents). Les deux intervalles exclus ont été accordés, comme on l'a vu, selon une procédure inobservée jusqu'à présent. Nous pouvons donc nous demander s'il ne s'agît pas d'une procédure inhabituelle, qui plus est n'a pas été reproduite par la suite : nous pensons qu'elle résulte d'une incidence du système

d'accord occidental ayant perturbé les schémas traditionnels d'accordage des xylophones.

3.2.2. Les réaccords

3.2.2.1. Les intervalles constitutifs

Un second réaccord a été effectué en 1989. L'accord crt 53 a été refusé à la seule écoute des lames graves (les autres lames n'ayant pas été jouées) et l'unisson formé par les lames 1 et 12 devait être changé. La hauteur de la première lame de droite à donc été haussée, diminuant ainsi la grandeur de l'intervalle de 300 cents formé avec la deuxième lame : en haussant la première lame de 124 cents pour éviter l'unisson, Wazunam à donné à l'intervalle initial de 300 cents une valeur de 239 cents, soit exactement l'intervalle équipentatonique. La réalisation de cet intervalle est d'autant plus remarquable qu'elle a été effectuée dans des conditions difficiles (deux lames à l'unisson), et comparable à la précédente reconstitution d'accord (cf. 3.2.1.).

Le demi-ton (124 cents) situé entre les deux lames extrêmes et résultant de cette première intervention n'était pas conforme : Wazunam a de nouveau réaccordé cet intervalle en modifiant la hauteur de la douzième lame, ce qui a réalisé une succession de trois intervalles équidistants dans une marge de ± 10 cents, et confirme ainsi la marge de réalisation de cet intervalle constitutif :

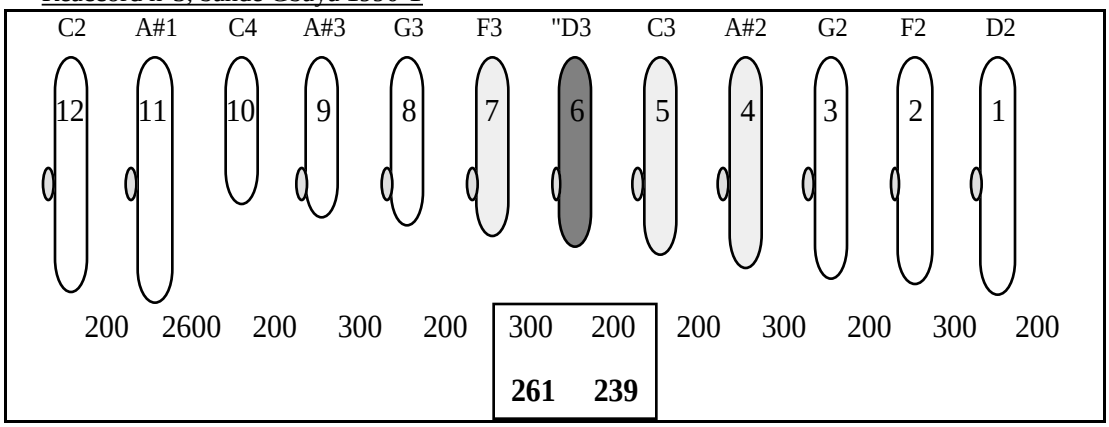
Réaccord n°2

lames	crt 53	crt 63	crt 37
11-12	200	**137**	**248**
10-11	2200	2200	2416
9-10	300	300	300
8-9	199	199	199
7-8	300	300	300
6-7	200	200	200
5-6	200	200	200
4-5	300	300	300
3-4	499	499	1099
2-3	300	300	900
1-2	300	**239**	**239**
1-12	0	**124**	**230**

La troisième lame avait toujours le même défaut (cf. plus haut : "première réponse"), et sa hauteur a de nouveau nécessité d'être réaccordée de façon à être la plus grave, quoique qu'approximativement étant donné sa mauvaise position dans le xylophone (réaccord n°1). Cette mauvaise disposition de cette lame a empêché le réaccord des autres lames qui auraient nécessité un réaccord; on peut se demander ce qu'il en serait advenu, vu la succession déjà obtenue de trois intervalles équipentatonique...

Le premier réaccord effectué en 1990 (cf. Annexe I, Réaccord n°3, bande Gbaya 1990-1), a porté sur la tierce mineure de 300 cents, que l'on sait trop grande, avec la sixième lame RE 3 (D3, à partir de la droite). La non-conformité de cet intervalle était ainsi vérifiée. Cette lame a été accordée en procédant de nouveau de façon conjointe et ascendante à partir des deux lames qui la précèdent (lames 4 et 5), jusqu'à la lame qui la suit (lame 7) :

Réaccord n°3, bande Gbaya 1990-1



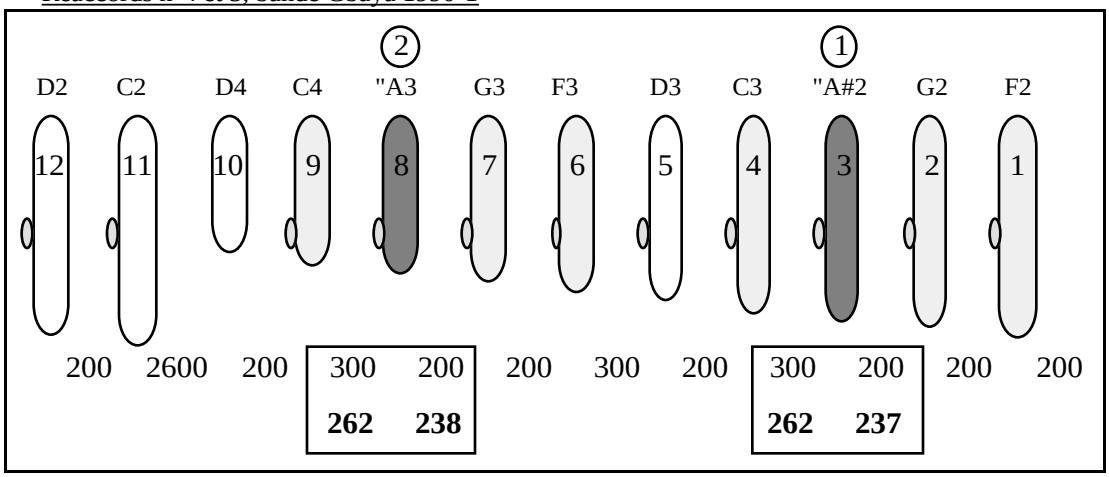
La succession des intervalles 200 et 300 cents a été changée en une succession 239 - 261 cents, soit, à un cent près pour l'un des intervalles, le second intervalle constitutif du modèle d'accord manza.

Dans l'hypothèse que les intervalles constitutifs de l'accord des xylophones gbaya sont identiques à ceux des accords manza, l'autre intervalle réalisé, de 261 cents, est très ambigu : à ± 20 cents il peut à la fois relever de l'intervalle de 280 cents que de celui de 240 cents. On ne peut donc savoir pour le moment s'il existe une opposition entre ces deux valeurs.

Le réaccord suivant présente les mêmes caractéristiques que le précédent. A trois cents près, *c'est à dire à moins de deux centièmes de ton,* les deux valeurs d'intervalles obtenues ici sont égales aux précédentes (la procédure de réaccord est toujours la même, conjointe et ascendante)[1] :

[1]Ce réaccord concerne deux lames différentes d'un même accord, et, pour cette raison, a été distingué lors du dépouillement en deux réaccords qui se suivent, n°4 et 5.

Réaccords n°4 et 5, bande Gbaya 1990-1

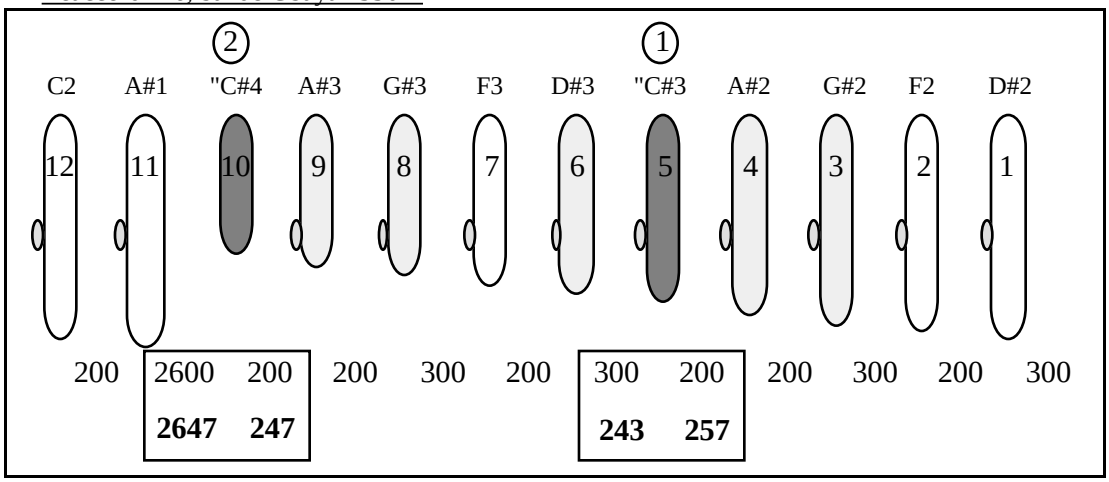


Lorsqu'un musicien reproduit à 3 cents près trois valeurs d'intervalles, on serait tenté de croire qu'il établi une distinction de nature entre deux valeurs distantes d'environ 20 cents.

Dans cette hypothèse, il y aurait lieu de considérer qu'il existe dans le système d'accord gbaya trois grandeurs d'intervalles, dont l'une diffère sensiblement chez les Manza : 200, 240 et 280 cents pour le système manza, et 200, 240 et 260 cents pour celui gbaya. Par ailleurs, la réalisation lors de l'accord *ex-nihilo* de deux intervalles de 275 cents tend à montrer que cet intervalle est souvent plus petit chez les Gbaya que celui qui lui correspond chez les Manza (280 cents).

La reproduction des résultats conforte cette hypothèse. Le réaccord suivant de crt 20 n'apporte apparemment aucune information supplémentaire, sinon que la précision est moindre (± 7 cents, soit 4 centièmes de ton) mais toujours très faible :

Réaccord n°6, bande Gbaya 1990-1



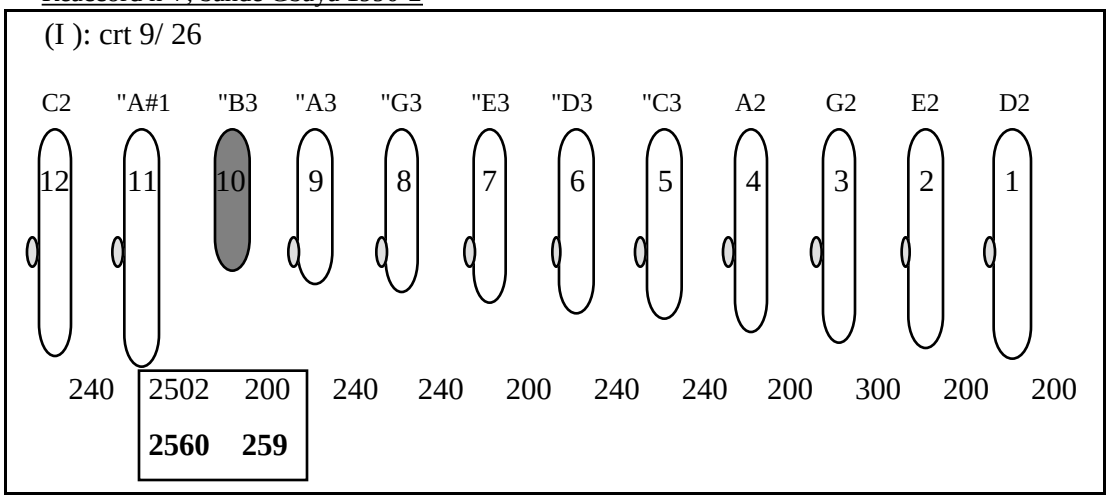
Il convient cependant de remarquer que la première lame réaccordée (lame n°5) crée deux intervalles distants de 14 cents seulement, et il devient plus difficile de considérer ces deux valeurs comme propres à deux unités distinctes. La deuxième lame réaccordée (lame n°10) fait apparaître un intervalle de 247 cents, c'est à dire

situé exactement à moins de 10 cents des deux valeurs issues du réaccord de la lame n°5 : on peut alors se demander si ces trois valeurs, situées dans une marge de 14 cents, n'appartiennent pas à la même unité. Que la tierce mineure ait été remplacée ici par un intervalle de 240 cents, et non de 260 cents, comme dans les cas précédents, conforte cette interprétation : il y a probablement eu substitution de l'intervalle de 260 cents par celui de 240 cents, aboutissant à l'annulation du contraste créé par deux valeurs très différentes — entre 200 et 300 cents — en faisant succéder deux intervalles sensiblement égaux. Ce résultat est, à ce titre, très comparable au réaccord n°2 aboutissant au réaccord de trois intervalles équidistants de 240 cents ± 10 cents. *Le musicien cherche apparemment à égaliser des grandeurs d'intervalles qui lui sont données inégales* : cette égalisation à lieu à 250 ± 7 cents, c'est à dire non loin de l'intervalle équipentatonique théorique.

La procédure de réaccord paraît aussi des plus efficaces : il suffit en effet au musicien de réaccorder une seule lame pour que la succession des intervalles devienne conforme : il aurait en effet été nécessaire de réaccorder deux lames pour atteindre la valeur de 240 cents escomptée. Ici, en n'accordant qu'une seule lame, Wazunam obtient un résultat équivalent du point de vue de l'égalité des intervalles, quitte à ce que la grandeur exacte des intervalles ne soit pas celle attendue : le concept d'égalité des intervalles paraît *nécessaire et suffisant*.

Afin de vérifier la conformité des trois grandeurs d'intervalles manza dans les système d'accord gbaya, nous avons présenté un accord présentant des intervalles de 200, 240 et de 300 cents. Cet accord à nécessité trois réaccords successifs. Le premier concernait la lame la plus aiguë. De même que pour l'accord effectué *ex-nihilo* sur le synthétiseur (cf. 3.2.1.), cet intervalle initialement petit (200 cents), a été agrandi à 259 cents. Cette valeur ne convenait cependant pas à Wazunam; il s'agît donc d'un accord intermédiaire :

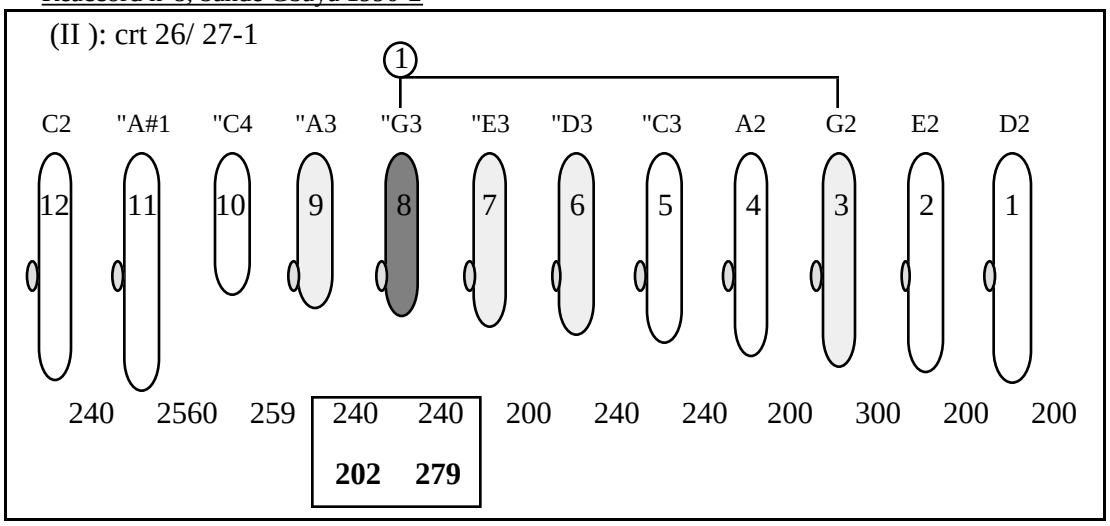
Réaccord n°7, bande Gbaya 1990-2



Le but de ce réaccord est sans aucun doute de modifier l'ambitus du xylophone, initialement une neuvième mineure occidentale (2500 cents), accordé en un intervalle plus proche de la neuvième majeure 2560 cents.

Ensuite, ce même accord a été modifié à l'endroit de la huitième lame, où se succèdent deux intervalles équidistants de 240 cents. Au vu de nos précédentes remarques, une telle action était pour le moins surprenante : quelques heures auparavant, Wazunam cherchait à accorder des intervalles conjoints égaux, alors qu'ici il rend inégaux des intervalles qui lui sont donnés égaux. Or, nous devons observer qu'ici tout particulièrement, Wazunam vérifie la justesse de la lame à accorder avec son octave inférieure (SOL3 - SOL2), en plus d'une vérification par intervalles conjoints ascendants : manifestement, c'est l'octave formée par les lames 3 et 8 qui doit être réaccordée, tout en vérifiant la bonne succession des intervalles formés par les lames 6, 7, 8 et 9. Le réaccord aboutira ici à une octave de 1160 cents, à nouveau trop petite pour être considérée comme une octave stricte :

Réaccord n°8, bande Gbaya 1990-2

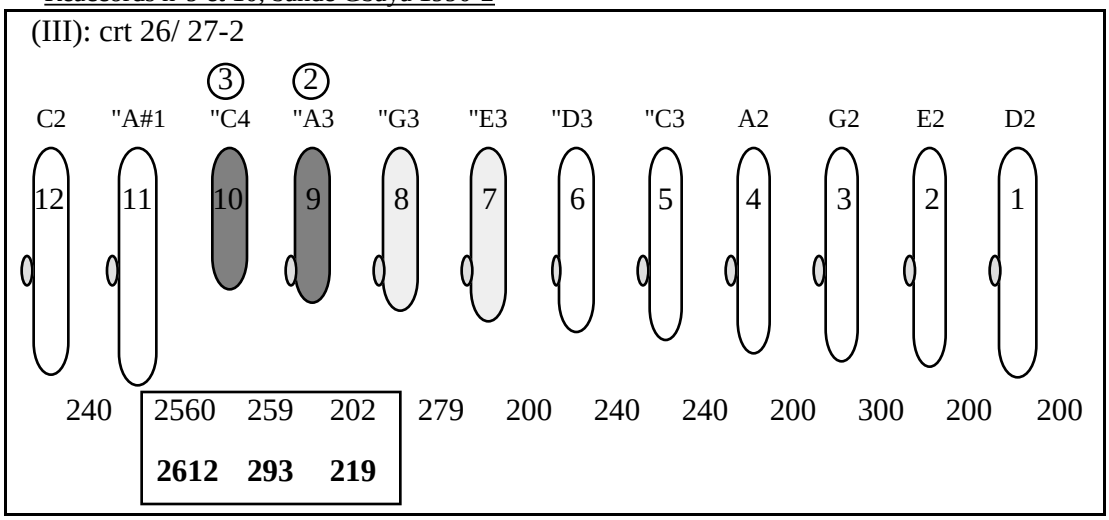


Par cette intervention, les deux intervalles qui encadrent la lame réaccordée ont une valeur de 202 et 279 cents, soit, à ± 2 cents, les valeurs de deux intervalles constitutifs du système manza.

La comparaison des deux procédures mises en oeuvre — par l'octave, et par intervalles conjoints — et des intervalles obtenus montre qu'il existe une étroite interaction entre la grandeur de l'octave et celle des intervalles conjoints : hausser la hauteur de la lame de 20 cents était possible, et aurait entraîné une octave acoustique plus "juste", sans entraîner de grandes distorsion dans la réalisation des intervalles conjoints. Visiblement, tel n'a pas été le but de Wazunam, et il y a lieu de considérer que *l'octave gbaya n'est pas une octave acoustique, et résulte de la grandeur particulière qui est donnée aux intervalles conjoints*.

Nous avons vu que le réaccord n°7 de la lame la plus aiguë était provisoire. La succession des intervalles formés par les lames 8, 9 et 10 ne convient plus, et les deux lames les plus aiguës sont réaccordées en formant un intervalle de 219 cents, suivi d'un autre de 293 cents. Le premier semble être relativement imprécis, et se situe exactement à mi-chemin entre 200 et 240 cents. Etant donné la précision avec laquelle Wazunam a précédemment accordé des intervalles de 240 cents, ont peut raisonnablement penser qu'il y a une tolérance dans cette réalisation. De même pour l'intervalle de 293 cents, qui paraît bien grand par rapport aux valeurs réalisées autour de 275 cents. Nous noterons qu'il s'agît tout de même des troisième et quatrième interventions successives portées sur un même accord initial, au cours d'une même séance (la marge de réalisation n'excède cependant pas 20 cents, soit un dixième de ton) :

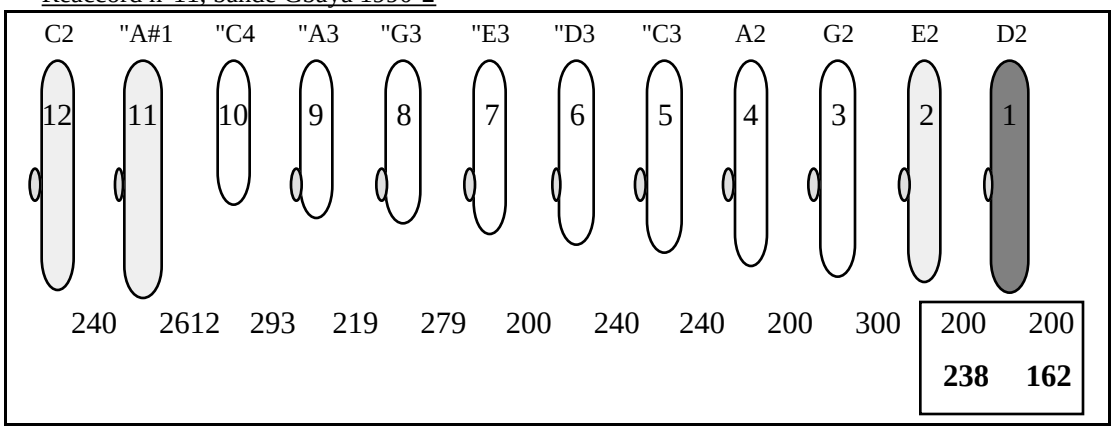
Réaccords n°9 et 10, bande Gbaya 1990-2



Enfin, une dernière intervention a été effectuée sur cet accord, à la suite des quatre précédentes. Cette fois, c'est la succession des deux intervalles de 200 cents qui est incriminée, et le musicien la remplace par la succession d'un intervalle de 238 cents et d'un autre de 162 cents. La première est, comme toujours, accordée par la comparaison des intervalles conjoints et ascendants qui la précèdent et lui succède.

L'action sur une seule lame uniquement formant de par et d'autre deux intervalles de 200 cents implique nécessairement que l'un soit plus grand que l'autre :

Réaccord n°11, bande Gbaya 1990-2



Dans la mesure où Wazunam réalise ici encore un intervalle de 240 ± 2 cents, qu'une telle valeur à déjà été réalisée sept fois à ± 10 cents près (cinq centièmes de ton), que tel n'est pas le cas de l'intervalle de 162 cents, on considérera ici que le but de Wazunam était d'accorder l'intervalle situé entre les lames 1 et 2 en dépit de la justesse de l'intervalle séparant les lames 1 et 12 : moyennant une certaine tolérance entre deux lames situées aux extrémités du xylophone — et qui ne sont jamais jouées ensemble —, ce compromis permet de n'accorder qu'une seule lame, la première, au lieu de trois, la première, la onzième et la douzième.

Cette notion d'efficacité permet aussi de comprendre les valeurs réalisées autour de 260 cents (cf. réaccords n°3 à 7) : dans ces cas encore, la priorité est d'accorder un intervalle de 240 cents avec la plus grande précision, ce que permet l'accord d'une seule touche, tandis que deux, trois lames au moins, voire tout le xylophone, devraient être réaccordées pour respecter la grandeur d'un intervalle de 280 cents environ. Les réaccords n°8, 9 et 10 montrent que lorsqu'une telle contrainte, induite par les intervalles occidentaux de 200 et 300 cents, n'existe pas, les intervalles sont réalisés autour de 285 cents ± 10 cents.

De tels compromis, ainsi que celui observé lors du premier réaccord, sont indéniablement lié aux contraintes expérimentales, et ce serait une erreur de ne pas en tenir compte, comme de prendre toutes les valeurs d'intervalles réalisées comme étant toutes aussi fidèles à la conception gbaya de l'accord. La notion d'efficacité est apparue dans les réaccords successifs de Wazunam, donnant souvent lieu à la réalisation de valeurs très proches de 240 cents, avec une précision atteignant la limite de la résolution de l'oreille. A ce titre, cet intervalle, associé au concept d'égalité que nous avons parfois réussi à mettre en évidence, est partie intégrante, sinon essentielle, de la conception gbaya de l'accord des xylophones. Mais aussi, les résultats obtenus expérimentalement infirment la remarque faite par Kirby, en observant les procédures d'accords par intervalles conjoints utilisées en Afrique australe :

> "Surtout, leur habitude d'accorder en ajustant des hauteurs adjacentes, sans comparaison précise [focal points] par l'essai de différents types d'intervalle, rend impossible un accord précis" (Kirby 1968 :60)

Nous sommes en mesure d'affirmer maintenant qu'une telle procédure d'accord n'est pas en cause, et qu'elle ne peut expliquer ni induire une certaine imprécision dans la réalisation d'un accord.

3.2.2.2. Le statut de l'octave

Les intervalles les plus caractéristiques du point de vue acoustique, et l'octave en particulier, ne constituent une référence pour l'accord. Ainsi, bien que le xylophone gbaya à douze lames sept lames pourvues d'au moins une octave (les deux lames de gauche ont aussi une double octave), cet intervalle n'intervient pas dans l'accordage de l'instrument. Ainsi, même lorsque Wazunam a accordé sur le synthétiseur l'ensemble des douze lames (cf. 3.2.1.), il a toujours procédé en accordant successivement, de droite à gauche les intervalles constitutifs, de façon ascendante et conjointe. De l'ensemble des réaccords effectués, un seul seulement a fait intervenir une octave (réaccord n°8), mais de façon secondaire, puisque la lame a été accordé, encore, par intervalles conjoints. Nous avions cependant remarqué que, de ce fait, il

existe une étroite relation entre la grandeur de l'octave et celles des intervalles constitutifs, mais ces derniers ne sont pas déterminés par l'octave. Bien au contraire, le réaccord n°8 montre que celle-ci résulte de la succession des intervalles conjoints. La même octave, située entre les deux mêmes lames, peut être réalisée tantôt "petite" (réaccord n°7), à 1180 cents, tantôt grande (réaccord n°6), à 1240 cents. Le réaccord n°7 présente également trois autres octaves plus petites encore, proches de la septième majeure occidentale : 1120 cents, sans pour autant appeler une quelconque attention de Wazunam. Pourtant, lorsqu'il juge de la conformité d'un accord, ce musicien fait systématiquement sonner de façon homophone les lames située à l'octave, et ce, en parcourant le clavier dans les deux sens.

Quelle est donc la fonction de l'octave ? Du point de vue de la structure de l'accord, sa grandeur exacte ne semble pas pertinente, et pourtant le musicien la joue, de façon homophone, pour vérifier la conformité d'un accord.

Il y a lieu ici d'opposer la vérification faite par intervalles ascendant, conjoints et *alternés*, de celle où intervient l'octave, jouée de façon *homophone* : ces deux procédures ne vérifient vraisemblablement pas la même chose, et non pas la même fonction. La vérification par intervalles conjoints est, on l'a vu (cf. 2.3.2.4), commune aux Manza. Si la procédure par mouvements conjoints peut s'expliquer notamment par l'absence d'octave dans ce xylophone à cinq lames, ici, nous sommes confronté à la situation où l'octave semble intervenir dans l'accord, sans qu'on ait la moindre idée de sa fonction. Mais la comparaison avec les xylophones Manza à cinq lames et dépourvu d'octave semble ne pas pouvoir nous aider.

3.3. Le modèle d'accord gbaya

Les nombreuses actions directes de Wazunam dans la procédure ont privilégié l'aspect interactif de l'expérimentation, nous ont permis de déterminer avec d'autant plus de facilité les grandeurs des intervalles du système gbaya. Mais, à l'inverse, le peu d'importance accordé aux expérimentations fondées sur des propositions d'accords n'a pas permis de dégager avec précision les règles combinatoires du système Gbaya. Il est vrai cependant que l'application de règles combinatoires de type manza au xylophone gbaya aboutit à un très grand nombre de combinaisons mathématiquement possibles, dont nous n'aurions pu vérifier qu'un partie insignifiante[1]. Pour les mêmes raisons, le système combinatoire gbaya peut vraisemblablement être plus souple que celui manza. On peut voir dans cette raison la variabilité de la grandeur de l'octave. Mais cela n'explique pas pour autant la fonction de l'octave en tant qu'intervalle de vérification.

Les réaccords effectués par Wazunam nous ont par ailleurs permis de déterminer la grandeur des intervalles constitutifs du système gbaya. Elles sont identiques au système manza, puisqu'elles ont des valeurs de 200, 240 et 280 cents. Leur marge de réalisation est comparable également, bien que plus précise pour l'intervalle de 240 cents (± 10 cents). Cet intervalle est associé également associé au concept d'égalité qui paraît tout aussi prégnant que dans le système manza, bien qu'observé différemment. Et, de même que dans le système manza, les intervalles constitutifs sont accordés selon le même schéma, conjoint et ascendant, sans faire intervenir d'autres intervalles, ni de con-sonances

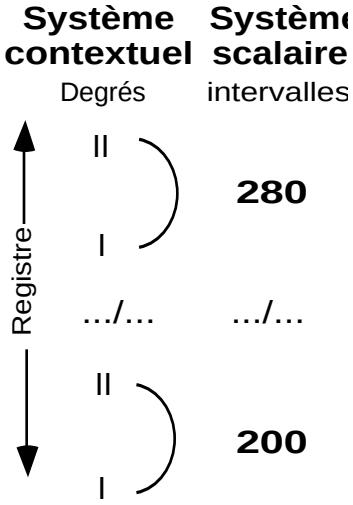
On voit mal d'ailleurs comment l'octave pourrait participer à la formation de cet intervalle, dans la mesure où, d'une part, sa grandeur varie sensiblement dans une marge de plus de 100 cents (1120 à 1240), en fonction des différentes combinaisons possibles des trois intervalles constitutifs. Cette marge de réalisation résulte de la *somme* des intervalles constitutifs combinés entre eux dans le système d'accord : l'octave ne détermine donc pas la réalisation des intervalles constitutifs, mais résulte de leur succession.

*

[1] Nous avons vu que le xylophone manza peut recevoir, mathématiquement, 81 combinaisons possibles; la moitié environ ont été vérifiées, et seules une dizaine sont culturellement possibles. Chez les Gbaya, le nombre de combinaisons mathématiquement possibles est 3^11 = 177 147 combinaisons ! En vérifier 100 d'entre elles n'aurait pas eu beaucoup de sens.

* *

Un tel système explique parfaitement les problèmes rencontrés initialement dans la détermination des échelles musicales centrafricaines (cf. 1.2.). En effet, en plus de la possibilité que chaque intervalle conjoint à de pouvoir prendre des valeurs différentes grâce au principe combinatoire, ce que nous avions déjà remarqué au travers du système manza (cf. 2.3.3.), il apparaît ici que des hauteurs distantes d'une "octave" et, de ce fait, pourvues d'une même fonction tonale[1] peuvent tout aussi être distantes d'une septième majeure que d'une neuvième mineure occidentales. Ainsi, deux degrés conjoints peuvent être séparé d'un intervalle différent selon le registre, comme dans l'exemple suivant :



où deux même degrés sont séparés, selon le registre et selon un principe systématique, de 80 cents, soit presque un demi-ton. La nécessité de distinguer le système scalaire du système contextuel s'impose ici tant du point de vue théorique — et nous pouvons dire du point de vue de la théorie implicite de la musique gbaya — que sur le plan méthodologique (cf. 1.1.) : deux hauteurs peuvent être équivalentes sur le plan du système contextuel, et s'opposer sur le plan du système scalaire.

[1]Nous prenons ici ce terme dans son acception la plus large. Nous avons vu (cf. Introduction : les xylophones centrafricains) que dans les orchestres de plusieurs xylophones, des lames situées à distance d'une "octave" ont ou bien le même nom, ou bien un nom établissant une relation de parenté évidente. Les hauteurs de ces lames, dans le cadre d'un système pentatonique, sont de ce fait pourvues d'une même fonction, ou de fonctions proches, dans le système d'organisation du discours musical. La substitution possible, dans les musiques centrafricaines, d'une hauteur par son "homonyme" situé à l'octave environ confirme leur équivalence dans le système "tonal".

SYNTHESE ET CONCLUSION

1. Un modèle interethnique

Un certain nombre de similitudes sont apparues entre les deux systèmes d'accord gbaya et manza. En tout premier lieu, la nature de leur système scalaire, qui repose sur trois grandeurs d'intervalles constitutifs de 200, 240 et 280 cents, dont la réalisation se situe dans une marge de plus ou moins 15 cents. Nous insisterons ici sur le fait que cette marge de réalisation est en partie déterminée par les contraintes expérimentales : en faisant appel à la perception des musiciens, comme avec les Manza, cette marge se situait entre ± 15 et 20 cents; lorsque les musiciens *agissent*, et réaccordent le synthétiseur, cette marge diminue : elle est inférieure à ± 10 cents tant pour le musicien manza Denis Moussa (et parfois Dominique Bawassan) que pour celui, gbaya, Justin Wazunam. Cependant, la réalisation de l'intervalle équidistant semble plus précise avec ce dernier musicien, l'ayant le plus souvent réalisé avec des écarts inférieurs à 7 cents (moins de quatre centièmes de ton).

Non moins important, le concept d'équidistance est attesté aussi bien dans les deux systèmes. La succession d'intervalles égaux de 200 cents est, chez les Manza, comparable à celle d'intervalles de 240 cents du point de vue conceptuel (cf. 2.3.2.3.); De même, chez les Gbaya, le contraste formé par des intervalles de 200 et 300 cents tend à être ramené à une succession de deux intervalles de 250 cents, ou bien, dans le meilleur des cas, à une succession d'intervalles de 240 cents (cf. 3.2.2.1.).

Ce concept est étranger à l'octave, dont il est pourtant, en principe, une division : ceci est vérifié chez les Manza, chez lesquels le xylophone ne présente pas d'octave, et de façon plus décisive encore chez les Gbaya, puisque l'octave existe, mais ne s'avère pas utile à la formation de l'intervalle équipentatonique. Pour cela, nous jugeons nécessaire de redéfinir *le concept d'équidistance comme résultant non pas d'une division de l'octave, mais de la succession d'intervalles conjoints égaux*.

C'est donc sur le plan de la conception du système scalaire que les Manza et les Gbaya ont le plus en commun, de même qu'ils partagent les mêmes procédures d'accord et de vérification de conformité des accords : ce sont des schèmes généraux qui peuvent être appliqués autant sur les xylophones manza à cinq lames que sur ceux gbaya à neuf ou douze lames.

*

* *

Les deux systèmes d'accords gbaya et manza s'avérant conceptuellement identiques, il était intéressant de voir ce qu'il pouvait en être au sujet des orchestres de plusieurs xylophones.

Au cours des deux missions effectuées en 1989 et 1990, nous avons effectué, quelques expérimentations auprès de deux populations qui utilisent des orchestres de trois et quatre xylophones, respectivement les Ngbaka-manza. Le déroulement des expérimentations effectuées chez les Ngbaka-manza a été décrit et analysé, à partir de nos enregistrements vidéos et données de terrain, par Anne-Catherine Bourgoin (Bourgoin 1992).

Malgré le peu de données expérimentales recueillies auprès de ces deux populations, il ressort cependant qu'un certain nombre de traits relevés dans la conception des Gbaya et Manza sont aussi présents dans les orchestres de trois xylophones. L'élargissement de notre recherche aux orchestres Ngbaka-manza permet de poser de nouvelles hypothèses quant à la diffusion géoculturelle du modèle gbaya-manza.

Les trois xylophones ngbaka-manza sont un xylophone soliste, *nguirimba*, le plus grave et à sept lames; un xylophone de neuf lames au registre moyen, *ße sanga*; et un xylophone aigu à quatre lames, *kpembé*. Ce dernier, aux dires de Sérendopé, se substitue à un xylophone beaucoup plus grave qui avait seulement trois lames. C'est la difficulté qu'il y a de trouver, dans cette région, des courges de très grande taille a motivé la transposition de ce xylophone originel au *kpembé*.

Les trois mêmes musiciens ont participé aux expérimentations de 1989 et 1990 :
- Sérendopé, doyen de Tagoro, est certainement le chanteur, xylophoniste et facteur de xylophone Ngbaka-manza de xylophone le plus réputé;
- Ambroise, fils de Sérendopé, a une bonne connaissance du répertoire traditionnel. Cependant il ne semble pas vouloir participer à la transmission du savoir de son père et, qu'il soit christianisé les mettent souvent tous deux en conflit;
- David est le plus jeune. Moins bon xylophoniste, il joue du plus petit xylophone — le *kpembé* — dont la partie, en ostinato, est la plus simple.

Comme devait le constater Bourgoin :

> "force est de constater que nous n'avons pu exploiter toutes les ressources offertes par le DX7. En effet, les différentes propositions d'accords (et "d'épaisseur") se sont majoritairement révélées inexploitables pour les raisons suivantes :
>
> - De grandes difficultés d'adaptation de la part de Georges à un telle méthodologie.

- De trop nombreuses contradictions de la part d'Ambroise et d'Armand.

- L'absence de réaccords effectués par les musiciens à analyser." (Bourgoin 1992 : 188)

Sérendopé était effectivement trop âgé pour lui demander de se plier à nos contraintes expérimentales. Nous avons ainsi bien peu de réponses aux propositions d'accord qui lui furent soumises. Cependant, la connaissance qu'il a hérité de son propre père quant à la fabrication des xylophones nous a permis de mieux connaître avec lui les relations de parentés (relevant du système tonal) qu'entretiennent les différentes lames des trois xylophones (à ce sujet Bourgoin 1992). Nous lui devons aussi certaines des plus belles pièces de musique centrafricaine pour xylophone, enregistrées depuis de nombreuses années par Dehoux (Dehoux 1992).

Les contradictions relevées dans les réponses de Ambroise et David montre que leur connaissance de l'accord de l'orchestre est insuffisante, ce qui aurait été de la compétence de Sérendopé. Il n'y a donc malheureusement aucun réaccord exploitable effectué par Sérendopé, et aucune .

*

* *

En l'absence de données expérimentales, une première analyse de l'accord de cet orchestre a été effectuée par Bourgoin (*ibid*.) à partir des tonies que nous avons effectuées. Dans la mesure où, comme le remarque Dehoux, ces xylophones reçoivent une attention particulière, nous pouvons penser que leur accord est également soigné :

"S'il [Sérendopé] les a construits, il se fait un devoir de les entretenir et de les conserver chez lui. [...] Jouer du xylophone c'est être responsable du passé; c'est assurer la pérennité d'un savoir ancestral dont on doit prouver régulièrement la conformité auprès des mânes des ancêtres. Chaque année, Sérendopé a soin d'effectuer un petit rituel, cette fois-ci devant sa case, par lequel il remercie ses aïeux du don qu'il a reçu et leur montre qu'il est toujours en mesure d'accomplir ses devoirs conformément à la tradition." (note explicative du disque Dehoux 1992, p.6)

Dans un premier temps, nous reprendrons donc l'analyse effectuée par Bourgoin (*ibid*., pp. 158 à 182), que l'on peut considérer, dans le cadre de la tripartition sémiologique de Molino, comme une analyse du niveau "neutre" puisqu'elle s'appuie sur les seules données du "matériau" (les tonies des lames des xylophones). Postulant

l'hypothèse d'une plus vaste diffusion géoculturelle du modèle d'accord gbaya-manza, nous verrons ensuite dans quelle mesure ce modèle peut s'appliquer à l'orchestre Ngbaka-manza.

Les tonies ont été effectuées par nous avec le timbre choisi lors des expérimentations par les musiciens (timbre Xylo 2i). Ce timbre, assez inharmonique, voit ses premiers harmoniques haussés de 68 cents par rapport à leur fréquence théorique. Malgré cette inharmonicité qui peut avoir des incidence dans la mesure des tonies, 'on a pu remarquer que l'écart entre les tonies effectuées ce timbre et celui harmonique Xylo 2a est faible (Bourgoin 1992 : 161). Ces tonies sont présentées dans le tableau ci-dessous, par intervalle entre chaque degré et en respectant le registre de chacun des trois xylophones (le degré I correspond à la lame la plus grave, celle du *nguiringba*). Lorsque l'écart des intervalles issus des tonies faites avec l'un et l'autre timbre est supérieur à 10 cents, nous avons présenté la valeur de l'intervalle mesurée avec le timbre harmonique entre parenthèses :

degrés	*nguiringba*	*bezanga*	*kpembé*
II-III			265
I-II			212
V-I		218 (231)	264
IV-V		344	
III-IV		226	
II-III		203	
I-II	311	189	
V-I	105	216 (200)	
IV-V	325 (337)	317 (337)	
III-IV	230 (218)	178	
II-III	260		
I-II	276		

Les plus grands écarts entre les intervalles issus des tonies effectuées avec le timbre inharmonique et celles avec le timbre harmonique concernent deux grandes tierces mineures, qui restent alors de même nature (325 et 317 contre 337), deux secondes majeures qui sont entendue plus grandes avec le timbre inharmonique (216 et 218 cents contre 200 et 230), et un intervalle quasi équipentatonique entendu comme une grande seconde majeure avec le timbre inharmonique (231 contre 218 cents). Il conviendra de prendre en compte ces variations lors de notre analyse.

On peut remarquer la disparité de la grandeur des intervalles : le plus petit est un demi-ton de 105 cents, le plus grand étant une grande tierce mineure de 344 cents.

Il apparaît que :

> "- Be sanga et nguiringba ont certes un point commun : la présence d'un grand intervalles, situé entre les mêmes "degrés", ce qui est remarquable.
>
> - Mais, pour ce qui est des autres intervalles, ils sont de tailles variables au sein d'un même xylophone, et différentes suivants les xylophones : ils ne permettent pour l'instant de tirer aucune conclusion." (Bourgoin 1992 : 167)

Les marges de réalisation varient, selon les degrés, de 18 à 73 cents, ce qui correspond à "l'épaisseur" de l'unisson. La taille des octaves est également très variable : 1103 cents à 1317 cents, soit un demi-ton de part et d'autre de l'octave stricte.

Outre l'existence, pour chaque intervalle, d'une marge de réalisation, l'analyse exhaustive de l'accord devait montrer que :

> "Le nombre malheureusement limité d'intervalles étudiés existant entre les deux lames les plus éloignées au sein d'une octave, et d'octaves correspondantes au sein d'un même xylophone, ne nous a pas permis de dégager une logique expliquant la valeur de chaque intervalle. Néanmoins, nous pouvons retenir l'existence vraisemblable d'un *phénomène de compensation : la valeur de certains intervalles* (ou de tous ?) *dépend de la valeur des intervalles contigus*." (*ibid*. : 182)

Bien sûr, le nombre des intervalles étudiés dépend ici du nombre de xylophones et d'orchestres donnés à observer. L'expérimentation s'avère, à ce niveau indispensable puisqu'elle permet de simuler autant de xylophones — "bons" et "mauvais" — que l'analyse le nécessite.

Mais il est a relever ici, que le phénomène de compensation de la grandeur des intervalles dépend de la valeur des intervalles *contigus*. Il est donc clair que la succession des intervalles semble primer sur la "justesse" des unissons et des octaves. Or ce phénomène est le même que celui observé au cours des expérimentations effectuées chez les Gbaya. Il est donc fort possible que l'accord de chacun des xylophone Ngbaka-manza repose sur une succession particulière de différents intervalles, comme tel est le cas dans le modèle d'accord Gbaya-manza. Au phénomène de compensation observé par Bourgoin correspondrait, selon le modèle Gbaya-manza, à des règles combinatoires de différentes grandeurs d'intervalles.

Nous considérerons donc que l'ensemble des intervalles relevés dans cet orchestre peuvent être ramenés à trois grandeurs d'intervalles, soit :

- 178 à 218 qui correspondraient à une seconde majeure (7 intervalles)[1];
- 226 à 276 correspondant à l'intervalle équipentatonique (6 intervalles);
- et 311 à 344 constituant la tierce majeure (4 intervalles);

La dispersion des valeurs de chaque classe d'intervalle observée ici ne nous étonnera pas, une dispersion comparable ayant été remarquée au sein même des tonies des xylophones manza et gbaya. Or nous avons vu qu'une telle dispersion n'est pas nécessairement le résultat du système lui-même, mais de diverses contraintes contextuelles (cf. 1.4.). Si même la délimitation de ces trois classes est, pour les intervalles de cet orchestre, relativement arbitraire, nous pourrons remarquer qu'elle présente malgré tout une différence par rapport au système gbaya-manza : l'intervalle constitutif le plus grand est ici une *grande* tierce mineure d'environ 330 cents, nullement observée chez les Manza et Gbaya (cet intervalle étant d'environ 280 cents). Cet intervalle étant le moins représenté dans l'accord (4 tierces mineures contre 14 secondes), il est d'autant plus probable qu'il relève de la même nature que celui de 285 cents des Gbaya et Manza, et plus généralement de la tierce mineure de 300 cents dans tout autre système pentatonique anhémitonique : la tierce mineure y est en effet possible deux fois au plus par octave. De même l'on aura remarqué la petite taille des secondes majeures, dont quatre, sur sept, sont inférieures ou égales à 203 cents.

Il est donc possible que, si le système d'accord Ngbaka-manza fait appel à trois grandeurs d'intervalles, leur opposition soit plus contrastive que celle du système gbaya-manza.

Le développement de l'hypothèse selon laquelle l'orchestre Ngbaka-manza repose, à l'instar du système gbaya-manza, sur des combinaisons multiples de trois grandeurs d'intervalles, permet de mettre en lumière, et de façon moins arbitraire, la systématique de cet accord.

Nous avons vu que dans l'accord des xylophones gbaya, deux mêmes degrés peuvent être séparés par un intervalle différent : selon les registres, les trois intervalles constitutifs se substituent les uns aux autres entre les différents degrés. Or ce principe, s'appliquant chez les Gbaya entre les différents registres du même instrument, semblent s'appliquer dans l'orchestre ngbaka-manza à l'inverse, c'est-à-dire non pas entre les différents registres, mais au sein d'un registre commun aux différents xylophones.

---

[1]Dans la mesure où en Centrafrique, le cas d'un demi-ton entre deux lames conjointes d'un même xylophone est exceptionnel, nous supposerons pour l'instant que l'intervalle de 105 cents relève ou d'une erreur d'accord, ou bien d'un idiome propre à l'accordeur. Seules d'autres observations ou expérimentations auprès d'autres orchestres Ngbaka-manza nous permettront de vérifier cette hypothèse.

Nous remarquerons en effet que les mêmes degrés *conjoints* sont toujours séparés, dans un même xylophone, par des intervalles de taille comparables, alors que d'un xylophone à l'autre, ces mêmes degrés sont séparés par des intervalles de grandeurs sensiblement différentes :

degrés	*nguiringba*	*be sanga*	*kpembé*
V-I	105	216/ 218	264
IV-V	325	317/ 344	
III-IV	230	178/ 226	
II-III	260	203	212
I-II	276/ 311	189	265

Par exemple, l'intervalle séparant les degrés I et II est une tierce mineure sur le *nguiringba*, alors qu'il est une seconde majeure sur *be sanga*, et probablement un intervalle équipentatonique (bien que grand) sur le *kpembé*. De même, entre les degrés II et III, le *nguiringba* présente un (grand) intervalle équipentatonique, le *be sang*a une seconde majeure, ainsi que le *kpembé*.

Il est possible cependant que, sur un même instrument, deux degrés soient séparés, selon le registre, par des intervalles différents : l'intervalle entre les degrés I et II du *nguiringba* peut en effet être interprété comme relevant d'un grand intervalle équipentatonique dans le registre grave, et comme une tierce mineure dans le registre aigu. Alors, aux règles de substitutions du système d'accord gbaya, viendrait s'ajouter celles propres à l'orchestre ngbaka-manza, permettant ces substitutions au sein du même registre, ce que permet la présence de plusieurs instruments.

La marge de réalisation, du point de vue contextuel, des degrés de l'échelle serait donc issue de ces nouvelles formes de substitutions des trois grandeurs d'intervalles.

2. Bilan

Cette étude visait à comprendre le système d'accord des xylophones propres à deux ethnies centrafricaines par le biais d'une méthodologie novatrice et interactive. Consacrée aux aspects psycho-acoustiques dans un champ particulier de l'ethnomusicologie, elle montre qu'il est désormais possible, grâce à l'évolution technologique récente, d'aborder l'étude des échelles musicales sur la base de ce qui est conçu et perçu par les tenants de la tradition qui les mettent en oeuvre. Parce que les seules données acoustiques ne rendent pas compte des aspects culturels des échelles, la détermination des accords des xylophones, comme de tout instrument dont le spectre s'avère complexe, doit donc s'effectuer par la mesure des hauteurs perçues. On a vu que, d'un point de vue méthodologique, la mesure de la *tonie*, de par la procédure et les moyens technologiques utilisés, constitue déjà en soi une expérimentation.

L'application de ce type d'expérimentation auprès des musiciens traditionnels centrafricains a pu mettre en évidence une très faible marge de tolérance dans leur perception des hauteurs, soulignant l'importance qu'ils attribuent à la précision de l'accord des xylophones.

L'expérimentation, fondée sur le jugement que portent les musiciens sur les propositions d'accords que leur ont été soumises, *et* sur leur propres actions sur ces propositions, nous a permis de *modéliser* le système scalaire et le timbre des xylophones de communautés ethniques, les Manza et les Gbaya. Il convient donc ici de souligner l'importance de l'interaction au sein de ce type d'expérimentation : en effet, les réaccords effectués par les musiciens, les expériences de discrétisation du continuum sonore, ou encore les synthèses sonores réalisés avec l'aide des xylophonistes, sont autant d'étapes qui nous ont suggéré, au sein du contexte expérimental, de nouvelles pistes de recherche.

Toutefois une telle étude ne doit pas seulement porter sur les résultats d'accord et de réaccord, de hauteurs et d'intervalles, mais doit également prendre en compte d'autres données plus difficilement quantifiables, telles que les procédures d'accordage et de vérification mises en oeuvre par les musiciens. C'est pourquoi nous avons pris soin de filmer *in extenso* ces activités, puis d'en transcrire le contenu. Ces procédures sont en effet d'excellents révélateurs des *intentions* des musiciens, et permettent, lorsqu'elles sont confrontées aux résultats expérimentaux, de mettre au jour la *conception* du système scalaire.

De fait, la modélisation porte non plus sur le matériau physique de l'échelle musicale, mais sur sa représentation mentale. Amenés à distinguer, dans les échelles musicales, le système scalaire du système d'organisation du discours musical, nous avons ensuite été amenés à observer que le système d'accord gbaya-manza fait appel à une combinatoire de trois grandeurs précises d'intervalles minimaux (200, 240 et 280 cents) dont résulte, sur le plan du discours musical, une grande marge de réalisation de chacun des degrés. La présence souvent observée les écarts proches du demi-ton tempéré entre deux mêmes degrés et l'ambiguïté qui en résulte sont autant de variantes systématiques de l'unisson. Comme on a pu le voir d'après l'observation de l'accord d'un orchestre de trois xylophone Ngbaka-manza, un tel système ne pas être propre ni aux xylophones solistes, ni aux seules communautés Gbaya et Manza où il est attesté, mais est probablement commun à un plus grand nombre d'ethnies centrafricaines : des recherches expérimentales ultérieures devront vérifier cette hypothèse.

Parallèlement, la notion d'équidistance a été attestée dans la conception qu'ont les Gbaya et les Manza de leur système scalaire. Les formes que peut revêtir l'équidistance du point de vue conceptuel nous a permis d'observer qu'elle est une notion abstraite pouvant transcender toute contrainte de réalisation du système, où le *seul* principe d'égalité des intervalles est, pour ce concept, nécessaire et suffisant. Ainsi, les Gbaya et les Manza partagent aussi une conception purement abstraite dont leurs accords en sont autant de variantes.

APPENDICES

On a vu que, très tôt, les théories relatives aux échelles musicales ont du prendre en compte les paramètres que l'on a coutume d'attribuer au timbre. On peut aussi considérer que le développement de ces théories (depuis Mersenne, mais surtout Rameau, puis Helmholtz, Brentano, Stumpf) est caractérisé par une sensibilisation croissante aux diverses dimensions spectrales, au point que la définition traditionnelle des échelles musicales comme phénomène unidimensionnel et linéaire est, actuellement, souvent mise en cause. L'impact que recouvre encore la définition par Helmholtz de la consonance tient à l'observation qu'il a faite des composantes harmoniques du timbre, et de la perception qu'on en a.

Nombre de traditions musicales — notamment en Afrique — recourent à des instruments de musique idiophoniques au timbre complexe, ce qui devait rendre d'autant plus sensibles les recherches ethnomusicologiques aux dimensions spectrales, et l'utilisation des analyseurs de spectre s'est souvent imposée. Dans la mesure où, comme nous l'avons remarqué plus haut (cf. 1.3.), la complexité du timbre des xylophones centrafricains rend difficile les mesures physiques de leurs hauteurs, nous devions étudier les xylophones du point de vue de leur timbre, et des implications que celui-ci peut avoir sur la perception des hauteurs.

A ce titre, la modélisation du timbre s'imposait doublement : par rapport aux modèles timbraux sur lesquels se sont effectués les expérimentations sur la perception, et l'étude, du point de vue conceptuel, du lien existant entre le timbre et la hauteur dans les systèmes scalaires centrafricains. Une analyse acoustique permettant d'estimer la complexité spectrale des sons de xylophones s'imposait préalablement à notre recherche.

I. Analyse acoustique

L'harmonicité des sons est la caractéristique spectrale qui a le plus d'incidence sur la perception des hauteurs. D'un son parfaitement harmonique, tel que celui d'un tuyau d'orgue, on percevra sans mal une hauteur précise et stable. Les sons les moins harmoniques, dépourvus de toute structure spectrale, tels que les bruits blancs où toutes les fréquences possibles sont émises à la fois, ne donnent pas lieu à la perception d'une hauteur[1]. Il existe entre ces deux extrêmes une infinité de qualités, depuis la quasi-harmonicité, qui est celle de la plupart des instruments de musique occidentaux, à la plus forte inharmonicité où les structures spectrales sont plus ou moins régulières, comme les sons d'idiophones tels que xylophones, cloches et gongs.

Nous avons donc étudié les structures spectrales des xylophones en ces termes, y cherchant notamment des critères acoustiques qui auraient pu expliquer l'ambiguïté des accords de xylophones centrafricains.

Les structures spectrales de trois xylophones manza et de deux xylophones gbaya ont été analysées[2]. Il s'agît des xylophones de D. Bawassan M89-2 (celui qui lui appartient propre), de D. MoussaM89-4, et de G. Yamété M89-6, joué par Bawassan, puis d'un même xylophone gbaya enregistré à trois ans d'intervalle (G86-1, G89-1)[3]. Les tableaux suivants présentent, lame par lame de chacun des xylophones, l'écart des composantes mesurées par rapport à la fréquence harmonique la plus proche (fréquence multiple de la fréquence fondalentale).

Le premier xylophone M89-2 (ci-dessous) présente une lame, la plus grave, (lame 5) avec deux composantes assez inharmoniques (en gras). Les quatre lames de droite ont, par contre, 7, 8 ou plus de composantes, dont les spectres sont quasi-harmoniques. Il y a ici une différence sensible entre le timbre de la lame grave et celui des autres lames .

---

[1]On peut cependant leur attribuer une hauteur dite "spectrale" permettant de distinguer, par exemple, un chuintement aigu d'un chuintement grave ou, si l'on préfère, les bruits aigus et graves.

[2] Sur station S_Tools, au Département Acoustique de l'Académie des Sciences de Vienne (Autriche).

[3]Les fréquences ont été mesurées à l'endroit d'amplitude maximum du son, environ 30 ms après le début. Seules les composantes ayant une intensité se dégageant du fond ont été mesurées.

M89-2

	Lame 5	Lame 4	Lame 3	Lame 2	Lame 1
	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent
h1	0	0	0	0	0
h2	-	-6	-2	-12	0
h3	-	0	-2	-22	-1
h4	**82**	-31	-15	-13	-1
h5	**93**	2	-3	0	28
h6	23	-7	-2	-3	-1
h7	-	-4	-6	-6	17
h8	-	-	-3	-6	4

La structure spectrale du xylophone de D. Moussa est légèrement différente : une lame grave presque dépourvue d'harmoniques, et deux lames aiguës (2 et 4) présentent des composantes inharmoniques. Mais la différence relevée précédemment entre la lame grave et les quatre autres est maintenue au moins par le nombre des composantes :

M89-4

	Lame 5	Lame 4	Lame 3	Lame 2	Lame 1
	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent
h1	0	0	0	0	0
h2	19	-20	-20	10	5
h3	-	**81**	-8	**93**	0
h4	-	-9	-25	-	47
h5	-	-10	-14	**-77**	2
h6	-	-9	-17	-	33
h7	-	-28	-18	-	-

Ce dernier xylophone manza, M89-6, possède un timbre constitué de plusieurs composantes inharmoniques dans le registre moyen. Dans une moindre mesure, la différence entre la lame grave et celles de droite est encore maintenue dans le nombre des composantes :

M89-6

	Lame 5	Lame 4	Lame 3	Lame 2	Lame 1
	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent
h1	0	0	0	0	0
h2	9	-	-10	4	8
h3	-10	-2	**-91**	**53**	**76**
h4	-	36	-9	**72**	**-**
h5	-36	-8	**59**	**-**	**-**
h6	-	-7	-5	**-44**	**47**
h7	2	-6	-4	2	-

Ces quelques observations élémentaires du spectre des trois xylophones manza présentent un point commun : d'une part le timbre des xylophone présente tantôt un spectre assez inharmonique, tantôt quasi-harmonique et, d'autre part, une opposition — acoustique — peut être faite entre la lame la plus grave et les quatre autres.

L'analyse des xylophones gbaya ne fait qu'accentuer ce phénomène observé : le xylophone G86-1 présente aussi, sur des deux lames les plus graves (lames 11 et 12), peu de composantes dont le timbre contraste avec celui des lames les plus aiguës (lames 5 à 10). Les lames du registre intermédiaire présente peu de composantes harmoniques. Il y a donc très certainement ici un effet du registre sur le timbre, mais il faut noter ici un certain nombre de partiels dont le rapport de fréquence est souvent éloigné de celui des harmoniques. Ces partiels sont présents dans le timbre de toutes les lames, et rendent donc l'ensemble du timbre du xylophone en partie inharmonique, qui se superpose simultanément, pour les lames aiguës, à une structure quasi-harmonique :

G86-1

	Lame 12	Lame 11	Lame 10	Lame 9	Lame 8	Lame 7	Lame 6	Lame 5	Lame 4	Lame 3	Lame 2	Lame 1
	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent
h1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h2	-	-	4	-	-11	8	5	-	-20	-	-	-
h3	-	-	-22	-3	2	**51**	0	-	-24	-	-	-
h4	-	-	-13	-8	**48**	-9	-11	-	-	-	-	-
h5	-	-	-15	-5	-1	-1	-	-10	-	-	-	-
h6	-	-	-	-2	6	20	-4	-	-	-	-	-28
h7	-	-	-17	-6	0	-4	-20	-7	-	-	-	-
h8	-	-	-	-5	-4	6	-5	-	-	-	-	-
h9	-	-	-	-1	-6	-7	-18	-	-	-	-14	36
h10	-	-	-	-5	-	-3	-9	-8	14	-	-	-
h11	-	-	-	-	-2	-	-4	-	-	-	-	-
	ratio	*ratio*	*ratio*	*ratio*	*ratio*	*ratio*	*ratio*	*ratio*	*ratio*	*ratio*	*ratio*	*ratio*
p1	**2,47**	**2,15**	**2,16**	**1,87**	**4,70**	**-**	**4,81**	**2,26**	**5,67**	**2,40**	**3,30**	**3,22**
p2	**3,83**	**6,75**	**3,22**	**-**	**-**	**-**	**-**	**3,45**	**6,69**	**3,68**	**5,63**	**7,63**
p3	**8,35**	**10,8**	**5,61**	**-**	**-**	**-**	**-**	**5,50**	**7,70**	**4,78**	**8,44**	

Le même xylophone, enregistré trois ans plus tard présente pratiquement les mêmes caractéristiques, mais le nombre de composantes y est moindre, le spectre moins riche bien que composé parfois de quelques composantes assez inharmoniques :

G89-1

	Lame 12	Lame 11	Lame 10	Lame 9	Lame 8	Lame 7	Lame 6	Lame 5	Lame 4	Lame 3	Lame 2	Lame 1
	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent	écart cent		écart cent	écart cent
h1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h2	-	-	-	-10	7	-2	-4	-7	-16	-	-	-
h3	-	-	-	-8	-3	-14	9	-	-9	-	-	-
h4	**46**	**-54**	-	5	-10	-	-	-	-16	-	21	26
h5	-	-	-	-	**48**	**-57**	-	-	-	-	-	-
h6	-	-	-	-	-	-	-	-	**50**	-	-	-
h7	-	-	-5	-	-	**-48**	22	-	-	-	-	-
h8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
h9	-	-	-	-	-	-	-27	-38	-	-	-	-
h10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-3	-
h11	-	**38**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ratio	*ratio*	*ratio*	*ratio*	*ratio*	*ratio*	*ratio*	*ratio*	*ratio*	*ratio*	*ratio*	*ratio*
p1	**3,44**	**7,34**	**3,49**		**2,29**	##	**3,69**	**2,28**	**2,29**		**4,74**	**7,36**
p2	**8,45**						**5,61**	**3,48**	**3,54**		**7,56**	**9,46**
p3	**9,45**							**5,46**	**6,47**			

Il résulte de cette analyse, succincte, mais suffisante pour estimer l'incidence que peut avoir le timbre sur la perception des hauteurs, que le timbre des xylophones centrafricains n'est pas homogène, varie sensiblement selon l'instrument, et oscille entre une quasi-harmonicité et une inharmonicité suffisante pour rendre parfois la hauteur légèrement rugueuse, surtout dans les lames graves du xylophone gbaya. De plus, la comparaison d'un même xylophone à plusieurs années d'intervalles montre des variations de timbre sensibles. On peut alors se demander ce que peuvent révéler de telles analyses acoustiques si le timbre des xylophone peut autant être sujet à variations, mais aussi, et surtout, quelles en sont les caractéristiques pertinentes du point de vue des musiciens : l'harmonicité ou, au contraire, l'inharmonicité ? Comme nous l'avons vu, seule l'approche par la synthèse sonore nous a permis de répondre à cette question

II. Synthèse sonore

> "Pour bien comprendre le sens et la portée de notre adaptation au milieu physique, il a fallu précisément que l'informatique soit en mesure d'en disloquer les données naturelles, de contrarier le fonctionnement normal de la perception, de provoquer des déséquilibres, de perturber ses mécanismes de régulation ou d'intégration en lui proposant des informations paradoxales ou discordantes. L'ordinateur peut porter les conditions d'une expérimentation au-delà du normal, atteindre par l'artifice technique ce qui est inaccessible pour la sensorialité, susciter ce qui précisément ne se produit jamais dans la nature. (Dufourt 1990 : 330)

La technique de synthèse que nous avons appliquée est celle de la modulation de fréquence, inventée par John Chowning et en étroite collaboration avec l'I.R.C.A.M., où se sont développées, au même moment, de nombreuses recherches expérimentales sur les représentations mentales du timbre.

En principe, dans la synthèse en modulation de fréquence, un même schéma algorithmique peut mener à tous les résultats sonores et, inversement, un même résultat sonore peut être atteint quelque soit l'algorithme choisi au départ. Cependant, selon l'algorithme choisi, la paramétrisation des générateurs de fréquence sera plus ou moins délicate à effectuer : fréquences et intensités de modulations, courbes temporelles d'intensités et de fréquences, sur-modulations peuvent s'avérer autant de contraintes lorsque la configuration de modulation — l'algorithme de synthèse — ne permet pas de concilier les performances et la sensibilité du synthétiseur avec le résultat acoustique escompté. Il existe donc, dans ce processus de synthèse, une notion d'efficacité de l'algorithme choisi en fonction du timbre recherché. Lorsque cette règle d'efficacité est satisfaite, il apparaît la possibilité d'attribuer à chaque partie de l'algorithme une fonction, ou un champs de fonctions déterminées. La synthèse ne s'effectue alors plus par un empilement de données acoustiques indépendantes (comme la synthèse additive) ou par la modification des mêmes données, tout aussi indépendantes (synthèse soustractive, par forme d'onde). Bien au contraire, le procédé devient une synthèse organique qui rend étroitement dépendants chacun des éléments d'un algorithme devenant déterministe.

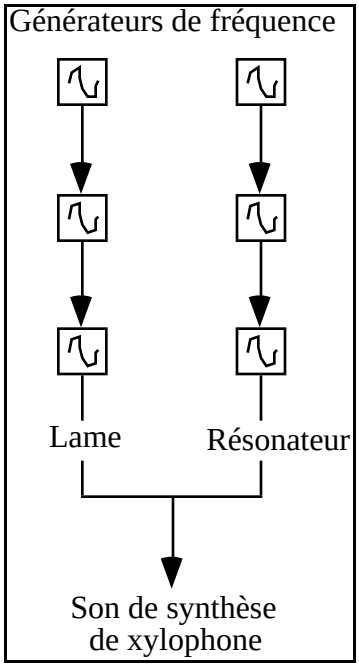
La question était, pour un son de xylophone, de savoir quelle configuration de modulation choisir selon le timbre que l'on veut créer. Mais aussi, le modèle de timbre obtenu par synthèse devait être accepté comme un son de xylophone, et, en tant que modèle de recherche, devait :

- ne pas présenter un spectre trop complexe, dont on ne pourrait dès lors plus repérer les éléments pertinents;
- être la base de développements ultérieurs possibles, en fonction des réactions des musiciens et des nouvelles options de la problématique;
- permettre le contrôle de chacun de ses paramètres, et des incidences de ses composantes sur la perception de la hauteur.

Des lames et des calebasses

En déterminant la configuration des six générateurs de fréquence, un cadre fixe était établi, dans lequel un certain nombre de paramètres constants donnent un profil "xylophonesque" au sons qui en résultent. Nous avons établi un parallèle entre ce cadre de synthèse entièrement constitué par la forme de l'algorithme des générateurs, et l'organologie des xylophones : nous avons attribué aux différentes parties de l'algorithme de synthèse les principaux composants organologiques du xylophone, à savoir la lame et le résonateur. Ainsi, trois générateurs mis en série (chaîne de modulation 1) étaient capable de simuler un spectre riche correspondant à un son de lame de bois — seule — (comparable au timbre d'un *woodblock*), et trois autres générateurs (chaîne 2) simulaient le comportement du résonateur et le renforcement des zones spectrales harmoniques qui s'ensuivent :

Chaque chaîne de trois générateurs simule le comportement de chaque lame et résonateur.

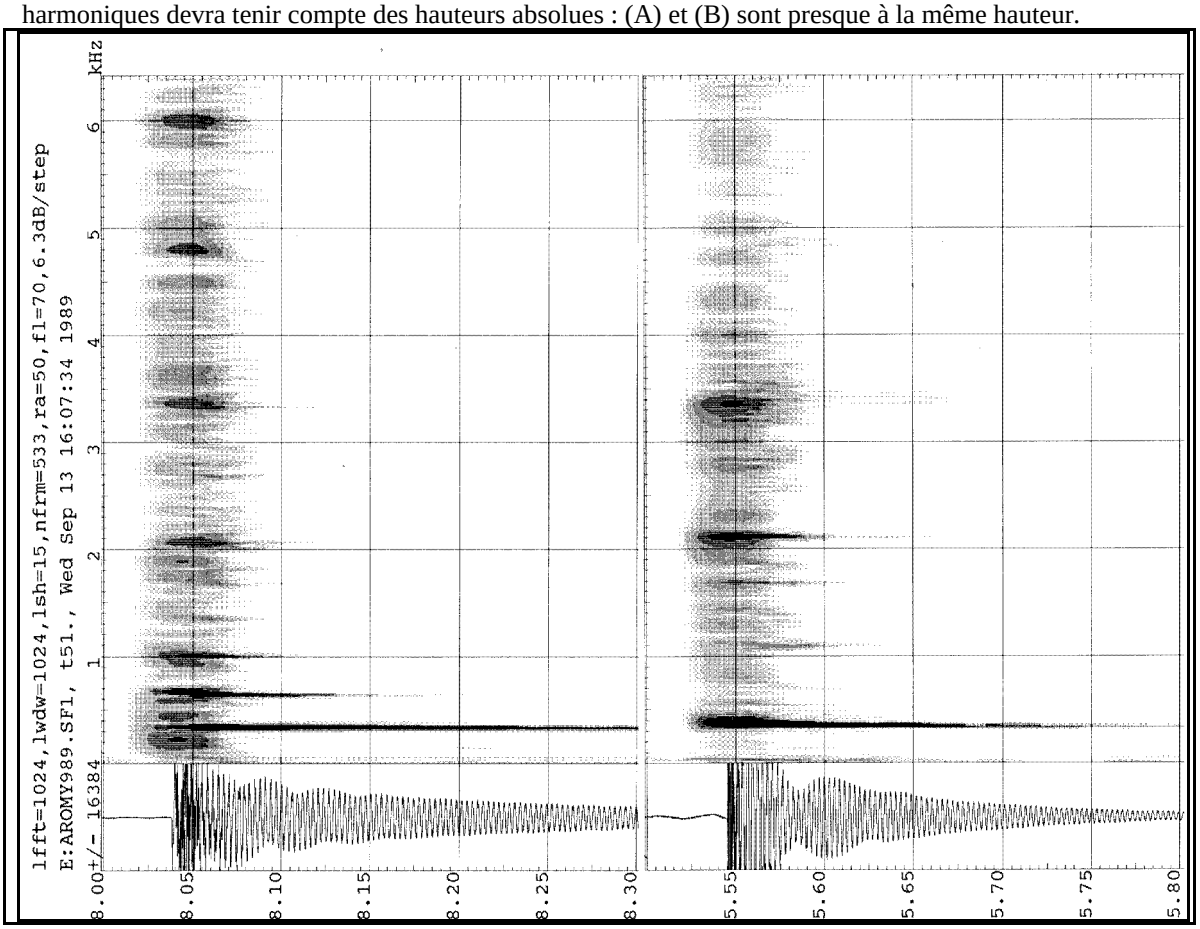


Ces deux cascades de générateurs sont tout à fait indépendantes. D'une part il est possible de faire varier le spectre de la lame, tout en gardant le même profil d'attaque et, d'autre part, la fréquence, la durée et la forme de la résonance pouvait être changée sans modifier le spectre transitoire. Aussi l'indépendance de la résonance permettait de créer des sons inharmoniques avec une fréquence fondamentale déterminée.

Les timbres de synthèse de la série 2 (Xylo 2a à 2i) et 4 (Xylo 4.1 à 4.5) utilisés lors des expérimentations ont été conçus selon ce même principe (les paramètres de synthèses figurent en Annexe 5). L'inharmonicité des timbres Xylo 2a est crée en réglant la fréquence de générateur "porteur" selon le rapport voulu : un rapport entier donne un timbre harmonique, et les écart successifs de ce rapport rend le timbre progressivement inharmonique, en sur-haussant les composantes (Xylo 2f à Xylo 2i), ou en les sur-baissant (Xylo 2b à Xylo 2e).

Les sonagrammes suivant permettent de comparer le timbre d'un xylophone original et le timbre de synthèse Xylo 2 :

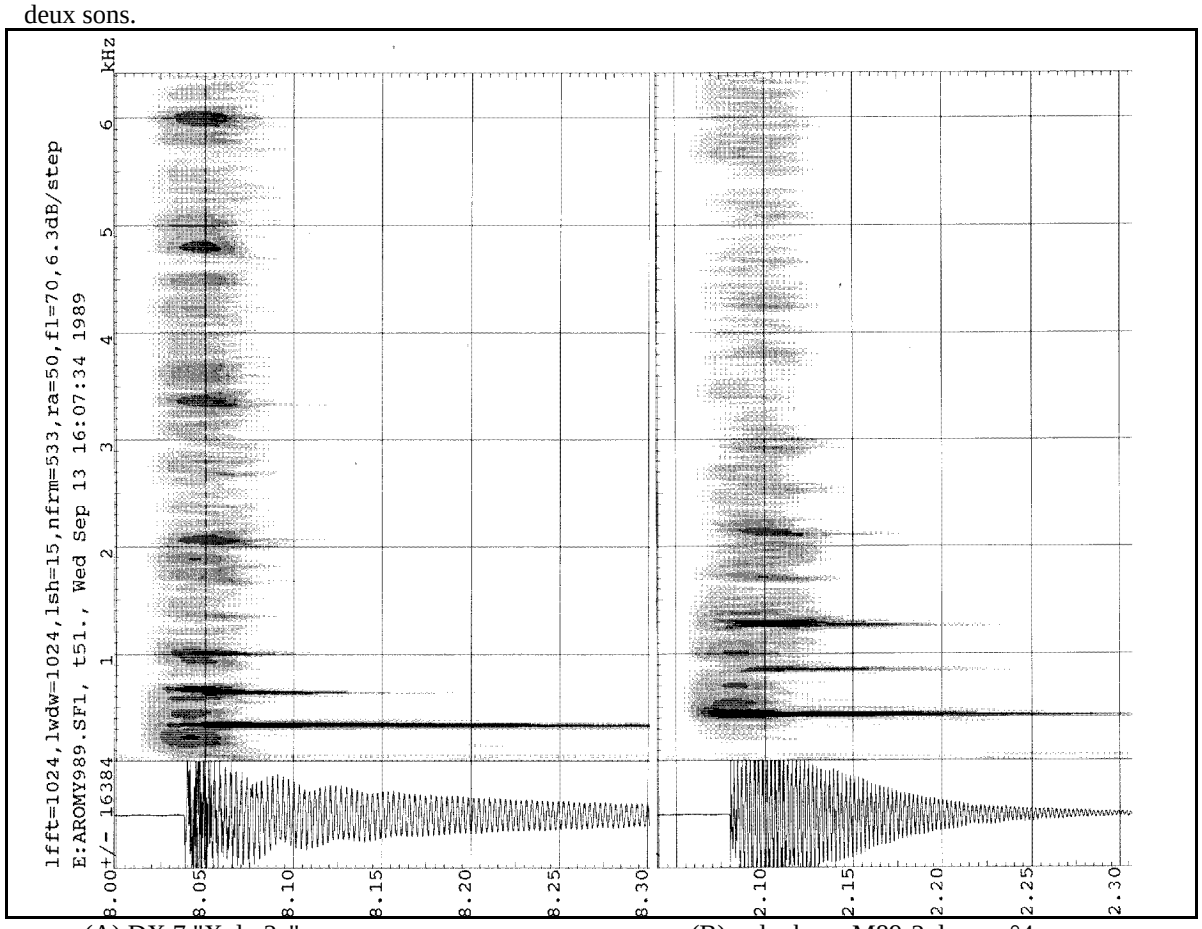
Sonagrammes des timbres du synthétiseur "Xylo 2e" (A), et de la première lame du xylophone manza enregistré en 1986 par Vincent Dehoux (B), à partir duquel a été effectuée la synthèse. La lecture des harmoniques devra tenir compte des hauteurs absolues : (A) et (B) sont presque à la même hauteur.



(A) DX 7 "Xylo 2e" (B) xylophone M86-1, lame n°1

On notera les différences que présentent les sonagrammes (B) et (C), de deux lames de xylophones différents mais de même facture, tout deux manza, et joués par le même musicien (Bawassan). Le timbre de synthèse (A) est aussi proche de l'un ou l'autre de ces xylophones.

Sonagrammes du même timbre Xylo 2e du synthétiseur (A) et de la quatrième lame d'un autre xylophone manza enregistré par nous en 1989 (xylophone M89-2), (B). Une tierce environ sépare ces deux sons.



(A) DX 7 "Xylo 2e" (B) xylophone M89-2, lame n°4

Les timbres Xylo 4 utilisés chez les Manza lors d'une expérimentation sur l'inharmonicité ont une structure spectrales identique à celle des timbres Xylo 2, mais l'intensité des harmoniques a été renforcée. De plus, au lieu de sur-hausser ou sur-baisser dans le même sens les composantes harmoniques pour créer l'inharmonicité, nous avons parfois (Xylo 4.4 et 4.5) réparti les composantes fréquentielles de façon plus hiératique autour d'une grille harmonique. Les trois premiers timbres ont donc leurs harmoniques systématiquement surbaissés, et les deux autres tantôt baissés, tantôt haussées :

	f2 / f1	f3 / f1	f4 / f1
XYLO 4.1	1.99	2.98	3.96
XYLO 4.2	1.97	2.94	3.93
XYLO 4.3	1.95	2.92	3.90
XYLO 4.4	1.92	3.04	3.84
XYLO 4.5	1.88	3.16	3.84

Plus rugueux, les deux derniers timbres posent le plus de difficultés dans la perception des hauteurs.

La "chauve-souris"

A ce stade de l'élaboration des timbres expérimentaux, il restait à prendre en compte un élément constitutif des xylophones centrafricains qui, bien caché au fond des résonateurs, est parvenu souvent à déjouer toute logique : il s'agît du mirliton, petite membrane vibrante faite d'aile de chauve-souris ou de cocon d'araignée apposée sur un orifice aménagé sur chaque résonateur des xylophones.

Le fait est que les xylophones à partir desquels nous avons effectué la synthèse, le mirliton n'entrait pas totalement en vibration. Nous avons donc simulé la fonction organologique du mirliton, souvent considéré comme bruiteur, en ajoutant un bruit blanc d'intensité moyenne sur quelques 10 ms, créé grâce à une forte sur-modulation d'une des chaînes de générateurs.

Au cours des synthèses successives, notre but est devenu de reproduire de façon réaliste le son du mirliton. Le timbre Xylo 4 est une étape de cette recherche, et a été synthétisé en mars 1989 chez les Manza, afin de vérifier la pertinence de l'opposition harmonicité/inharmonicité du timbre. Nous avons vu (cf. 2.1.1.2.) qu'une telle opposition n'était pas pertinente chez les Manza, infirmant ainsi les hypothèses émises lors de l'analyse acoustique des timbres originaux.

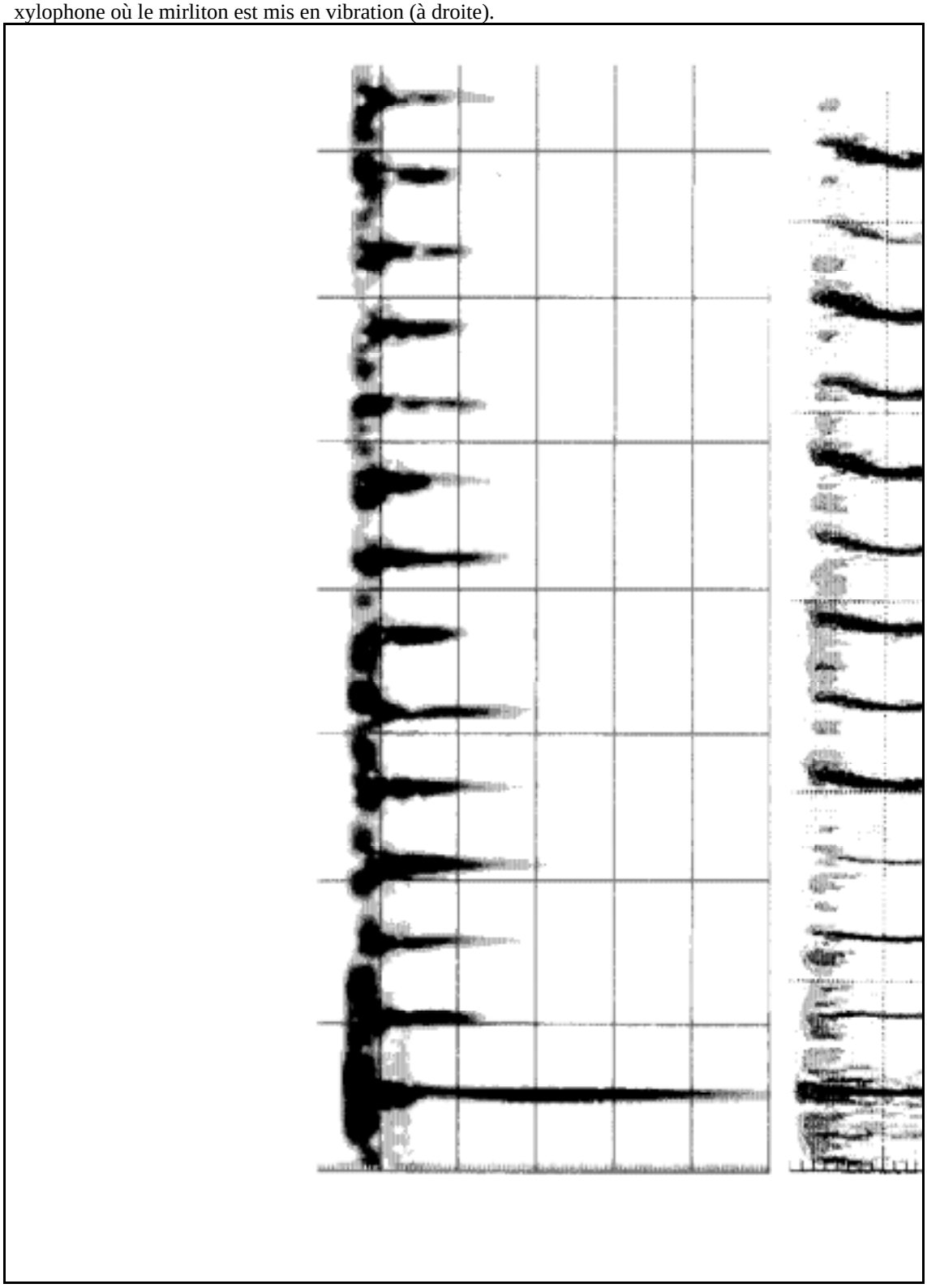
Les remarques ensuite des Manza et surtout la synthèse effectuée en 1989 avec Wazunam a permis de révéler que la fonction précise du mirliton, sur ces

xylophones, et de créer une forte modulation harmonique dans le timbre des xylophones (3.1.).

Dès lors, nous nous sommes attacher ensuite à préparer un nouveau timbre de synthèse, en conservant toujours le même algorithme de synthèse que celui du timbre Xylo 2, avons pris en compte les remarques et observations faites sur le terrain. Nous avons ébauché un premier timbre, que nous avons terminé avec l'assistance précieuse du facteur de xylophone gbaya Wazunam. C'est à ce musicien que revenait la tâche de régler l'intensité de la modulation harmonique de chacune des douze lames du xylophone synthétisé. Comme l'atteste le sonagramme suivant, le timbre obtenu pour l'ensemble des lames, sauf la plus aiguë, est très proche de celui d'un xylophone sur lequel les mirlitons sont parfaitement réglés. Or, la fragilité de cette fine membrane est souvent sujette à divers aléas, ce qui fait que les mirlitons ne sont pas toujours en état : de ce fait, les contrastes d'inharmonicité sont involontaires.

Par une démarche de reconstruction sur le synthétiseur avec Wazunam, nous avons aboutit à l'élaboration d'un modèle de timbre idéal cf. sonagramme ci-dessous), dont la conformité a par ailleurs été révélée dans la précision avec laquelle le musicien gbaya a ensuite accordé le synthétiseur, et tout particulièrement des intervalles équidistants, avec ce nouveau timbre Wazunam 5 : la structure harmonique et renforcée du timbre de synthèse, ou celui d'un xylophone original avec mirliton, permet sans aucun doute une meilleure réalisation et reconnaissance de l'intervalle équidistant.

Sonagrammes du son de synthèse effectué avec le musicien gbaya (à gauche), et son original d'un xylophone où le mirliton est mis en vibration (à droite).



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(* : sous-presse)

ANDERSON, Lois An, 1984, "Xylophone", in *The New Grove Dictionary of Musical Instruments*; Macmillan Press Limited, London.

AROM Simha, 1974, "Eléments pour une analyse opérationnelle des monodies vocales dans les sociétés à tradition orale", *Les langues sans tradition écrite*, Actes du Colloque International du CNRS à Nice 1971, SELAF, Paris.

— 1976, "The Use of Play-back Techniques in the Study of Oral Polyphony", in *Ethnomusicology* XX/3.

— 1981, "New Perspectives for the Description of Orally Transmitted Music", *The World of Music*, XXIII/2.

— 1985, *Polyphonies et polyrythmies instrumentales d'Afrique Centrale*, SELAF, Paris.

— 1989, "Composition et perception", *in* Contrechamps n°10, Paris.

— 1991a, "Modélisation et modèles dans les musiques de tradition orale", *Analyse Musicale n°22,* Paris.

— 1991b, "L'étude des échelles dans les musiques traditionnelles, une approche interactive" *Analyse Musicale n°23*, Paris

— 1991c, Un synthétiseur dans la brousse, *La Recherche* 229.

— 1991d, A synthesizer in the Central African bush : a method of interactive exploration of musical scales, *'Für György Ligeti'. Die Referate des Ligeti-Kongresses Hamburg 1988*, Hamburger Jahrbuch für Musikwissenschaft 11, Laaber-Verlag.

— 1991e, *African Polyphony and Polyrhythm. Structure and methodology*, xxvii 670 p., Cambridge, Cambridge University Press.

AROM S. & CLOAREC-HEISS F., 1976, "Le langage tambouriné des Banda-Linda (R.C.A)", *Théories et méthodes en linguistique africaine*, SELAF-ORSTOM, Paris.

AROM S. & FÜRNISS S., 1993, An interactive experimental method for the determination of musical scales in oral cultures. Application to the vocal music of the Aka Pygmies of Central Africa, *Contemporary Music Review,* Cambridge University Press.

— 1992, The pentatonic system of the Aka-Pygmies of Central Africa, *Selected articles of the VIIth European Seminar in Ethnomusicology,* Octobre 1990, Berlin, (Intercultural Music Studies).

BATE Philip, 1980, article "Mirliton" in *The New Grove Dictionary of Music and Musicians,* Macmillan Press Ltd, Londres.

— 1984, article "Mirliton" in *The New Grove Dictionary of Musical Instruments*, Macmillan Press Ldt, Londres.

BAILY John, 1990, "Music Perfomance, Motor Structure, and Cognitive Models" *in VIIth European Seminar in Ethnomusicology*, Pre-publication of the conference papers, IICMSD, Berlin.

BLACKING John, 1973, *Le sens musical*. University of Washington Press, Seattle.

BLADES James, 1984 articles "Marimba" et "Xylophone", in *The New Grove Dictionary of Musical Instruments,* Macmillan Press Limited, Londres.

BODO Florence, 1991 *Etat actuel de la recherche sur les échelles "équidistantes" indonésiennes*, mémoire de D.E.A, Paris IV-Sorbonne.

BOURGOIN, Anne-Catherine, 1992, *Contribution à l'étude des systèmes scalaires en Centrafrique : L'orchestre de xylophones ngbaka-manza* Mémoire de Maîtrise, Université de Paris IV.

BRÄILIOU Constantin, 1953 Sur une mélodie russe; *Musique Russe*, BIM, PUF, Paris, pp. 329-391.

— 1973, *Problèmes d'ethnomusicologie*. Minkoff, genève.

CASTELLENGO, 1965, Sur la naissance du sonagraphe; *Bulletin du GAM n°8*, Paris

CAPRILLE Jean-Pierre, 1971, *La dénomination des couleurs chez les Mbay de Moïssala*; SELAF, Paris.

CHAILLEY Jacques, 1955, *Formation et transformation du langage musical,* tome I : *Echelles*, CDU, Paris.

— 1963 "L'égalisation" in *La résonance dans les échelles musicales*, 191-196, CNRS, Paris.

CHENOWETH Vida, 1974 (1972), *Melodic Perception and Analysis*, Summer Institute of Linguistics éd., Ukarumpa, E.H.D, Papua New Guinea.

CHION Michel, 1983, *Guide des Objets Sonores*, INA-GRM/Buchet Chastel, Paris.

DEHOUX Vincent, 1986, *Chants à penser Gbaya*, (Centrafrique), SELAF, Paris
— 1988, "Jazz et musiques d'Afrique centrale : une lecture parallèle", *Analyse Musicale* n°11.
— 1991, "Topologie et modalités de jeu des xylophones centrafricains", *Analyse Musicale* 23.

DELALANDE François, 1991, "L'analyse musicale, discipline expérimentale?", *Analyse Musicale n°23*, Paris.

DEUTSCH Diana, 1982, "The Processing of Pitch Combinations", in *The Psychology of Music*, Academic Press Ltd, Londres.

DUFOURT Hugues, 1990, "Musique et psychologie cognitive : les éléments porteurs de forme" in *La musique et les sciences cognitives*, p. 327-334, Mardaga, Liege-Bruxelles.

DURAND Gilbert, 1964, *L'imagination symbolique*, PUF, Paris.

DUVELLE C., 1968 notice du disque Duvelle

EHRESMAN David & WESSEL David, 19XX, "Perception of Timbral Analogies" in *Rapports IRCAM*, Centre Georges Pompidou, Paris.

ELLIS Alexander, 1885 "On the Musical Scales of Various Nations", *Journal of Royal Society of Arts* n°33.

ELLIS A.& HIPKINS A. : 1884 "Tonometrical Observations on Some Existing Non-Harmonic Scales", *Proceedings of the Royal Society* n°37.

FRANCES Robert, 1972 (1958), *La perception de la musique*; Vrin, Paris.

FURNISS Suzanne, 1991, Recherches scalaires chez les Pygmées Aka, *Analyse musicale n°23.*
— 1991, La technique du jodel chez les Pygmées Aka (Centrafrique). Une étude phonétique et acoustique, *Cahiers de musique traditionnelle* 3 "Voix".

— 1992, *Die Jodeltechnik der Aka-Pygmäen in Zentralafrika. Eine akustisch-phonetische Untersuchung*, Sprache und Oralität in Afrika, Frankfurter Studien zur Afrikanistik, Dietrich Reimer Verlag, Berlin.

GREY John, 1977, "Multidimensional Perceptual Scaling of Musical Timbres" in *Journal of Acoustical Society of America* 61(5).

GREY John & MOORER James, 1977, "Perceptual Evaluations of Synthesized Musical Instrument Tones" in *Journal of Acoustical Society of America* 62(2).

GREY John & GORDON John, 1978, "Perceptual Effects of Spectral Modifications on Musical Timbres" in *Journal of Acoustical Society of America* 63(5).

HAMON Philippe, 1981, *Introduction à l'analyse du descriptif*, Hachette, Paris.

HEGEL .W. F., 1937/1941, *La phénoménologie de l'esprit*, Montaigne, Paris.

HELMHOLTZ Hermann von, 1954 (1870), *On the Sensations of Tone as a Physiological Basis for th eTheory of Music*; Dover Publication, Inc., New-York, Xème édition.

HOOD Ki Mantle, 1966, "Sléndro and Pelog redifined", *Selected Reports in Ethnomusicology* n°1.

— 1990, "The Quantum Theory of Music" in *VIIth. European Seminar in Ethnomusicology*, Pre-publication of the conference papers, IICMSD, Berlin.

IVERSON Paul & KRUMHANSL Carol, 1989, *Pitch and Timbre Interaction in Isolated Tones and in Sequences*, paper presented to the Acoustical Society of America, 1989.

JACKSON Ambroise, 1979, *Aspects analytiques de la musique de balafon dans quatre sociétés camerounaises en 1975-1976*, Thèse de Doctorat troisième cycle, E.H.E.S.S., Paris.

JAIRAZBHOY Nazir., 1977 "The "objective" and subjective View in Music Transcription", *in* Ethnomusicology XX.

JONES A. M.: 1959, *Studies in African Music*, Oxford University Press, Londres.

— 1971, *Africa and Indonesia*, E.J.Brill, Leiden.

KIRBY Percival R., 1968 *The Musical Instruments of the Native Races of South Africa*. Witwatersrand University Press, Johannesburg.

KUBIK Gerhard, -1983 "Kognitive Grundlagen" in *Musik in Africa*, Staatliche Museum Preussischer Kulturbesitz, Berlin Museum für Völkerkunde, Berlin.

— 1984 "Marimba" in *The New Grove Dictionary of Musical Instruments*, Macmillan Press Limited, Londres.

— 1992 Embaire Xylophone Music, *The World of Music*, 34(1).

LAVIGNAC, André, 1942 *La musique et les musiciens*. Delagrave, Paris

LE BOMIN, Sylvie, 1992, *Hypothèses sur l'accord des xylophones banda gbambiya*, Mémoire de Maîtrise, Université de Paris IV.

LE MOIGNE Jean-Louis, 1990, *La modélisation des systèmes complexes*; Dunod, Paris.

LEOTHAUD Gilles, 1991, "Le sens de la mesure"; *Analyse Musicale* n°23, Paris.

LIST George, 1974, "The reliability of transcription" *in* Ethnomusicology XVIII/3.

MCADAMS Stephen, 1982, "Spectral fusion and the creation of auditory image", in Music, Mind and Brain, Clynes (éd.) London, New-York Plenum Press.

— 1989, "Contraintes psychologiques sur les dimensions porteuses de forme en musique", *La musique et les sciences cognitives*, Mardaga éditeur, Liège Bruxelles.

MARANDOLA Fabrice, 1993, *La musique de xylophone zandé en Centrafrique*. Mémoire de maîtrise Sorbonne-Paris IV.

MERRIAM A., 1964 *The Anthropology of Music*. Northwestern University Press.

MONINO Yves, 1985, "Le groupe gbaya-manza-ngbaka", *Lexique comparatif des langues oubanguiennes*, Monino éditeur, Librairie orientaliste Geuthner, Paris.

MONINO Y. & ROULON P. 1972, *Phonologie du Gbaya Kara 'Bodoe*, SELAF, Paris.

MORIN Edgar, 1990, *Science avec conscience*, Seuil, Paris.

NATTIEZ Jean-Jacques, 1971, "Situation de la sémiologie musicale", *Musique en Jeu n°5*.

— 1973a, "Quelques problèmes de la sémiologie fonctionnelle", *Semiotica* n° IX/3.

— 1973b, "Trois modèles linguistiques pour l'analyse musicale", *Musique en Jeu n° 10*.
— 1975a, *Fondements d'une sémiologie de la musique*; UGE, Paris.
— 1975b, "De la sémiologie à la sémantique musicales", *Musique en Jeu n° 17*, pp. 3-11.
— 1986, Préface de : Hanslick,*Du beau dans la musique*, Bourgois, Paris.
— 1987, *Musicologie générale et sémiologie*, Christian Bourgois, Paris.

NATTIEZ & BOILES, 1977 , "Petite histoire de l'ethnomusicologie", *Musique en Jeu* n°28.

NETTL Bruno, 1956, *Music in Primitive Culture*; Harvard University Press, Cambridge.
— 1964 *Theory and Method in Ethnomusicology*. Free Press, Glanco.
— 1983 *The Study of Ethnomusicology*, University of Illinois Press.

PELLETIER-ORTIZ Sophie, 1988, *Description des échelles musicales d'Afrique Centrale, problématique, hypothèses, heuristique*; Mémoire de DEA, Université Paris IV-Sorbonne.
— 1991, "Les échelles musicales d'Afrique Centrale. Problématique, Hypothèses", *Analyse Musicale n°23.*

RIVIERE Hervé, 1990,

ROUGET Gilbert, 1961, "Un chromatisme africain", L'Homme. Revue française d'anthropologie, 1-3, pp. 1-15, Paris.
— 1969, "Sur les xylophones équiheptatoniques des Malinké", *Revue de Musicologie*, LV n°1.
— 1970 "Transcrire ou décrire ? Chant soudanais et chant fuégien", *Echanges et communications. Mélanges offerts Claude Lévi-Strauss*, vol. I, pp. 677-705, Mouton, Paris.
— 1980 *La musique et la transe*. Gallimard, Paris
— 1981 "Structure d'un chant initiatique du Bénin", in Le Courrier du CNRS, Hors Série n°42, Paris.

ROULON Paulette, 1992, conférence d'introduction à la soutenance de thèse "*Les Gbaya 'Bodoe*", manuscrit.

RUWET Nicolas, 1972 *Musique, langage et poésie*. Seuil, Paris.

SALDANHA E. L. & Corso John F., 1964, "Timbre Cues and Identification of Musical Instruments" in *Journal of Acoustical Society of America*, pp. 2021-2026.

SALLEE Pierre, 1985, "Quelques hypothèses, constatations et expériences à propos de l'échelle pentaphone de la musique des Pygmées Bibayak du Gabon"; manuscrit de la communication au *IIth. European Seminar in Ethnomusicology*, Belfast.

SCHAEFFER Pierre, 1966, *Traité des Objets Musicaux*, Plon, Paris.

SCHAEFFNER André, 1936, *Origine des instruments de musique*, Payot, Paris.

SCHMIDHOFER Alois, 1990, "Zur Tonhöhenwahrnehmung bei Xylophonklängen" in *VIIth European Seminar in Ethnomusicology*, pre-publication of the conference papers, IICMSD, Berlin.

SCHNEIDER Albrecht, 1990, "Psychological Theory and Comparative Musicology" in *Comparative Musicology and anthropology of Music*, Nettl & Bohlman (éd.), pp. 293-317, University of Chicago Press.

SCHNEIDER A. & BEURMANN A., 1993, "Notes on the acoustics and tunings of gamelan instruments", *Perfomance in Java and Bali, Studies of narrative, theatre, music and dance*, pp. 197-218, B. ARPS (éd.), London.

SCHOUTEN J.F., 1940, "The Perception of Pitch", in *Philips Technical Review* n°5, pp. 186-194.

SINGH Punita .G., 1989, "Interaction of Timbre and Pitch in Spectral Discrimation Tasks Using Complex Tones", paper presented to the Acoustical Society of America.

STUMPF Carl, 1883 *Tonpsychologie*, Hirzel, Leipsig.
— 1901 "Tonsystem und Musik der Siamesen, *Beiträge zur Akustik und Musikwissenschaft* 3, 69-138.

STONE M. Ruth, STONE Verlon L.: 1981 Event, Feedback, and Analysis : Research Media in the Study of Music Events, Ethnomusicology XXV(2).

SUNDBERG Johan, 1991, *The Science of Musical Sounds*, Academic Press Inc, San Diego.

TERHARDT E., SEEWANN M,1982, "Pitch of complex signals according to virtual-pitch theory", *Journal of the Acoustical Society of America, LXI/3.*

TEPLOV B. M., 1966, *Psychologie des aptitudes musicales*; PUF, Paris.

TRACEY Hugh,1958, "Towards an assessment of African Scales", *African Music II(1),* pp. 15-23.

— 1969, "Measuring African Scales", *African Music IV(3)*.

VOISIN Frédéric, 1991, "La modélisation des systèmes d'accords des xylophones centrafricains", *Analyse Musicale n°23*, Paris.

VOISIN F. & AROM S., * "Theory and Technology in African Music",*Garland Encyclopediae of African Music*, vol. 2, 27 p., Stone (éd.), New-York.

VOISIN F. & DEHOUX V., 1992, "The determination of scalar systems in xylophone music of Central Africa", in *Selected articles of the VIIth European Seminar in Ethnomusicology, Octobre 1990*, Intercultural Music Studies, Berlin.

— 1993, "An interactive experimental method for the determination of musical scales in oral cultures. Application on the xylophone music of Central Africa", *Contemporary Music Review*, Cambridge University Press.

WACHSMANN K. P., 1950, "An Equal-Stepped Tuning in a Ganda Harp"; *Nature* n°165

— 1957, "A Study of Norms in the Tribal Music of Uganda"; *Ethno musicology Newslatters* n°11.

WATKINS, A. J. & DYSON, M. C., 1985, *Musical Structure and Cognition*, Academic Press Ltd, Londres.

WEGNER Ulrich, 1987 "Sound Sampling of Amadinda Xylophone Compositions from Buganda and the Formation of Inherent Pattern", Communication au *VIth European Seminar in Ethnomusicology*, Musée de l'Homme, Paris.

WOODFIELD Andrew, 1990, "Variétés de la représentation mentale", *Psychologie ordinaire et sciences cognitives*, Hermès 3, CNRS, Paris.

XENAKIS Iannis, 1976, *Musique architecture*, Casterman, Paris.

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS 5

INTRODUCTION 6

1. Objet et cadre de la recherche 7

2. Musiques et musiciens centrafricains 12

3. Les xylophones centrafricains 15

1. PROBLEMATIQUE 21

1.1. De la détermination des échelles musicales 22

1.2. Des échelles musicales centrafricaines 30

1.3. Les mesures 34

1.3.1. Acoustique 34

1.3.2. Psycho-acoustique 38

1.4. Préliminaires à une enquête sur la perception des hauteurs 46

2. MODELISATION I : PERCEPTION 54

2.1. L'expérimentation 55

2.1.1. La perception du timbre 55

2.1.1.1. Harmonicité/Inharmonicité 56

2.1.1.2. L'hétérogénéité du timbre 61

2.1.2. Les intervalles 65

2.1.2.1. "Un paramètre impertinent" 69

2.1.2.2. "Accepté/ refusé" 70

2.1.2.3. L'ambitus 77

2.1.2.4. La rugosité 78

2.1.2.5. La tierce mineure 83

2.1.2.6. La seconde majeure 86

2.1.2.7. L'intervalle équipentatonique 87

2.1.3. Les réaccords 90
2.1.3.1. Les procédures de réaccord 92
2.1.3.2. Dominique Bawassan 94
2.1.3.3. Denis Moussa 103
2.1.4. La discrétisation du continuum sonore 106
2.1.4.1. L'expérience des "quarts de tons" 107
1) Avec Dominique Bawassan 107
2) Avec Denis Moussa 111
2.1.4.2. Analyse 112
1) La contraction d'intervalle 112
2) Les contraintes de choix 114
2.1.5. Conclusion 121
2.2. Modélisation 124
2.2.1. Le timbre 125
2.2.2. Le système scalaire 126
2.3. Validation 131
2.3.1. Procédure 131
2.3.2. Analyse 133
2.3.2.1. Les intervalles constitutifs manza 134
2.3.2.2. Les variantes combinatoires 140
1) La règle n°4 142
2) La règle n°5 144
3) La règle n°6 144
4) La règle n°7 145
5) La règle n°8 145
2.3.2.3. Préférences combinatoires : le temps de réaction des musiciens 146
1) La position de l'intervalle de 280 cents 147
2) Les "meilleures" combinaisons 149
3) La limite de l'ambitus 151
4) L'équidistance 152
2.3.2.4. Les conduites de vérification des musiciens 154
2.3.3. Le modèle d'accord manza 158

3. MODELISATION II : CONCEPTION 162
3.1. Le modèle de timbre 164
3.2. Les intervalles constitutifs gbaya 167
3.2.1. Une reconstitution d'accordage 172
3.2.2. Les réaccords 175
3.2.2.1. Les intervalles constitutifs. 175
3.2.2.2. Le statut de l'octave 184
3.3. Le modèle d'accord gbaya 186

SYNTHESE ET CONCLUSION 189
1. Un modèle interethnique 190
2. Bilan 198

APPENDICES 200
I. Analyse acoustique 202
II. Synthèse sonore 207
Des lames et des calebasses 208
La "chauve-souris" 212

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 215