



Article de recherche

Mesures d'intervalles, méthodologie et pratique

Interval Measurement : Methodology and Practice

Amine Beyhom

Institut Supérieur de Musique, Université Antonine, Baabda, Liban

Centre de Recherche « Langages Musicaux », Université Paris Sorbonne - Paris IV, France

RÉSUMÉ

Les mesures d'intervalles dans les musiques traditionnelles permettent de mieux appréhender la complexité de ces musiques ; ces analyses devenant de plus en plus nécessaires, le besoin s'est fait sentir de l'établissement d'une méthodologie permettant de limiter les erreurs de mesure et de cerner au mieux les particularités de chaque performance. Après une revue des méthodes de mesure utilisées couramment dans le domaine musicologique (première partie), l'auteur propose, sur des exemples concrets, une méthodologie simple devant permettre tant de vérifier la correspondance des résultats affichés avec la réalité de la performance analysée, en réduisant le taux d'erreur constaté assez couramment dans l'application actuelle de ces procédés, que d'effectuer de premières analyses d'échelles ou de structures intervalliques. De ces analyses ressort notamment une nécessité d'utiliser des descripteurs particuliers complétant les notations « traditionnelles », et de ré-analyser par exemple le répertoire enregistré ou vivant de musiques traditionnelles européennes, assimilées à tort, selon l'auteur, à un diatonisme quelque peu approximatif. Abstract

As the study of Traditional Music becomes increasingly complex and detailed, interval measuring appears more and more to be a major component of musicological analysis and transcriptions. The author, through his teaching at the Antonine University in Lebanon, has perceived an urgent need among his students for an appropriate methodology that minimizes errors in pitch and interval measuring. After reviewing the main methods used today to determine pitches (and generally resulting in ethnomusicological transcriptions), the author proposes a methodology and unfolds a set of analyses underlining, following the example of music from Brittany, the need to revise the 19th and 20th Century transcriptions, particularly in the realm of European Traditional music

MOTS-CLÉS

musiques traditionnelles, mesure des intervalles, méthodologie musicologique, analyse des hauteurs, transcription musicale

KEYWORDS

traditional music, interval measurement, musicological methodology, pitch analysis, musical transcription

ARTICLE HISTORY

Published : December 2007



Corresponding author :

Amine Beyhom | amine.beyhom@ua.edu.lb | Université Antonine, Liban & Université Paris Sorbonne, France

Copyright : © 2007 by the authors. | **Licensee** : Luminous Insights, Wyoming, USA.



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

I. Introduction générale

Le monde de l'ethnomusicologie et de la musicologie analytique est, de manière quasi permanente, confronté à l'utilisation d'échelles sortant du cadre du tempérament égal et du système intervallique de la musique tonale. Ces échelles forment souvent système, et sont quelques fois théorisées de manière exhaustive¹; reste que leur identification ainsi que l'étude de variations d'ordre intonational en leur sein sont difficiles, et nécessitent dans la majorité des cas des mesures permettant de mieux décrire (« transcrire ») l'évolution du contour mélodique dans le temps.

On pourrait croire que, pour des musiciens ou des musicologues habitués à des tempéraments « exotiques » ou formés à un système mélodique fortement non tempéré, l'identification à l'oreille des intervalles utilisés dans des musiques non familières et également non tempérées serait relativement aisée : ceci est loin d'être le cas, la tendance « naturelle » étant de ramener les hauteurs et intervalles non familiers au schéma intervallique et musical le plus usité par l'analysant; ce phénomène a été constaté par l'auteur dans le cadre de cours donnés à l'université antonine au Liban, à des étudiants de niveau master 2 en musicologie², qui ont identifié des échelles modales de musiques non familières³ avec des échelles courantes de la musique arabe ce qui, après vérification, s'est avéré erroné⁴.

Ce processus d'identification « à l'oreille » est, par conséquent, à proscrire dans toute analyse mélodique à prétention scientifique⁵, et son utilisation systématique dans, par

exemple, les transcriptions des « folkloristes » européens des deux siècles précédents⁶, met ces dernières sérieusement en question, plus particulièrement en ce qui concerne les musiques à voix nue ou accompagnées uniquement de percussions; dans ce dernier cas, en effet, les évolutions éventuelles de la fondamentale (du « diapason »), les variations au sein de l'échelle ainsi que les modulations possibles rendent extrêmement aléatoire une transcription fidèle à l'original, surtout pour des musicologues formés (à la base) à des tempéraments fixes (ou quasiment) et habitués à des interprétations (relativement) standardisées. Dans le cas de musique instrumentale ou mixte, le « diapason » (les notes « fixes ») demeurant relativement stable(s)⁷, l'analyse devient plus aisée mais la difficulté demeure quant à la détermination des intervalles exacts des échelles utilisées, même dans le cadre d'instruments « discrets »⁸ si le tempérament de ces derniers s'éloigne du tempérament égal⁹; à cela vient également s'ajouter le phénomène d'hétérophonie, courant en musiques populaires ou extra-européennes, qui rend d'autant plus malaisée une identification/discrimination correcte des intervalles utilisés.

A ce stade, il est peut-être utile d'expliquer pourquoi cet article a pour titre « Mesures d'intervalles », et non pas « Mesures de hauteurs » ? La réponse est simple pour tout ceux qui sont familiarisés avec l'analyse de musiques non standardisées, et est contenue implicitement dans les pa-

jourd'hui, sauf parmi les spécialistes de musique ancienne » [traduit de l'anglais].

⁶Bien obligés de se contenter des outils existants à l'époque ...

⁷Mais pouvant évoluer (généralement en montant) quand les instruments, notamment à vent, « chauffent » : ce processus prend un certain temps, mais il arrive que deux phrases musicales (instrumentales ou vocales) analysées à quelques dizaines de secondes d'intervalle montrent un déplacement de la fondamentale, ce qui n'est pas rédhibitoire dans le cas où les proportions intervalliques restent cohérentes (homothétiques).

⁸Les catégories d'instruments discrets et continus, ou encore semi-discrets, etc., ont été explicitées par l'auteur dans la thèse (Beyhom, 2003) : en résumé, les instruments discrets sont des instruments mélodiques à intervalles fixes ou délimités (guitare, piano, instruments frettés ou à clavier en général, ou à pistons pour les instruments à vent), tandis que les instruments continus permettent l'exécution d'intervalles variables dans une même phrase mélodique (à l'exemple de la voix, du violon, du 'ūd, etc.); cette catégorisation avait déjà été effectuée par Frédéric Lagrange dans sa thèse sur la musique égyptienne de la Nahdā (Lagrange, 1994).

⁹Où si les instruments sont accordés de manière « non traditionnelle » (ou tout simplement « mal » accordés).

¹Cf. Beyhom, 2003.

²Dont certains diplômés en études instrumentales ou en chant au Conservatoire Supérieur National de Musique - Liban.

³En l'occurrence, de musique bretonne.

⁴Cette tendance à « ramener » l'existant vers le familier (ou le reconnaissable) existe, évidemment, aussi en ce qui concerne les rythmes : dans une séance de répétitions à Royaumont, dans le cadre des concerts parallèles au colloque « maqām et création », un rythme tadjik a été identifié, par divers musiciens et musicologues présents, comme un « 13/8 »; une analyse minutieuse rythmico-métrique a permis de démontrer que, en cas d'hypothèse sur l'existence de battements isochrones, cette appréciation était loin de la réalité, les rapports temporels au sein du cycle rythmique évoluant avec le temps [cf. Beyhom (2005)].

⁵Sauf dans le cas trivial où on analyse une musique d'un répertoire familier dans un système intervallique stable ou fixe, comme par exemple le système tempéré égal à 12 demi-tons, au sujet duquel Lindley (2001, p. 248) précise qu'il est « le tempérament standard en Occident au-

ragraphes précédents ; mesurer des intervalles, et pas des hauteurs (de « notes », ou de « degrés »), devient indispensable dès qu'un instrument mélodique (y compris la voix) :

- n'est pas nécessairement accordé sur une « tonique » calée sur un diapason quelconque (le *la* à 438-442 Hz),
- est joué de manière à ce que les intervalles utilisés sortent du cadre du tempérament égal sur grille de 12 demi-tons à l'octave ou de tout autre tempérament (ou division de l'octave) facilement identifiable par l'analysant, et ce d'autant plus s'ils sont variables et/ou fluctuants¹⁰.

Ces conditions (non exhaustives) se retrouvent presque toujours dans les analyses de musiques décrites comme étant « de tradition orale » et/ou « populaires », mais également pour des musiques d'« art » ou « savantes » extra-européennes¹¹, qu'elles soient « sacrées » ou « profanes ». Il devient évident que la mesure de « hauteurs » est, dans ce genre de cas, insuffisante pour une meilleure compréhension de l'évolution mélodique si elle n'est pas associée à la mesure des intervalles constitutifs de la mélodie, que ce soit par rapport à une tonique, à tout degré stable dans ses répétitions, ou encore par rapport aux hauteurs conjointes (précédente et suivante).

Une autre raison pour favoriser la mesure d'intervalles (ou plutôt la déduction d'intervalles) plutôt que de hauteurs trouve sa justification dans les mesures à l'aide de logiciels dédiés, dont nous parlerons plus longuement en fin de première (et dans la deuxième) partie de cet article.

Pour notre démonstration, le corps de l'article sera divisé en deux parties, la première revoyant les techniques usuelles de mesure pratiquées de nos jours¹², et la deuxième étant consacrée à la méthodologie appliquée aux mesures à l'aide de logiciels spécialisés, ici sur l'exemple

¹⁰ Comprendre par « variables » que les intervalles utilisés ne sont pas les mêmes selon l'évolution de la mélodie (ce procédé ressort de la structure même de la musique performée – exemple : une modulation quelconque), et par « fluctuants » que les degrés de l'échelle peuvent « bouger » selon le « toucher » d'un musicien (sur la touche du 'ūd, par exemple) ou la volonté du performeur.

¹¹ Sinon européennes, en revenant plus au registre populaire et en rappelant que les musiques d'« art » peuvent également être de tradition orale.

¹² Et connues de l'auteur, qui ne peut prétendre à l'exhaustivité.

du logiciel *Praat*¹³ ; cette deuxième partie peut également servir de manuel d'apprentissage rapide de l'utilisation de ce logiciel (commandes et commentaires listés en notes de bas de page) sur des exemples précis, tirés de musiques bretonnes et de la région de diffusion du *maqām*, mais sa finalité est, avant tout, l'établissement d'une méthodologie de mesures limitant les erreurs de manipulation de logiciel d'un côté, et, d'un autre côté, de donner quelques lignes directrices pour l'analyse mélodique couplée à l'utilisation d'un logiciel de mesure de hauteurs (ou d'intervalles). En effet, et sachant que toute mesure d'intervalle est déjà une analyse musicale¹⁴, en réduisant les erreurs sur le processus de mesure en tant que tel, et en explicitant les choix effectués (fréquences-bornes d'analyse, méthode de mesure – par segment ou ponctuelle, choix de la « tonique » dans le cas d'une détermination d'échelle, etc.), la discussion sur une éventuelle interprétation des résultats et des prémisses ou processus d'analyse qui l'ont conditionnée devient, pour le moins, plus aisée.

Enfin, rappelons que le but de ces méthodologies est, avant tout, de fournir aux analysants une méthode pratique, relativement sûre et rapide, de relever et analyser des intervalles pour des musiques, avant tout et en l'état actuel de la technologie disponible, monodiques¹⁵ ; un complément est prévu, concernant l'analyse suivant cette méthodologie de certaines musiques non monodiques¹⁶, la quantification ainsi que la validation statistiques de mesures effectuées pour un chant (avec plusieurs couplets supposés être comparables, sinon identiques, sur le plan mélodique), et la possibilité d'étendre ce type de validation à un répertoire

¹³ « Voix » en néerlandais : ce logiciel freeware s'est avéré, selon mon expérience, comme très performant dans le domaine des mesures de hauteur, et est accessible gratuitement ; des précisions supplémentaires sont données dans le matériel supplémentaire quant aux auteurs et aux algorithmes utilisés, ainsi que sur la procédure de test appliquée par l'auteur pour vérifier la cohérence des résultats (cf. également note n° 34).

¹⁴ Tout comme toute transcription (une des finalités de la mesure d'intervalles) est déjà, en soi, une analyse.

¹⁵ Cf. note suivante.

¹⁶ Des séminaires de formation en mars 2007, pour étudiants et doctorants de l'université Paris Sorbonne, Paris IV, ont porté notamment sur des analyses de chant accompagné de guitare, ainsi que sur des monodies à appuis fluctuants comportant des variations homothétiques des intervalles : ces dernières analyses nécessitent un bagage méthodologique (et des précautions dans l'interprétation des résultats) accru(s), et sortent du cadre de ce premier dossier.

donné; ce complément devrait être publié à une date (ou au sein d'une édition) ultérieure (de la revue).

2. 1^{re} partie : Méthodes usuelles de « mesure » d'intervalles (de transcription)

2.1. Introduction

Si la transcription moderne dépend avant tout du support écrit (la notation occidentale sur portée), l'identification des hauteurs (et des intervalles) et leur transcription s'est faite depuis l'Antiquité¹⁷, notamment à travers la notation alphabétique. Les problèmes qui se posaient alors aux musiciens et théoriciens de la musique (nos actuels « musicologues ») étaient comparables à ceux rencontrés aujourd'hui, et ne sont que les reflets (les échos ?) de la vieille polémique entre aristoxéniens et pythagoriciens sur la détermination des échelles utilisées dans la musique grecque ancienne. Aux pythagoriciens, adeptes de la quantification mathématique des intervalles, les aristoxéniens opposaient le jugement de l'oreille et considéraient que l'écoute était la seule manière adéquate de déterminer les degrés de l'échelle. La méthode des pythagoriciens consistait à considérer que tout intervalle qui sortait du cadre de la théorie était « faux », et devait par conséquent être ramené à l'intervalle correspondant, « juste » mathématiquement; les aristoxéniens, par contre, considéraient que tant que l'intervalle était perçu comme « juste » par l'oreille, il avait droit de cité et devait être inclus dans la théorie *ad hoc*. Dans l'argumentation développée dans l'introduction à cet article, la méthode pythagoricienne correspond tout à fait, paradoxalement, au processus d'identification des intervalles par analogie avec des intervalles d'un système de référence, considéré, implicitement ou non, mais sûrement arbitrairement, comme « juste » : nous avons vu que cette méthode menait à des erreurs, même chez des analysants familiers avec des musiques non tempérées. L'« écoute » aristoxénienne, même si elle peut remporter, pour le principe, l'adhésion, soulève néanmoins les mêmes problèmes exposés dans l'introduction et qui peuvent se résumer en la

difficulté de quantifier les intervalles (de les mesurer), surtout quand une oreille exercée « sent » que ces intervalles sortent du cadre habituel (pour l'« oreille » en question). En considérant qu'un musicologue ou un musicien expérimenté peut être capable de déterminer à l'oreille (par l'écoute) si un intervalle sort du cadre du système intervallique qui lui sert de référence, reste à pouvoir quantifier cette différence et à vérifier si elle correspond à des intervalles d'autres systèmes intervalliques que le système référentiel, ou si cette variation est inclassable en l'état. Ceci correspond en fait au processus *inverse* de l'« identification » des intervalles (que l'on apprend couramment dans les conservatoires et les universités aux musiciens et aux musicologues), et qui est le processus de « discrimination » des intervalles. Pour ce faire, les analysants ont utilisé plusieurs méthodes, dont j'expose les plus usuelles et typiques ci-dessous¹⁸, dans l'ordre croissant de complexité et de pertinence (ou d'indépendance de l'écoute subjective) :

- I. La comparaison avec un système intervallique de référence stable; dans cette catégorie, nous pouvons considérer deux sous-catégories :
 - (a) La comparaison « de mémoire auditive », ou comparaison spontanée avec le système de référence selon la mémoire auditive dont est imprégné l'analysant.
 - (b) La comparaison avec un instrument accordé à tempérament « fixe » :
 - i. à accordage et diapason relativement stables (par exemple le piano),
 - ii. à accordage relativement stable et diapason variable (par exemple une clarinette ou un saxophone),
 - iii. à accordage et diapason variables (par exemple une guitare).

¹⁷Voir à ce sujet, et pour les remarques suivantes, notamment Mathiesen (1999) et Mathiesen et al. (2001) et Chailley (1979) pour la musique grecque ancienne, ainsi que (al-Kindī, 1965) pour la musique arabe. West (2005) et Vitale (1982) mentionnent, de leur côté, une notation cunéiforme ugaritienne fondée sur la mention des intervalles successifs. Par ailleurs, l'article « notation » de Sadie (2001) comporte également une liste abondante de références bibliographiques sur le sujet.

¹⁸Le but de cet exposé n'est en effet, pas d'effectuer une revue historique des méthodes utilisées pour mesurer (discriminer/identifier) des intervalles (ou transcrire des mélodies), mais bien de rappeler, en un ensemble coordonné, les différentes méthodes utilisées de nos jours, et de relever leurs points forts et leurs points faibles en ce qui concerne la précision des mesures effectuées ainsi que la fiabilité des transcriptions en résultant.

2. La comparaison avec des instruments continus du type violon ou *ūd*, ou encore un monocorde.
3. La comparaison avec un instrument à tempérament variable et identifiable, de type clavier électronique à diapason et hauteurs modifiables.
4. La comparaison avec un accordeur électronique
5. La mesure d'intervalles par des logiciels spécialisés, avec une méthodologie appropriée.

Ces cinq méthodes ont chacune des avantages et des inconvénients que nous allons exposer dans la suite de cette première partie d'article, en remarquant que les trois dernières sont récentes et datent de l'avènement de l'ère électronique.

2.2. Comparaison avec un système de référence stable

Ceci concerne, comme explicité ci-dessus, la comparaison « instinctive », « à l'oreille », ou encore la comparaison avec un instrument à tempérament « fixe ». Dans le premier cas, un des avantages de la méthode est, pour une oreille exercée, de pouvoir identifier un système intervallique indépendamment du diapason utilisé, ou même de pouvoir « accompagner » les évolutions éventuelles de ce diapason ; l'inconvénient majeur en est la dépendance complète (de la transcription résultante) de la subjectivité du musicologue, ce dernier pouvant être amené à identifier des intervalles là où aucune identification n'est possible, et à négliger des variations qui peuvent être de l'ordre de la structure même du mode (ou de l'échelle modale), ou encore, plus subtilement, à quantifier (et, surtout, à qualifier) de manière erronée des variations décelées par rapport à la « norme ».

Dans le cas des instruments à tempéraments (relativement) stables, les instruments à diapason fixe peuvent se révéler inadéquats en cas d'évolution de la fréquence du diapason (ou tout degré de référence supposé « stable ») avec le temps (par exemple dans le cas d'évolution avec le temps de la fréquence de la fondamentale dans la mélodie analysée). Les instruments à accordage modifiable (comme la guitare) permettent de suivre ces dernières évolutions, même si le processus de réaccordage peut s'avérer laborieux (selon l'instrument).

Dans tous les cas de figure, les « mesures » effectuées ne

peuvent être que qualitatives (degré « plus haut » ou « plus bas » que le degré de référence, intervalle « plus petit » ou « plus grand » que l'intervalle de référence) et dépendent fortement de la capacité de discrimination auditive de l'analysant qui, selon la personne, la hauteur absolue et le timbre, est très variable ; ces méthodes ne peuvent être appliquées que dans le cadre d'une musique dont le système intervallique est complètement déterminé à l'avance, comme par exemple la musique tempérée égale, et représentative d'un répertoire que le musicologue ou le musicien maîtrise lui-même parfaitement ; même dans ce dernier cas, cependant, les variations éventuelles (*glissandi*, raccourcissement d'intervalles en mouvement mélodique, etc.) ne pourront être décrites, au mieux, que de manière approximative¹⁹.

2.3. Comparaison avec des instruments continus

Ce genre d'analyse est souvent pratiqué par des musiciens ou musicologues de la zone du *maqām*, mais peut être effectué par des violonistes (ou en utilisant un violon) ou avec tout autre instrument continu : l'avantage de cette méthode est qu'elle permet une reproduction plus précise des hauteurs et des intervalles et, par là, leur identification éventuelle pour peu que ces hauteurs et intervalles correspondent à des positions (souvent de doigtés) familières au musicien (et identifiées dans son système de référence) ; dans le cas inverse, cependant, la tendance à l'identification « forcée » (en « ramenant » des hauteurs ou des intervalles à des valeurs ou des positions plus familières) peut mener à des erreurs d'appréciation rédhibitoires²⁰.

La comparaison avec un monocorde, même dans le cas de mesures de la corde pour une hauteur « identifiée », souffre de la même subjectivité qu'avec d'autres instruments « continus » : elle s'avère inefficace si le pouvoir de discrimination de l'oreille (et son exercice) ne permet pas d'échapper au phénomène d'identification²¹.

¹⁹Un des exemples les plus frappants d'erreur de ce type est l'assimilation de l'intervalle central du genre h □ ijāz, par des musicologues et musiciens occidentaux, à une « seconde augmentée » de la musique occidentale, alors que la valeur réelle de cet intervalle tourne autour des cinq quarts de ton dans la pratique traditionnelle du *maqām* araboturco-persan (cf. Beyhom, 2007).

²⁰Signalons ici, pour l'exemple, l'existence d'autres « instruments continus » servant ou ayant servi à mesurer des hauteurs, à l'instar de la sirène de Cagnard de Latour, voir webographie.

²¹Et peut se révéler très rapidement fastidieuse dans le cas de mélodies un peu complexes.

En définitive, cette méthode, bien que permettant à un musicologue expérimenté de vérifier ponctuellement la conformité de certaines hauteurs ou intervalles avec son système de référence (qui peut être complexe, tempéré inégal, etc.)²², et de reproduire éventuellement et qualitativement des variations de la courbe mélodique, n'est généralement pas applicable en dehors du système référentiel de l'analysant, et devient d'autant moins efficace dans le cas de musiques complexes mélodiquement, notamment pour le chant mélismatique et/ou traditionnel; cette méthode fonctionne également par analogie auditive, et dépend fortement, tout comme la première, du pouvoir de discrimination intervallique de l'écoute musicale (de l'« oreille » du musicologue ou du musicien).

2.4. Comparaison avec un instrument à tempérament variable et identifiable

Cette méthode pourrait s'imaginer avec, par exemple, un instrument à frettes déplaçables vers des positions identifiées et/ou quantifiées à l'avance : un tel instrument ne permettrait cependant pas une mesure suffisamment fine de l'intervalle et dépendrait du quadrillage de la touche, qui sera vite limité par des contraintes physiques (épaisseur de la frette et possibilité matérielle de définir des emplacements identifiés en nombre, mais également le nombre de frettes utilisables) : à ce sujet, il convient de rappeler l'existence, historiquement, de guitares à frettage complexe qui permettaient, suite à des manipulations parfois laborieuses, de jouer dans différents « tons » harmoniques en gardant une justesse équivalente indépendamment des transpositions²³ ; il faut également rappeler l'existence d'instruments à clavier comportant plusieurs rangées de touches supplémentaires à celle du piano (ou de l'orgue ou du clavecin) traditionnel, et qui permettaient également de jouer dans des tons différents et de transposer sans préjudice pour la

« justesse » harmonique²⁴. Ce genre d'instrument est cependant inaccessible de nos jours au commun des mortels, et généralement relégué dans les musées d'instruments de par le monde ; il n'est par ailleurs pas prouvé que ces instruments aient pu servir à des problématiques comparables à celles que nous développons dans cet article : nous parlerons par conséquent ici uniquement d'instruments modernes du type clavier électronique, avec possibilité (courante) de modification du diapason mais également (moins courant) des hauteurs assignées aux touches. Dans ces derniers instruments, la définition est de l'ordre du cent en ce qui concerne les hauteurs, ce qui dépasse la capacité de discrimination des meilleurs musiciens ou facteurs, selon ce qu'a pu constater l'auteur²⁵.

Ce genre de solution permet d'établir des mesures rapides et relativement fiables à condition que l'oreille soit bien entraînée à :

- discerner les variations minimales de hauteur,
- différencier les transitoires (attaque et extinction) du son fondamental (il faut insister sur la partie centrale du son, là où on « sent » qu'il se stabilise).

Cette méthode, souvent efficace et rapide, dépend néanmoins de la qualité de discrimination de l'oreille de l'auditeur, ce qui est un « manque » pour la méthodologie, et est difficilement applicable dans le cas de chants mélismatiques (en général fortement non tempérés, avec des variations quasi continues des hauteurs), ou encore de fondamentales évolutives (nécessité de reprogrammer le clavier à chaque variation significative, et impossibilité pratique²⁶ de suivre des évolutions continues).

²⁴Voir notamment à ce sujet (Meeus, 1980 ; Meeus, 1977 ; 1986a ; 1986b ; 1998) : les transpositions dans ce genre de cas sont néanmoins et généralement limitées.

²⁵La limite communément admise pour le pouvoir de discrimination de l'oreille est de cinq cents pour un musicien exercé ; j'ai pu constater de moi-même, au cours de recherches effectuées en Bretagne en 2002 et 2003, que les facteurs de binious et bombardes arrivaient à distinguer des différences de l'ordre de 2 à 3 cents ; cette précision est comparable à celle de musiciens et accordeurs libanais (Beyhom, 2003), mais également, selon le chanteur et clarinettiste Erik Marchand [comm. personnelle en date du 07 août 2006], à celle qu'il a pu constater pour lui-même en utilisant également un clavier à diapason transposable et hauteurs assignables (et quantifiables) en cents.

²⁶Dans l'état actuel de la technologie disponible.

²²Sachant que, de toute manière, aucun système de référence (auditive) ne peut prétendre, quelle que soit sa complexité, à une reproduction quantitative exacte de ces hauteurs et intervalles.

²³Notamment par un système de frettes particulières à chaque corde de la guitare, avec possibilité d'enficher des frettes (« barrettes » individuelles pour chaque corde) sur la touche suivant un système correspondant à une division de l'octave en 53 intervalles « égaux » (système de commas de Holder) [cf. Evans et Evans, 1979, p. 38, n° 17 - Guitare « enharmonique »].

Remarque : Il faut signaler, à ce stade de l'exposé, que les trois méthodes abordées jusqu'ici ont en commun un avantage appréciable par rapport aux deux suivantes, qui est qu'elles permettent, pour peu que les timbres des instruments soient différenciables à l'écoute, d'effectuer des « mesures » pour des instruments (y compris la voix) au sein d'un ensemble.

2.5. Comparaison avec un accordeur électronique

J'ai pu observer l'utilisation de cette méthode à Téhéran, en 2005, en marge du congrès international *Safiyuddin Urmawī*, à l'IFRI²⁷ : le musicien utilisait un *qānūn*²⁸ dont il accordait les cordes à l'unisson des hauteurs produites par un autre instrument (dans ce cas de figure, à cordes et fretté), et vérifiait tour à tour les hauteurs des deux instruments en les comparant aux lectures de l'accordeur (qui donnait les hauteurs en fréquences, dont on retraduisait ensuite les rapports en cents). Une autre possibilité est de mesurer, directement sur le « VU mètre » de l'accordeur, le différentiel avec une hauteur absolue quelconque²⁹.

Cette dernière méthode permet de vérifier ponctuellement des hauteurs, et de calculer des intervalles en effectuant les opérations mathématiques correspondantes ; elle a l'avantage d'être indépendante de la capacité de discrimination de l'oreille, mais est extrêmement limitée dans ses applications : elle ne permet en effet ni d'avoir une idée claire des changements éventuels d'intervalles, notamment par un phénomène de « tiré » des cordes sur la frette d'un instrument à cordes (de type *sāz* ou guitare), et encore moins de suivre les évolutions de la note notamment pour les transitoires d'attaque et d'extinction que nous aborderons plus en détail dans la deuxième partie de cet article. Il

va sans dire que, pour l'analyse d'une mélodie quelconque, ce genre de mesure donne des résultats limités ; elle est néanmoins indépendante de la capacité de discrimination de l'oreille, ce qui constitue, à l'évidence, un plus en ce qui concerne la rigueur scientifique³⁰. Par ailleurs, et tout comme la méthode suivante, elle a le désavantage, souvent rédhibitoire, de ne permettre que la mesure de hauteurs de sons issus d'un instrument unique.

2.6. Mesures d'intervalles avec des logiciels spécialisés

Cette solution, la plus complète en musicométrie des intervalles, doit cependant s'accompagner de précautions évidentes et nécessite la maîtrise d'une chaîne de programmes complémentaires et indispensables à l'analyse. Nous verrons les détails de ces conditions, nécessaires pour une validation des résultats obtenus, en seconde partie d'article : nous nous contenterons dans cette section d'en relever les différents avantages et désavantages identifiés à ce jour.

À part la nécessité de maîtriser un tant soit peu l'outil informatique³¹, quelques autres préalables sont nécessaires pour l'application de cette méthode, notamment :

- Le logiciel doit avoir été testé et sa fiabilité prouvée et quantifiée, autant que possible, selon les timbres, les hauteurs absolues ainsi que les paramètres d'analyse (bornes de fréquence, pas de mesure, compréhension du principe de fonctionnement des algorithmes utilisés pour éviter notamment les résultats de type « boîte noire », etc.).
- L'enregistrement sur lequel est effectuée l'analyse doit, autant que possible, correspondre à l'original et ne pas avoir été traité à l'aide de filtres quelconques (« nettoyage » d'enregistrements anciens, élimination arbitraire des bruits de fond, etc.) ou encore avoir subi des transformations algorithmiques de transfert de données (par exemple passage du format « WAV » au

²⁷ Institut Français de Recherche en Iran.

²⁸ Cithare de la tradition arabo-turque, pourvue de 72 à 78 cordes triples (modèle égyptien notamment) couvrant à peu près 3 octaves (cf. Tranchefort, 1980, p. 243-245).

²⁹ Pour ce faire, il faut que le son perdure un tant soit peu (pour une stabilité de l'aiguille – ou de son équivalent numérique) : certains musiciens (ou musicologues) utilisent pour ce faire des logiciels de traitement du son qui « allongent » la durée du son, sans (en principe) en modifier la hauteur ; cette procédure est un peu lourde, et dépend de la qualité des algorithmes utilisés dans le programme [cf. le test des logiciels « Cool Edit » et « Audacity » dans le matériel supplémentaire]. Le même problème existe par ailleurs pour les instruments « continus » (deuxième méthode revue dans cet exposé), dès que les variations de hauteurs et d'intervalles deviennent trop rapides (par exemple dans le cas de glissandi suivis de changements rapides et /ou subtils des hauteurs).

³⁰ Il faut noter néanmoins ici que cette « rigueur » scientifique dépend en fait des algorithmes utilisés par l'accordeur électronique, qui ne sont en général nullement explicités dans les brochures mises à la disposition de l'utilisateur : c'est l'exemple type de la « boîte noire » qui donne toujours des résultats, mais ne permet pas de vérifier leur pertinence.

³¹ Ce qui était l'apanage de quelques uns devient rapidement une nécessité pour tous.

format « MP3 » et vice versa). Cet enregistrement doit également être accessible au lecteur, soit par sa mise à disposition sur un support matériel (ou encore par internet) si l'auteur possède les droits de l'enregistrement et/ou les autorisations nécessaires, soit à travers l'indication précise et fiable de la référence de l'enregistrement si ce dernier est disponible dans le commerce.

- Une méthodologie rigoureuse (et de « bon sens ») des mesures doit être appliquée, notamment en ce qui concerne les points ou segments de mesures, et la mise à disposition du lecteur de l'ensemble des données ayant permis de conclure dans un sens ou dans l'autre de l'analyse (*idem* bornes de fréquence et pas de mesure, mais également informations sur le traitement de « sauts » d'octave ou de « sauts harmoniques » éventuels, identification si possible des transitoires sur graphique de relevés des hauteurs, comparaisons si nécessaire de mesures ponctuelles sur le tronçon central avec une mesure moyennée, etc.) est une nécessité déontologique.
- Laisser le bon sens (musical, l'« écoute ») guider l'analyse musicométrique, et accepter en retour de se laisser guider ou remettre en question par les résultats obtenus, même s'ils peuvent, à première écoute, contredire le sentiment ou la perception auditive de l'analysant.
- Vérifier et révéifier les résultats.
- Se rappeler qu'une mesure comprend toujours un taux d'erreur³², et en tenir compte pour l'analyse finale.

Ces préalables, conjugués à une méthodologie cohérente, permettent d'obtenir des résultats très efficaces, y compris en ce qui concerne des musiques très complexes mélodiquement comme nous nous proposons de l'exposer en 2^e partie de ce dossier ; il n'en reste pas moins que,

³²Il est remarquable que le taux d'erreur constaté, en cas d'application correcte de la méthodologie préconisée, est proche de celui de la définition de l'oreille soit de 2 à 5 cents pour des intervalles de l'ordre du ton. Pour plus de précisions, lire la partie du matériel supplémentaire consacrée au test du logiciel Praat .

malgré des possibilités d'isolement de certains sons d'instruments au sein d'un ensemble en vue de l'analyse, cette méthode ne peut s'appliquer couramment pour ce dernier cas, ce qui en limite la portée pratique, plus particulièrement dans le cas de musiques polyphoniques.

3. Conclusion de la 1^e partie

Nous avons revu rapidement, dans cette première partie, différentes méthodes de mesures d'intervalles pour l'analyse et, notamment, la transcription de mélodies modales. Ces méthodes ont chacune des avantages et des inconvénients, notamment pour la dernière qui, bien que la plus solide sur le plan de la validation scientifique (comme nous nous proposons de le démontrer en 2^e partie d'article), ne permet néanmoins pas (encore, et sauf exceptions, cf. note n° 16) d'effectuer des mesures pour des instruments au sein d'ensembles : ce défaut n'existe pas pour d'autres méthodes abordées dans le cours de cette 1^e partie, mais ces dernières sont défectueuses sur le plan méthodologique, sauf dans des cas triviaux qui restent néanmoins tributaires d'une validation indépendante du sens de l'écoute humain.

L'exposé en deuxième partie d'article aura pour but de préciser la méthodologie à appliquer pour la dernière de ces méthodes - qui font toutes partie de l'arsenal analytique mis à contribution par le musicologue pour une meilleure compréhension des musiques modales, et sont complémentaires entre elles.

4. II^e partie : Tonagrammes

4.1. Introduction à la deuxième partie

Les méthodes modernes³³ de détermination de la hauteur d'un son se basent sur un choix entre différentes hauteurs possibles, auxquelles l'algorithme de calcul choisi assigne une probabilité (d'être le son fondamental) en fonc-

³³Cette partie se base partiellement sur un document intitulé « Praat tutorial for musicologists » (voir possibilité de téléchargement en liste bibliographique), notamment en ce qui concerne les commandes du logiciel Praat (Version 4.0.49) et certaines suggestions de chronologie de l'analyse. Ce document donne également des indications pratiques pour la manipulation du logiciel qui seront utiles au musicologue désireux d'effectuer des analyses de hauteurs (ou de rythmes), mais qui dépassent le cadre que nous nous sommes donné dans ce dossier. Pour les correspondances hauteurs/harmonique fondamental et pour des comparaisons entre différentes méthodes de détermination de la fondamentale, voir également Gerhard, 2003, téléchargé le 09/02/2007.

tion de la présence d'autres fréquences dans le spectre sonore du son analysé. Cette méthode, décrite ici de manière très succincte et simplifiée, se différencie de méthodes plus anciennes consistant en l'application de filtres successifs éliminant certaines fréquences au fur et à mesure jusqu'à arriver à isoler le son fondamental. Bien entendu, le résultat final dépend des paramètres choisis, notamment de la finesse de détermination des différentes composantes du son pour la première méthode, et celle du choix de l'étagement des filtres pour la deuxième. Nous ne nous étendons pas ici sur ces paramètres, mais simplement sur la méthodologie générale à suivre pour que la subjectivité du musicologue ne vienne pas détruire l'objectivité (ou la « neutralité ») du programme. Les exemples ci-dessous sont issus d'analyses effectuées avec le logiciel *Praat* mentionné *supra*, qui permet notamment de reproduire des tonogrammes (relevés fréquences/temps avec possibilité de quadrillage graphique en fractions du ton)³⁴ et de comparer, par exemple, plusieurs passages similaires d'un même chant entre eux, ou encore de vérifier et mesurer des processus fins d'évolution de la mélodie. Pour ce faire, nous allons essayer d'analyser plusieurs extraits de mélodies monodiques, instrumentales ou vocales, en essayant de dégager, par l'exemple, une méthodologie simple pour assurer une adéquation (et la fiabilité) des résultats des mesures.

4.1.1. *Considérations générales pour les mesures d'intervalles avec un logiciel dédié*

Premièrement, il est important d'insister sur la traçabilité des analyses et mesures effectuées : à part la référence, évidente pour un musicologue, à l'auteur et à l'éditeur, au nom du morceau (ou, à défaut, à sa description) ainsi qu'à la date de publication et, surtout dans le cas d'enregistrement hors du domaine public, à la date et au lieu d'enregistrement, il faut également, dans le matériel supplémentaire ou dans le corps de l'analyse, préciser le positionnement des extraits analysés au sein d'un morceau, un minimum d'honnêteté intellectuelle imposant à l'analysant de mettre à la disposition du lecteur-auditeur l'intégralité des musiques analysées (ou d'indiquer pour le moins les références exactes et les bornes temporelles

³⁴Remarque : Praat utilise l'algorithme « accurate autocorrelation » (« auto-corrélation précise »), décrit dans (Boersma, 1993), et qui est une amélioration de la méthode par auto-corrélation « simple » décrite dans 2003, p. 6-7.

des extraits enregistrés pour les enregistrements disponibles dans le commerce), ainsi que les segments analysés (en cas de moyennes) ou emplacements précis des mesures (ponctuelles) effectuées. Dans le cas contraire, le musicologue aura beau jeu de prétendre que l'analyse fait ressortir des particularités du chant non discernables directement à l'écoute, la seule « garantie » fournie étant sa caution propre³⁵ ce qui, dans tous les cas de figure, ne peut être considéré comme de l'objectivité scientifique. Par ailleurs, un principe simple doit être observé préalablement à toute mesure, qui est le passage du général au particulier, avec une observation préalable des bornes de fréquences du morceau : en effet, une mise en situation de l'extrait à analyser ainsi que des interférences possibles (par exemple de percussions ou de bruits de pas ou de voix quelconques) permet d'éviter d'emprunter des pistes d'analyse qui peuvent s'avérer inadéquates.

4.2. *Exemples « simples »*

La première analyse (simple) que nous effectuerons sera donc celle d'extraits d'un enregistrement de bombarde de fabrication bretonne, et jouée par le sonneur (et facteur d'instruments) Jorj Botuha³⁶. Cet enregistrement a été choisi pour une première approche à cause de la (relative) stabilité des degrés de la bombarde jouée « à vide » (échelle « normale », jouée de la manière la plus « neutre » possible).

Le logiciel utilisé n'étant pas une « boîte noire », un certain nombre d'opérations préliminaires ont été effectuées pour déterminer l'ambitus de fréquences pour le son fondamental (premier partiel) ; une première estimation, large, est proposée, avec des bornes en fréquences de valeurs 75 (« basse ») et 2400 Hz (« haute »)³⁷, avec une subdivision de

³⁵Où, de manière plus subtile, quand les mesures sont effectuées en laboratoire par des spécialistes de l'acoustique, le musicologue ne faisant qu'interpréter des résultats à la gestation desquels il n'a pas contribué.

³⁶Tous les enregistrements avec ce musicien ont été effectués le 13 décembre 2003, dans son atelier à Aurray - Bretagne.

³⁷L'approche « large », que ce soit pour un chant ou une pièce musicale dans leur entièreté, ou encore concernant les fréquences couvertes par l'analyse logicielle, est indispensable - comme préalable à l'analyse - pour diverses raisons, dont la nécessité de mieux situer l'extrait analysé au sein du morceau, et de vérifier la manière dont réagit l'algorithme de détermination de la fréquence fondamentale en comparant les résultats avec l'écoute de l'analysant. Cet exercice est loin d'être gratuit, et ses résultats peuvent suggérer des pistes nouvelles d'analyse au musicologue tout en permettant de mieux situer les particularités d'un extrait quelconque par rapport au reste de la musique analysée, et de corriger

l'extrait analysé en 500 pas de temps³⁸.

Le graphique (Exemple 1) mixte ³⁹ sonagramme (en haut) et fréquence/temps (ligne brisée du bas) footnote_40 permet de déterminer que la borne inférieure des fréquences à analyser se situe aux alentours de 437 Hz (sur le côté droit – bas – du graphique) ⁴⁰.

Une opération similaire (positionnement de la souris dans le plan, à la hauteur du segment approximativement le plus haut dans le relevé fréquence/temps) pour déterminer la borne supérieure permet de la situer à approximativement 825 Hz.

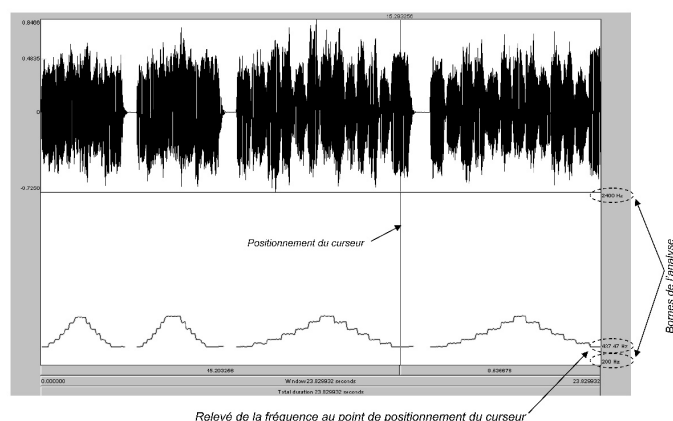


Figure n° 1 : Graphique mixte sonagramme et relevé fréquences/temps, bombarde « copie Karnak » jouée par Jorj Botuha – piste CD n° 09⁴¹

éventuellement, dans une deuxième hypothèse, des sauts d'octave ou de quinte dans la détermination de la fondamentale (cf. van der Meer, s. d.).

³⁸Commandes Praat pour le nombre de pas de mesure : dans la fenêtre d'édition créée (voir infra), menu puis commandes « Pit.(ch) > Pitch settings > 500 (première valeur à renseigner) ». Notons ici qu'une analyse avec un pas de temps de 1/100 e de seconde environ est suffisante, en général, pour des relevés de hauteurs et des calculs d'intervalles ; le pas de temps dans cette première analyse « grossière » est approximativement égal à 1/20 e de seconde.

³⁹Commandes « Sound left > Edit » dans Praat ; toutes les analyses sont effectuées, dans ce logiciel, sur un son mono : il suffit donc de lire un fichier « WAV » ou « aif » stéréo et de choisir une des pistes gauche ou droite – dans cet exemple, la piste de gauche a été choisie, et les commandes préalables de lecture utilisées sont « Read > Two sounds from stereo file ».

⁴⁰Les bornes et mesure de l'analyse en fréquence figurent sur le côté droit de la partie basse du graphique ; les bornes de l'analyse du spectre (et de la fréquence correspondant au point de mesure) figurent sur le côté gauche.

À partir de ces bornes, élargies par sécurité (à approximativement plus ou moins 5 %, soit à 850 Hz pour la borne supérieure, et 400 Hz pour la borne inférieure – pour simplification de la lecture des graphiques), nous pouvons mener une analyse plus approfondie de l'évolution des fréquences fondamentales avec le temps.

Une première analyse ⁴², effectuée sur la troisième série de hauteurs (« échelle » comprise entre la 8e et la 16e secondes – Exemple 2) ⁴³, permet d'obtenir un tracé (Exemple 3a et Exemple 3b) simple du relevé fréquence/temps, et de vérifier la cohérence des opérations effectuées jusqu'à ce point de l'analyse.

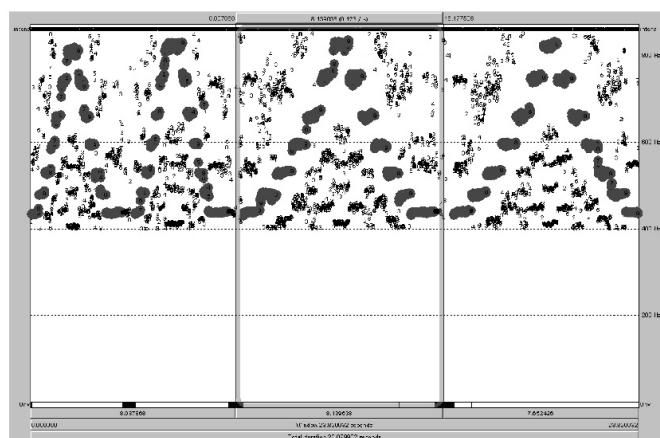


Figure n° 2 : Sélection de la troisième « échelle » au sein de la fenêtre « Edit Pitch » du relevé fréquences/temps, bombarde « copie Karnak » jouée par Jorj Botuha – piste CD n° 10

⁴²Commandes « Sound left > Periodicity > To pitch », avec un pas de 1/100 e de seconde, et mise des bornes de fréquence à 400 et 850 Hz ; ceci est cependant et peut-être une restriction trop drastique pour les analyses plus complexes, surtout pour repérer les phénomènes de « quintoiement » ou d'octaviation des instruments à vent : une règle simple, pour ce genre d'analyse, est de diviser la valeur de la borne inférieure par deux et d'arrondir à la dizaine inférieure, et de multiplier celle de la valeur supérieure par 2 également et d'arrondir à la centaine (cinquantaine) supérieure.

⁴³Commande « Pitch left > Edit » ; la procédure de sélection s'effectue par une opération simple de click gauche de souris à partir de la gauche de la zone (8 secondes), et d'étirement vers la droite de la zone sélectionnée jusqu'à la valeur de temps désirée (16 secondes) puis par la commande « View > Zoom to selection » ou, pour plus de précision dans la sélection, par la commande « View > Zoom ... » (bornes exactes à renseigner) ».

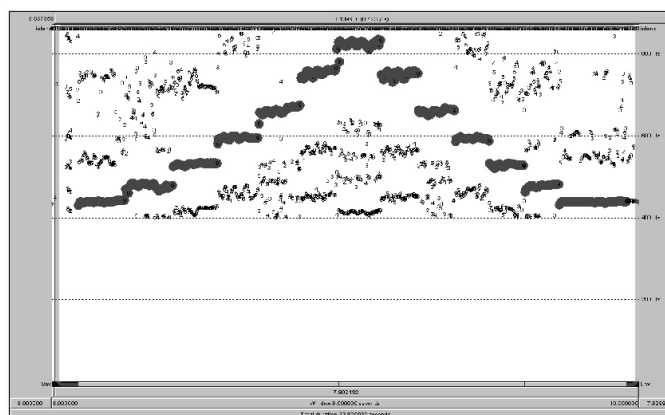


Figure n° 3a : Fenêtre d'édition de l'extrait du relevé fréquences/temps, bombarde « copie Karnak » jouée par Jori Botuha – piste CD n° 10⁴⁴

À ce stade⁴⁵, l'analysant a le choix entre une analyse détaillée, segment par segment, du tracé fréquence/temps, ou à une analyse globale par comparaison avec une grille intervalle quelconque. Vu la régularité du relevé (« échelle ») et la relative stabilité des degrés, l'analyse choisie ici sera une analyse globale, pour essayer de déterminer rapidement les subdivisions de l'échelle. Pour ce faire, nous devons passer par une « transposition » (une transformation homothétique) des fréquences relevées sur une « fondamentale » de 100 Hz⁴⁶, d'où la nécessité de déterminer, au préalable, la « fondamentale » (en fait tout simplement le degré le plus bas mesuré) de notre bombarde. Le choix ici doit se porter sur le segment le plus stable (ligne horizontale), soit la dernière portion (située approximativement entre 14,8 et 16 secondes), et en sélectionnant cette zone puis en l'agrandissant⁴⁷ (Exemple 3b), nous pouvons nous

⁴⁵ On ne saurait trop insister, ici, sur la nécessité d'une réécoute de l'extrait, à partir du résultat de l'algorithme de détermination de la fréquence fondamentale, et de le comparer à l'original : Praat permet cette écoute en « hum » (la traduction la plus proche correspondrait à « bourdonnement ») ou en « pulse » (« impulsion »), en sélectionnant (dans la fenêtre Praat objects) le résultat du calcul (« pitch left » ou « pitch right » au choix pour un extrait non différencié spatialement) et en cliquant sur « play » ; pour réécouter l'original et effectuer une comparaison, il suffit de re-sélectionner l'objet « sound left » ou « sound right », et de cliquer également sur « play ».

⁴⁶ Cette restriction est imposée par le logiciel, et ne fait pas partie de la méthodologie en tant que telle.

⁴⁷ Command « View > Zoom ... » (fixation des bornes entre 7,18

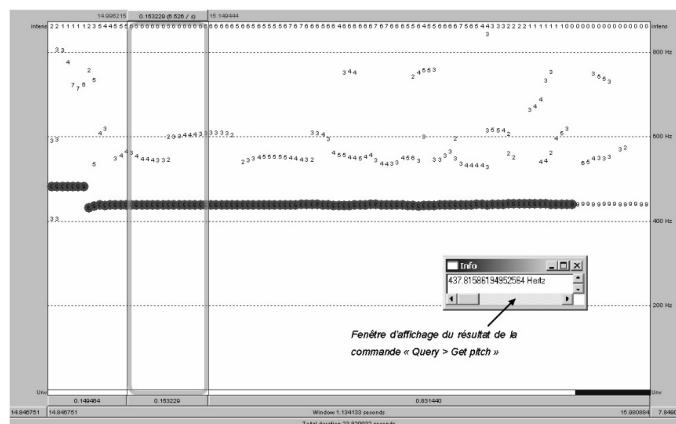


Figure n° 3b : Représentation de la portion comportant le son « fondamental » choisi – pistes CD II (sélection)⁵⁰

rendre compte que la « fondamentale » choisie est remarquablement stable ; dans ce genre de cas de figure, il suffit d'éviter les transitoires d'attaque et d'extinction, de repérer le segment central ou la portion la plus stable en son sein, et de délimiter le segment de mesure au sein de cette portion (partie sélectionnée en Exemple 3b)⁴⁸, et de mesurer la moyenne⁴⁹ des mesures au sein de ce segment (pour plus de fiabilité). Le calcul de la moyenne (437,82 Hz) confirme notre première estimation « grossière » de la fréquence de la fondamentale (437 Hz).

À partir de là, et la transformation homothétique effectuée⁵¹ (Exemple 4), nous pouvons redessiner ce relevé sur fond d'une grille en demi-tons (Exemple 5a et Exemple 5b) : une simple observation visuelle permet de nous rendre compte que les 2e, 3e, 4e et 6e degrés de l'échelle ne correspondent ici que très imparfaitement à la grille en demi-tons.

Une représentation sur grille en quarts de ton secondes et 7,72 secondes) ».

⁴⁸ En ayant soin de vérifier que la forme de la courbe (vérifiée pratiquement par une tangente « vectorisée ») est approximativement la même au début et à la fin du « segment » choisi – voir figures n° 13, 17 et 18.

⁴⁹ Commande « Query > Get pitch », la section à « moyenner » devant être sélectionnée au préalable.

⁵¹ Cette transformation se fait par division de la fréquence de la nouvelle fondamentale (100 Hz) par les fréquences relevées, opération qui correspond à repositionner toutes les hauteurs à partir d'une fondamentale à 100 Hz. Commande (fenêtre Praat objects) « Sound Left > Modify > Formula (dans ce cas précis : « self * 100/437.82) »

(Exemple 5b) permet de se rendre compte que les 4 premiers degrés de l'échelle représentent approximativement l'aspect *zalzalien*⁵² *bayāt*, composé de deux secondes « neutres » (à peu près trois quarts de ton soit délimitées, sur le graphique, à 1,5 et 3 demi-tons) suivies d'un intervalle valant un ton, avec une quarte légèrement augmentée, une quinte relativement juste, une sixte située approximativement à 5/4 de tons au dessus de la quinte, avec un septième degré placé à un demi-ton au dessous de l'octave.

Il est peut-être utile de signaler ici que la gamme mesurée sur place avec un clavier-arrangeur EM 50 – OR, avec une écoute commune avec le musicien après enregistrement, avait été approchée à une fondamentale de 438.7 Hz, et des intervalles ascendants valant successivement 165, 175, 190, 180, 224, 182, et 88 cents, soit un total de 1204 cents à l'octave. Ces résultats ne sont pas trop éloignés de ceux de la Exemple 5a et Exemple 5b, ce qui confirmerait que des oreilles exercées peuvent, avec l'aide d'un instrument à diapason et tempérament variables, approximer assez précisément des intervalles stables comme ceux de cette échelle.

Bien évidemment, cet exemple est simple, les notes étant bien détachées et le vibrato relativement réduit. Une deuxième analyse est proposée, sur un extrait du même musicien, sur la même bombarde, cette fois-ci « en jeu nor-

⁵² Les intervalles *zalzaliens*, de Mans □ūr Zalzal, (Abou Mrad, 2005, p. 772) 'ūdiste de la seconde moitié du VIII^e siècle, qui aurait été le premier à « placer » une « ligature » [plusieurs écrits anciens font supposer que ces « ligatures » étaient de simples marques sur la touche du 'ūd (Erlanger, 1938, p. 111 : « Les ligatures sont des marques faites sur le manche des instruments à cordes »)] matérialisant des intervalles sortant du cadre diatonique et correspondant aux « secondes neutres », de valeur approximativement égale à trois quarts de ton, contenues dans le tétracorde de base de la musique arabe; ce dernier est décliné sous les trois formes T – J 1 – J 2 (ton, 1 e « seconde neutre » *mujannab*, 2 e « seconde neutre », avec J 1 légèrement différent de J 2), J 1 – T – J 2, et J 1 – J 2 – T; l'indice bas pour les « secondes neutres » ne les identifie pas (comme ayant une valeur fixe), mais sert à les différencier comme ayant des valeurs inégales (pour éviter une référence à la valeur uniforme de 3/4 de ton qui leur est attribuée dans les théories contemporaines du *maqām*), variables selon les modes et les musiciens. Par extension, l'adjectif *zalzalien* s'applique à tous les intervalles sortant du cadre diatonique strict, notamment la seconde « légèrement augmentée » (de valeur approximative 5/4 de ton) du tétracorde h □ījāz, ou à tout intervalle correspondant approximativement à un multiple impair du quart de ton (tierces, quarts, quintes etc. « neutres » ou « légèrement augmentées » [ou « diminuées »]) que l'on retrouve dans la littérature spécialisée.

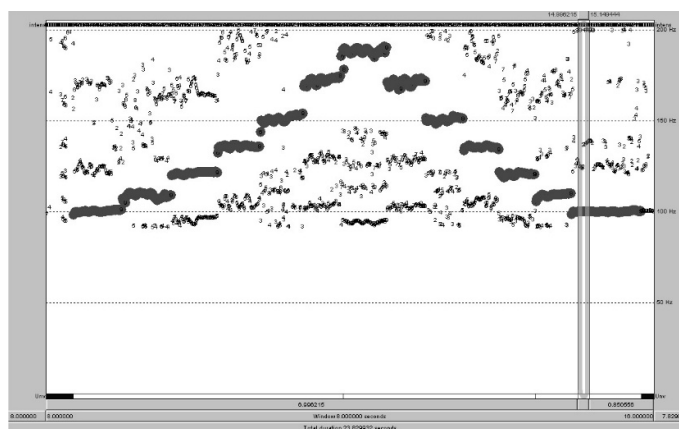


Figure n° 4 : Fenêtre d'édition de l'extrait du relevé fréquences/temps après transformation homothétique avec fondamentale à 100 Hz⁵³

mal », sur un extrait de *Paotred er gueù à bleuigner*⁵⁶. L'aspect global de la courbe fréquence/temps est reproduit en Exemple 6.

Pour ce morceau, nous nous concentrerons sur la quatrième phrase musicale, avec une tranche temporelle comprise entre 17,5 et 25 secondes de l'extrait original (Exemple 7).

Ce relevé, après un traitement similaire à celui décrit pour la Exemple 4 (transformation homothétique), situe les degrés, sur grille de demi-tons, comme reproduit dans la Exemple 8⁵⁹.

Nous pouvons facilement observer, sur ce graphique, que si les quarts (« 5 » demi-tons) et les quintes (« 7 » demi-tons) sont relativement « justes » (en fait légèrement « larges »), et que la sixte est « diatonique » (« 9 » demi-tons), la seconde, par contre, sort nettement de ce cadre et correspond clairement à une seconde « neutre » de type *zalzalien* (Exemple 9)⁶¹; l'aspect *bayāt*⁶² du tétracorde *zal-*

⁵⁶ Réf. : 19Paotred_er_gueù_à_bleuigner_JB_(19)_CopieEnLa(Karnak)_JB_13_12_2003.wav

⁵⁹ Analyse sur l'extrait non transformé entre 400 et 800 Hz (pour éliminer les phénomènes de quintoiement et d'octaviation), avec un pas de temps de 1/1000 e de seconde (pour la précision de l'analyse).

⁶¹ Il faut noter que cet arrêt sur le deuxième degré *zalzalien* (ou du moins « légèrement diminué ») paraît être fréquent en musique bretonne, et fera l'objet d'une analyse approfondie pour le dossier complémentaire prévu, concernant notamment la validation statistique d'un répertoire.

⁶² Soit J – J – T, soit deux tierces « neutres » (approximatives) suivies

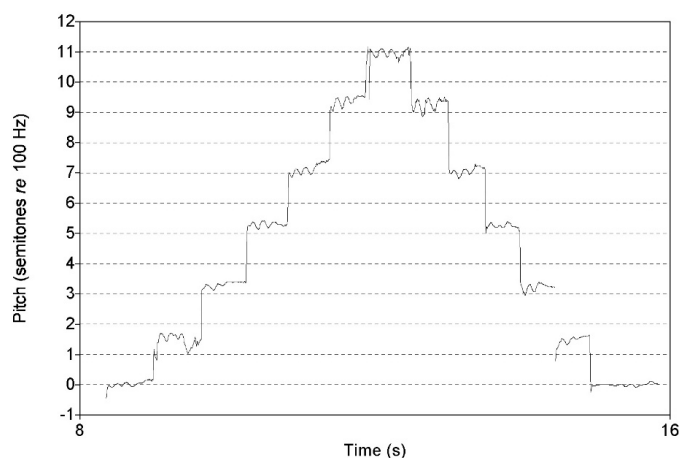


Figure n° 5a : Graphique de l'extrait du relevé fréquences/temps sur grille en demi-tons⁵⁴

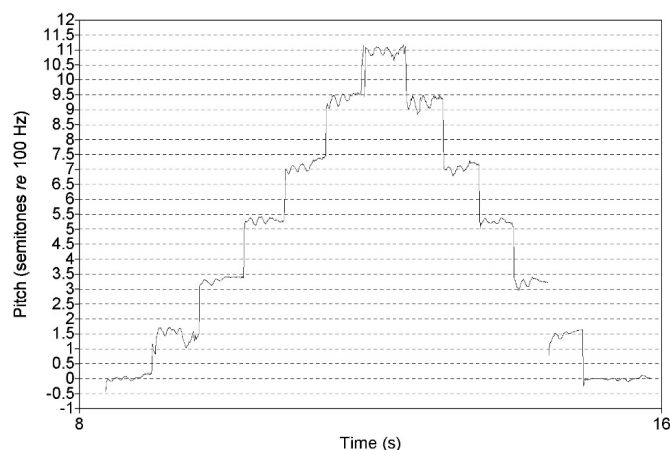


Figure n° 5b : Graphique de l'extrait du relevé fréquences/temps sur grille en quarts de ton (unités en demi-tons)⁵⁵

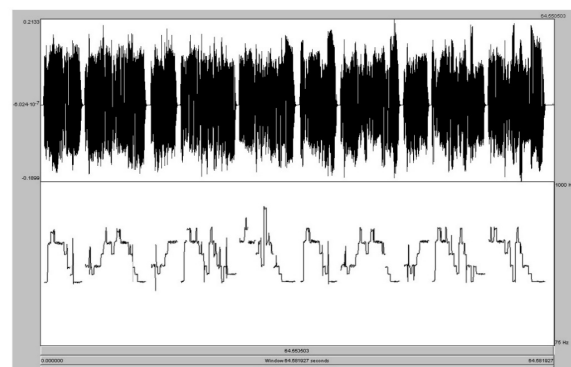


Figure n° 6 : Relevé fréquences/temps, bombarde « copie Karnak » jouée « en situation » par Jorj Botuha – piste CD n° 12⁵⁷



Figure n° 7 : Relevé fréquences/temps, bombarde « copie Karnak » jouée « en situation » par Jorj Botuha – extrait, piste CD n° 13⁵⁸

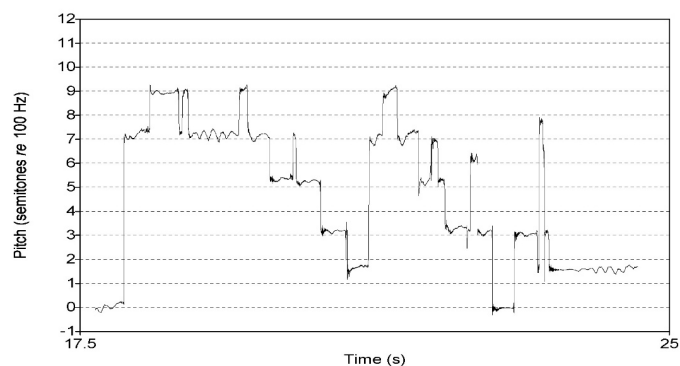


Figure n° 8 : Graphique de l'extrait du relevé fréquences/temps sur grille en demi-tons⁶⁰

zalien paraît également être confirmé ici.

À partir de ces premiers résultats, nous nous rendons compte que, pour une analyse globale de l'échelle utilisée, par un intervalle valant un ton.

cette méthodologie est suffisante dans le cas de jeu d'instruments à notes relativement stables et détachées.

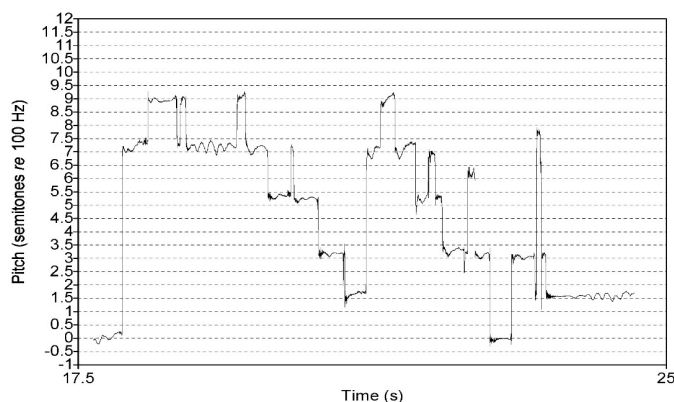


Figure n° 9 : Graphique de l'extrait du relevé fréquences/temps sur grille en quarts de ton⁶³

4.3. Analyses «générales»

Dans le cas d'analyses plus générales encore, par exemple le suivi de la courbe d'évolution de la fondamentale en cas (le plus fréquent) de séquences vocales répétitives, la première étape peut suffire, avec une résolution temporelle suffisante, comme par exemple sur l'exemple suivant d'un chant breton par Jean-Marie Long et Pierre Fer⁶⁴. Dans ce chant, la mesure exacte des hauteurs est rendue difficile de par le recoupement des voix des deux chanteurs à certains passages (tuilage *Kan ha diskan*, mais également par le bruit de pas accompagnant le chant, décelables dans les brusques descentes vers les fréquences basses (Exemple 10 et 10b).

L'état de l'enregistrement (ancien) avec une forte présence de fréquences «résiduelles» (enregistrement sur bande) ne permet pas, pour nous, une analyse très détaillée des intervalles, l'analyse globale étant la seule recommandée dans ce genre de cas footnote_66 ; certaines analyses de détail seront néanmoins abordées ici, à titre d'exemple.

Ce chant est composé de douze couplets de forme ABBB (Exemple 11), le premier et les deux derniers couplets étant des «tralalas». Les deux phrases de forme A se terminent sur le 2e degré de l'échelle utilisée, les deux derniers (de forme B) sur le premier degré. Nous pouvons par

ailleurs facilement remarquer sur la figure précédente une élévation régulière des fréquences avec le temps. L'évolution de la fondamentale avec le temps (ligne rajoutée sur la Exemple 10) s'effectue de manière quasi-linéaire.

Une mesure ponctuelle, puis «moyennée» (sur le segment central, en évitant les transitoires d'attaque et d'extinction) de la première «tonique» (premier degré de l'échelle approximativement relevée, soit le degré le plus bas de la première phrase B) permet de la situer approximativement, en fréquences (Exemple 12), à 215 Hz.

La même procédure, appliquée à l'avant-dernière phrase B (Exemple 13 – uniquement la «moyenne») permet de nous rendre compte que la fréquence de la fondamentale s'est élevée jusqu'à approximativement 248 Hz, soit une différence de 33 Hz environ et d'à peu près 250 cents⁶⁵ (à cinq cents près).

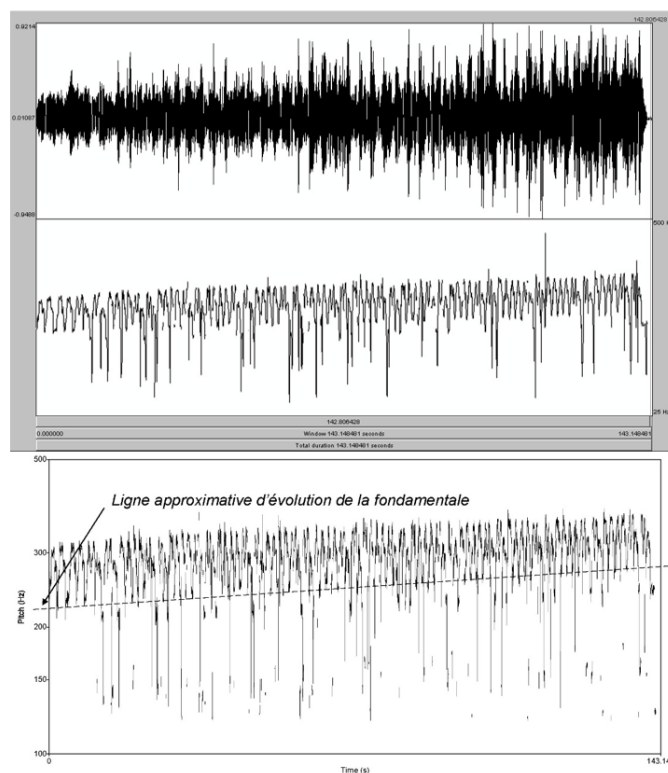


Figure n° 10 : Fenêtre et graphique du relevé fréquences/temps d'un chant par Jean-Marie Long et Pierre Fer⁶⁶ – piste CD n° 14

⁶⁴Enregistrement gracieusement fourni par Erik Marchand, de sa collection personnelle, août 2006.

⁶⁵Soit l'équivalent de cinq quarts de ton.

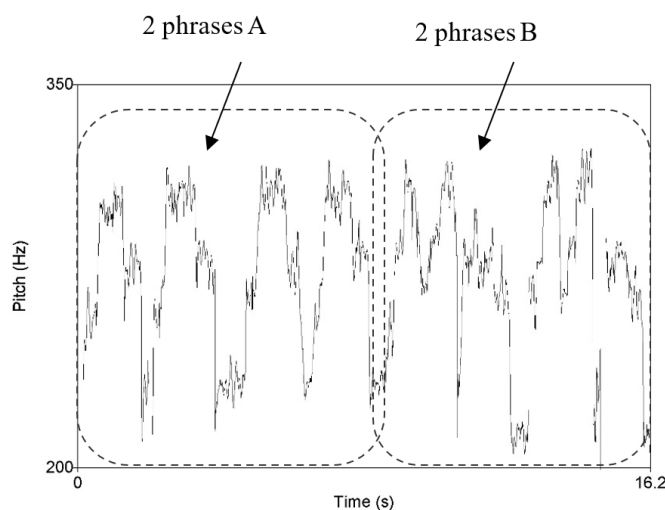


Figure n° 11 : Forme du relevé fréquences/temps du premier couplet d'un chant par Jean-Marie Long et Pierre Fer – piste CD n° 15⁶⁷

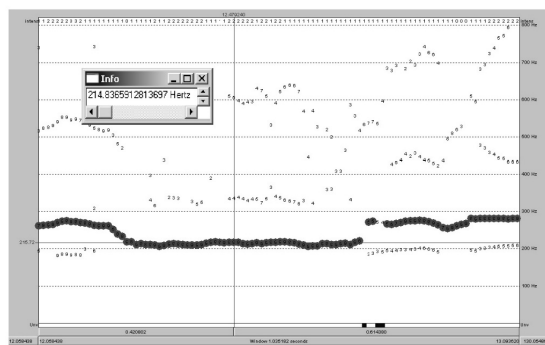


Figure n° 12 : Mesures de la 1e «tonique» d'un chant par Jean-Marie Long et Pierre Fer – piste CD n° 16⁶⁸

La mélodie qui, au début de l'enregistrement disponible, démarre sur un *lab*, suit très approximativement les degrés du l'aspect diatonique «majeur», encore qu'un relevé détaillé de la première phrase B (Exemple 14) suggère un «rétrécissement» possible du pentacorde de base, et montre une variabilité certaine des degrés, y compris de la quinte, avec une première seconde, en valeur absolue, quasi

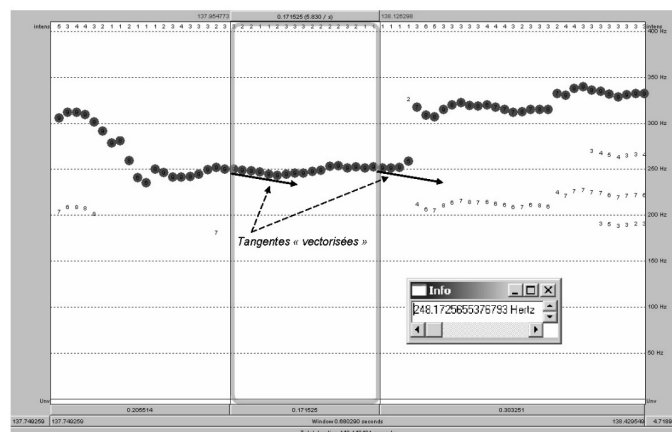


Figure n° 13 : Mesure moyennée de l'avant-dernière «tonique» d'un chant par Jean-Marie Long et Pierre Fer – piste CD n° 17⁶⁹

zalzalienne⁷⁰.

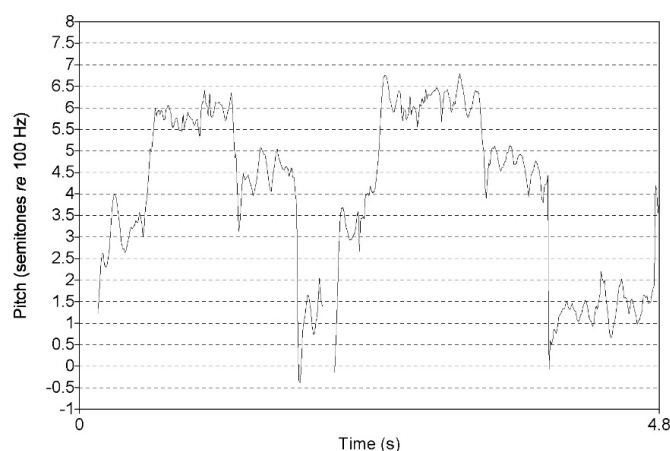


Figure n° 14 : Relevé graphique du premier passage A, sur grille en quarts de ton (exprimée en multiples du demi-ton) d'un chant par Jean-Marie Long et Pierre Fer

Ce rétrécissement, notamment de l'intervalle entre la «quarte» et la «quinte», est confirmé par le graphique des relevés fréquences/temps de l'avant dernière phrase A (Exemple 15); pour les deux graphiques, la «tonique» choisie est celle du passage B suivant.

⁷⁰ La première seconde zalzalienne ne peut être certifiée ici à cause du rétrécissement constaté des intervalles, notamment de la quarte et de la quinte résultantes.

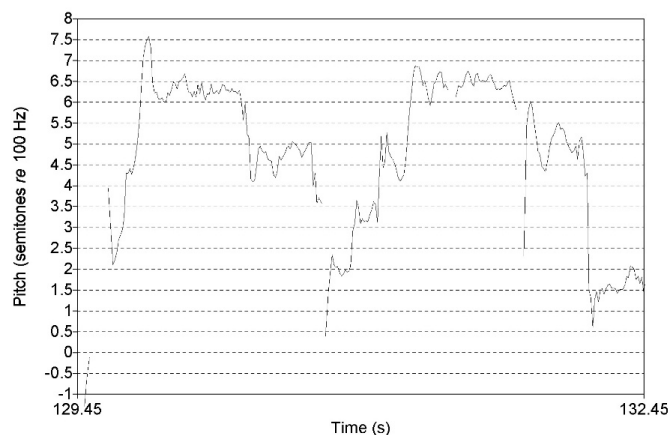


Figure n° 15 : Relevé graphique de l'avant-dernier passage A, sur grille en quarts de ton (exprimée en multiples du demi-ton) d'un chant par Jean-Marie Long et Pierre Fer

4.4. Exemple d'analyse «fine»

Dans l'exemple d'une autre bombarde jouée par Jorj Botuha⁷¹, le relevé graphique de l'échelle «à vide», ramené à une fondamentale de 100 Hz et sur grille en quarts de ton, est représenté en Exemple 16a, et celui d'un morceau exécuté sur la même bombarde en Exemple 16b (sans traitement homothétique).

L'échelle «à vide» fait ressortir, surtout en descente, un aspect *zalalienRäst* (se rapprochant d'un aspect diatonique de ré sur la fondamentale (en T – J – J)), avec une quarte juste et une quinte légèrement augmentée⁷³.

La mesure de la tonique s'effectue sur le segment final (Exemple 17), en sélectionnant la partie avec vibrato de manière, par exemple, à inclure trois périodes complètes, relativement stables, avec une moyenne d'à peu près 449 Hz⁷⁴.

Cette méthode est assez sûre, puisque la réduction à une seule période (Exemple 18) donne quasiment le même résultat (à 448.84 Hz).

La différence entre les deux fréquences, calculée avec

⁷¹ Réf. : 22GammesAscDesc_JB_(22)_OriginalEnLa(1850)_JB_13_12_2003 (extrait dernière).wav. Bombarde datant de 1850 environ, selon le musicien, et provenant d'Aradon (Golfe du Morbihan - France).

⁷³ L'«étroitesse» du premier intervalle T fait pencher la balance du côté *zalalien* plutôt que du côté «diatonique».

⁷⁴ Estimée à 445,4 Hz sur place, en comparant (à l'oreille) avec le son d'un clavier-arrangeur EM 50 – OR (Roland).

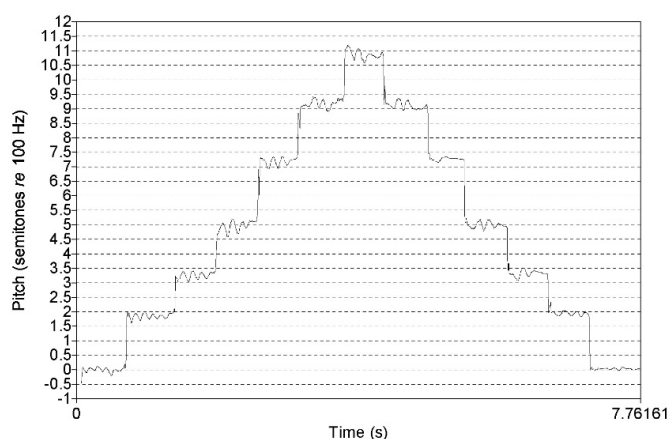


Figure n° 16a : Relevé graphique de l'échelle d'une bombarde du Morbihan (original en la) – piste CD n° 18⁷²

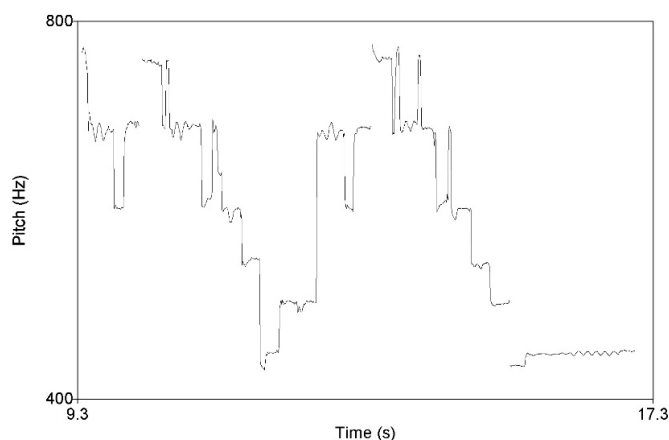


Figure n° 16b : Relevé graphique de l'extrait final de Greis mad pier gali galan – piste CD n° 19⁷⁵

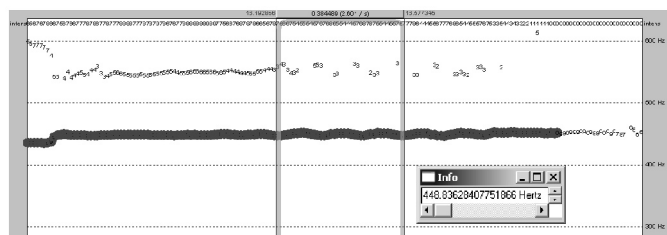


Figure n° 17 : Mesure moyennée de la «tonique» de Greis mad pier gali galan – piste CD n° 20⁷⁶

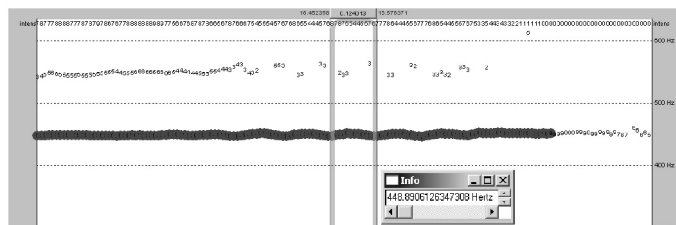


Figure n° 18 : Mesure moyennée sur une seule période de vibrato de la «tonique» de Greis mad pier gali galan

des fréquences précises au centième près, est inférieure à 0,2 cents.

Une moyenne sur un segment nettement plus large (Exemple 19), mais n'incluant pas les transitoires d'attaque et d'extinction (cette dernière étant ici imperceptible), permet de nous assurer que notre première mesure est acceptable dans les bornes d'erreur admises comme postulat ($\pm 2,5$ cents ⁷⁷), puisque le différentiel avec la première mesure à 448,836 Hz est inférieur à 0,6 cents (un cent en arrondissant).

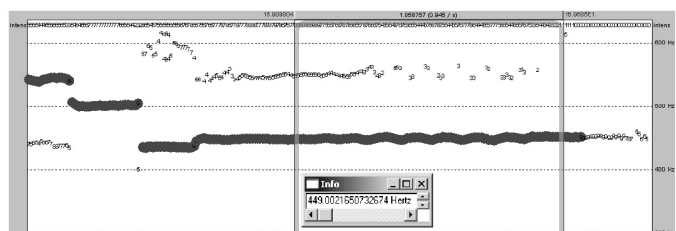


Figure n° 19 : Mesure moyennée élargie de la «tonique» de Greis mad pier gali galan

Par ailleurs, les fréquences individuelles, sur cette dernière portion moyennée, la plus basse et la plus haute relevées⁷⁸ valent 446,000 et 452,000 Hz⁷⁹ ce qui équivaut à un différentiel de 23,46 cents qui correspond *grosso modo*

⁷⁷ «Sensibilité» de l'oreille humaine.

⁷⁸ Dans un fichier spécial créé par le programme par la commande «Pitch > Write > Write to text file», sur les «frames» 1590 à 1696, correspondant, pour un pas de 1/100 e de seconde, à la section de temps mesurée (entre 15,90 et 16,96 secondes).

⁷⁹ Les trois chiffres après la virgule dans les fréquences précédentes ne sont pas la marque d'un goût excessif chez l'auteur pour la précision numérique, mais correspondent simplement à une reproduction fidèle des résultats figurant dans le fichier résultant de la commande «Write to text file».

à l'amplitude du vibrato : cette dernière valeur est nettement trop élevée pour garder les mesures dans des bornes d'erreurs acceptables, d'où la nécessité d'un moyennage «intelligent», même pour des relevés relativement stables comme dans cet exemple⁸⁰.

Enfin, et ayant choisi pour cette analyse la valeur de 448,89 Hz comme fréquence de la «fondamentale», nous obtenons le graphique suivant (Exemple 20), qui confirme l'aspect *rāst* du tétracorde fondamental, avec une quarte juste, ainsi qu'une quinte haute suivie d'une seconde *zal-zalienne*, particulièrement discernable en descente. Remarquons également l'«attaque» caractéristique de la tonique (située à «0» demi-ton), à un quart de ton en dessous de ce degré («-0.5»).

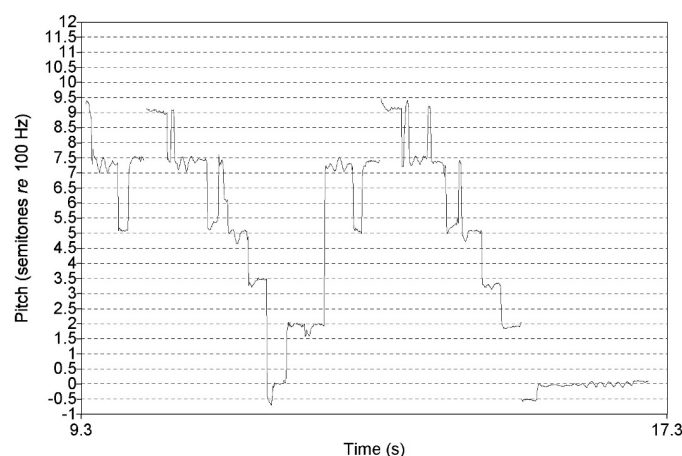


Figure n° 20 : Graphique sur grille en quarts de ton (unités en demi-tons) de Greis mad pier gali galan

⁸⁰ Remarquons ici un phénomène bien connu des acousticiens ou des familiers du calcul logarithmique, qui est que la valeur absolue (et quantitative) d'un différentiel de fréquence n'est pas significative en tant que telle : c'est le rapport entre fréquences qui délimitent l'intervalle qui fournit la grandeur de l'intervalle suivant la formule, dans laquelle i b est l'intervalle à calculer, b est la base (nombre de subdivisions égales dans l'octave – pour un calcul en cents $b = 1200$) et R i le rapport de fréquences des hauteurs bornant l'intervalle à calculer. Dans le cas de sons à très basse fréquence à 20 Hz, par exemple, le différentiel observé supra (résultant en 0,6 c.) à 0,054 Hz résulterait en un différentiel en cents équivalant à (approximativement) 5 cents (il est vrai inaudible pour des oreilles «normales», à cette fréquence); dans le cas de fréquences hautes, le différentiel observé supra (résultant en 23,46 cents) serait réduit, pour une fréquence en limite «basse» à 2000 Hz par exemple, à 5 (approximativement) cents également.

Tableau n° I : nuances du genre *hijāz* – Kudsi Erguner⁸⁴

Extrait	seg-ment n°	fréquence moyenne (Hz)	différence en cents	degré relatif	diff. en quarts	degré relatif II	degré relatif III
Fgurur – III	1	498.92	–	si	–	si ^{db}	ré
	2	537.54	129	do ^b	3↑	do	mi ^{db}
	3	618.22	371	ré#	5↑	ré ^{dd}	fa#
	4	495.14	–	si	–	si ^{db}	ré
	5	533.33	129	do ^b	3↑	do	mi ^{db}
	6	642.86	452	mi ^b	6↑	mi ^b	sol ^b
	7	493.91	–	si	–	si ^{db}	ré ^b
	8	532.80	131	do ^b	3↑	do	mi ^{db}
	9	611.01	368	ré#	5↑	ré ^{dd}	fa#
	10	659.64	501	mi	2↑	mi ^{db}	sol
	11	603.99	348	ré ^{dd}	3↓	ré	fa ^{dd}
	12	527.99	116	do	5↓	do ^{db}	mi ^b
	13	495.31	5	si	2↓	si ^{db}	ré

4.5. Autres analyses « fines »

Une première analyse est proposée ici, sur un extrait de genre *hijāz* performé par Kudsi Erguner⁸¹.

Dans une interview en mars 2005⁸², ce musicien et musicologue me faisait la démonstration du genre *hijāz*, avec, de préférence et selon l'enseignement des maîtres, une seconde « légèrement augmentée » (à 242 c., [Exemple I – gauche](#)), ainsi qu'une seconde augmentée exagérée (à 323 c., [Exemple I – centre](#)), à éviter dans la pratique musicale.

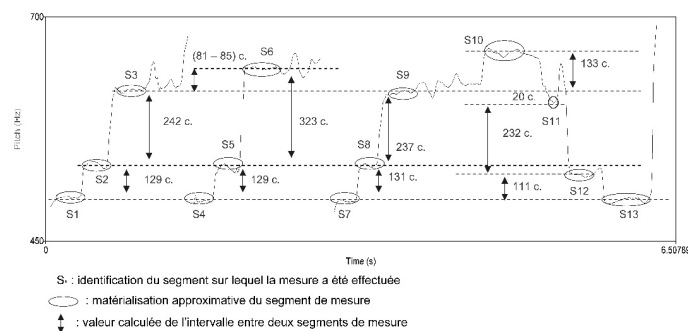


Figure n° 21 : Nuances du genre *hijāz* – Kudsi Erguner – piste CD n° 21⁸³

Cette analyse a été effectuée selon la méthodologie exprimée *supra*, avec calcul des intervalles sur des por-

⁸¹ Certaines caractéristiques de cette analyse ont été exposées dans l'article (Beyhom, 2007).

⁸² Erguner, 2005, interview.

tions moyennées pour chaque degré. Dans le relevé fréquence/temps de la version complète de ce tétracorde (seconde « augmentée » à 232 c., segments S7 à S13 sur la [Exemple 21](#) - droite), nous remarquons une fluctuation des degrés (en l'occurrence le degré *mi^{db}* – en notation relative n° III dans le [Tableau I](#), et le *fa#* et celle, relative, de la seconde « augmentée » (237 c. et 232 c., contre 242 c. dans l'exemple de gauche); en descente, les deux degrés se rapprochent de la tonique, mais l'intervalle central reste pratiquement inchangé⁸⁵.

Sur un deuxième exemple de genre *hijāz*, performé sur 'ūd par Hamdi Makhlūf⁸⁶ ([Exemple 22](#)), la tonique, très stable (car sur corde à vide du 'ūd, peut être mesurée (moyennée) à 149,12 Hz.

Nous remarquons sur ce graphique une différence certaine entre intervalles et hauteurs en mouvements ascendant et descendant; une première analyse sur grille de quarts de ton ([Exemple 23b](#)) confirme cette disparité.

La variabilité des intervalles utilisés en musique(s) arabe(s) est ici confirmée, avec un *hijāz* ascendant quantifiable en 1/4 (?) - 6/4 – 3/4 de ton, et descendant en 2/4, 5(6)/4, 3(2)/4 de ton⁸⁹. Cette approximation est peu

⁸⁵ Cette fluctuation semble être d'ailleurs une constante de la musique arabe, comme nous le verrons pour l'exemple suivant.

⁸⁶ 'Udiste tunisien, étudiant en musicologie à Paris IV - Sorbonne, et premier prix du conservatoire national de Sfax (Tunisie).

⁸⁹ Rappelons ici qu'une des formes théorique du tétracorde h $\square$ ijāz correspond à (en montée) 3/4, 5/4 et 2/4 de ton (Beyhom, 2007, loc. cit.

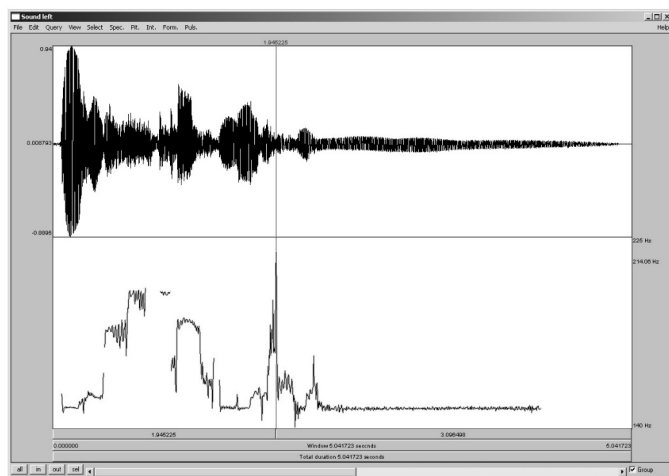


Figure n° 22 : Genre hijāz, fenêtre « Stereo left > Edit » dans Praat – Hamdī Makhluḥ – piste CD n° 22⁸⁷

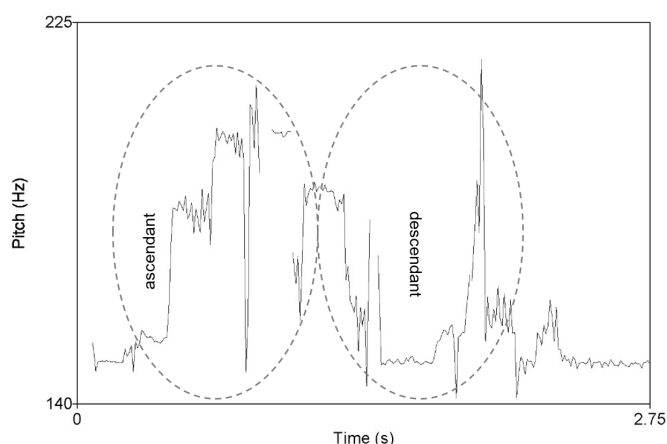


Figure n° 23a : Genre hijāz, graphique fréquences/temps – Hamdī Makhluḥ⁸⁸

satisfaisante, notamment à cause du « ¼ » de ton ascendant, incompatible avec les théories disponibles du *maqām* ainsi qu'avec la perception graphique du degré (relativement) stabilisé. Une deuxième analyse, en 17^{es} d'octave (Exemple 24), nous permet de mieux approximer ces intervalles.

Sur ce graphique, nous distinguons plus clairement les intervalles, notamment en « montée », qui correspondent à 1 – 4 et 2 multiples de 17^{es} d'octave, et à 2 – 4 et 1 multiples

de 17^{es} d'octave (par ordre ascendant) en descente.

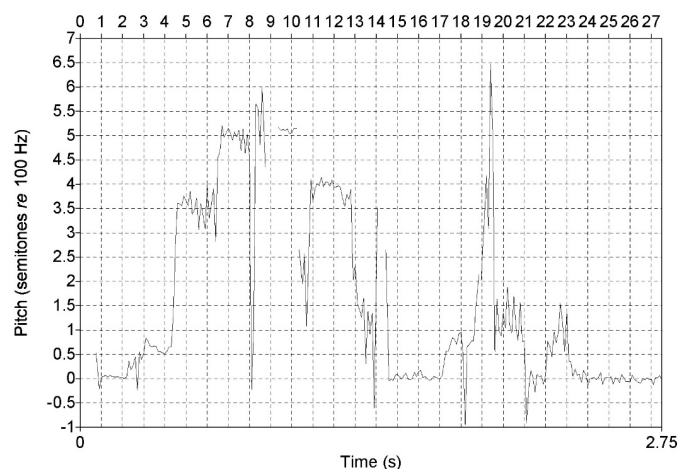


Figure n° 23b : Genre hijāz, graphique fréquences/temps sur grille de quarts de ton (exprimée en multiples de demi-ton) – Hamdī Makhluḥ⁹⁰

Ces résultats correspondent peut-être à une première confirmation de la théorie de l'auteur sur les genres *hijāz* et *hijāz-kār* originels (Beyhom 2007, *id.*, selon laquelle le genre *hijāz*, traditionnellement performé sur *ré* en musique arabe, devait à l'origine suivre les degrés DŪKA (*ré*, SĪKĀ (*≈ mi^{db}*, *hijāz* (*≈ fa[#]* et NAWĀ (*sol*, et le genre *hijāz-kār* (traditionnellement sur *do* les degrés RĀST (*do*, ZĪRKULĀ (*≈ ré^b*, SĪKĀ (*≈ mi^{db}* et JAHĀRKĀ (*fa*).

La multiplicité des genres *hijāz* et *hijāz-kār* sur des appuis différents (*cf.* Beyhom, 2005) a probablement amené une confusion entre les deux genres qui, combinée avec la tendance à leur semi-tonalisation (Beyhom, 2007, *op. cit.*, fait que de nos jours la théorie en est actuellement « perdue »⁹², mais que l'exécution originelle perdure, comme ici de manière alternée, dans la performance⁹³.

Remarque : les subdivisions en 1 – 4 et 2 multiples de 17^{es} d'octaves pour le genre *hijāz*, par exemple, devraient être relati-

⁹²Ces descriptions subsistent néanmoins dans des manuscrits arabes du xix^e et xx^e siècles.

⁹³Soit, en tenant compte de la remarque qui suit dans le texte, un *hijāz* débutant (en ascendant, lecture graphique de droite à gauche à partir du pas de temps « 17 ») par un « petit » intervalle, suivi par un intervalle « augmenté » puis par un intervalle « moyen » pour compléter la quarte, et un *hijāz-kār* débutant (en ascendant) par un intervalle « moyen », suivi d'un intervalle « augmenté » puis d'un « petit » intervalle complétant également la quarte.

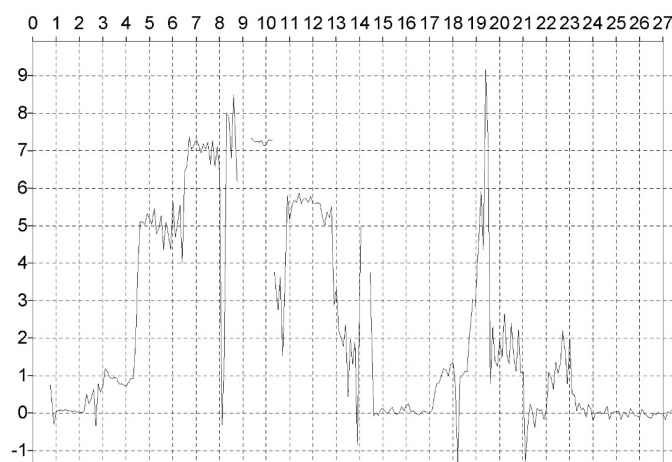


Figure n° 24 : Genre hijāz, graphique fréquences/temps sur grille en 17^{es} d'octave - Hamdī Makhḷūf⁹¹

visées, ces nombres devant être considérés comme des repères qualitatifs, plus que quantitatifs : dans ce cadre, il y aurait 4 qualités principales d'intervalles de seconde pour la musique arabe, un « petit » intervalle (un « petit » demi-ton, modélisé sur une grille en 17^{es} d'octave comme valant une unité, ou « 1 »), un intervalle « moyen » (« 2 » 17^{es} d'octave, soit l'équivalent d'une seconde « neutre »), un « grand » intervalle (« 3 » 17^{es} d'octave, soit l'équivalent d'un ton) ainsi qu'un intervalle « augmenté » valant approximativement « 4 » 17^{es} d'octave, soit l'équivalent approximatif de 5/4 de ton. Cette théorie a l'avantage d'éviter d'utiliser l'intervalle de quart de ton (non employé théoriquement, à part des exceptions confirmant la règle, cf. Beyhom, 2005) dans les théories arabes de la musique, et de reprendre la systématisation d'Urmawī (théoricien de la musique arabe du xiii^e siècle) en 17 intervalles à l'octave tout en tenant compte de l'aspect zalzalien de l'échelle générale arabe.

5. Conclusion

La mesure d'intervalles de musiques monodiques traditionnelles permet, avec application de méthodologies relativement simples, de pratiquer des analyses d'échelles et de systèmes intervalliques ainsi que de vérifier des courbes d'évolution temporelle de degrés (par exemple une fondamentale); dans les cas plus complexes, cette méthodologie permet, avec un taux d'erreur apprécié à 5 cents, de suivre les modifications quasi instantanées des intervalles pratiqués, et de mieux appréhender la complexité de ces mu-

siques. Nonobstant le fait que les quelques analyses proposées dans ce dossier ne font que refléter une sorte d'« état des lieux » des recherches propres de l'auteur⁹⁴, il devient évident, au vu de ces quelques analyses, que la notation « classique » ou « traditionnelle » des mélodies de ces musiques ne peut servir que comme un indicateur (très) approximatif de la musique réellement performée, des descripteurs supplémentaires devant être (ré-)utilisés (évolution de la fondamentale, rétrécissement ou élargissement homothétiques ou différenciés des intervalles, variabilité et fluctuations de ces derniers, etc.)⁹⁵ pour mieux en décrire la complexité. Il en ressort également une nécessité de ré-analyser le répertoire enregistré ou vivant traditionnel, notamment européen, ce dernier ayant été très probablement assimilé à tort par certains « folkloristes » (et leurs successeurs) à un « diatonisme » quelque peu approximatif.

Autres

Entretiens, enregistrements et interviews avec les compositeurs et/ou musicologues

Jorj Botuha, musicien et facteur d'instruments de musique, enregistré le 13 décembre 2003.

Kudsi Erguner, musicien et musicologue, enregistré le 17 mars 2005, Paris.

Hamdī Makhḷūf, musicien et musicologue, enregistré le 27 mars 2004, Paris.

Erik Marchand, musicien et musicologue, plusieurs entretiens et séances communes de travail entre 1990 et 2006.

Téléchargement de logiciels en accès libre

Audacity → <http://audacity.sourceforge.net/>, accès direct à l'exécutable à <http://belnet.dl.sourceforge.net/sourceforge/audacity/audacity-win-1.2.6.exe> (dernier téléchargement le 11/12/2006).

Praat → <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>, mis à disposition par l'Institute of Phonetic Sciences,

⁹⁴ Et dont le but, à travers cette publication, est de contribuer à favoriser l'enseignement systématique de ces procédures dans les cours d'ethnomusicologie.

⁹⁵ Mais également des analyses avec des divisions asymétriques de l'échelle, ainsi que des procédures de corrélation statistique, et de mesures d'écarts-types-moyens, outils que nous n'avons pas pu aborder dans ce premier dossier, destiné avant tout à une mise en perspective générale ainsi qu'à une première description par l'exemple de méthodologies à suivre pour les mesures d'intervalle.

<http://www.fon.hum.uva.nl/>, University of Amsterdam, Spuistraat 210, 1012VT Amsterdam, The Netherlands, accédé le 26/02/2003.

Scala → <http://www.xs4all.nl/~huygensf/scala/>, accédé le 11/03/2006.

Remerciements

Les enregistrements ont été partiellement effectués par l'auteur avec un matériel aimablement fourni par le Séminaire d'études en Ethnomusicologie de l'Université Paris Sorbonne — Paris IV (séem-ps).

Le programme *Praat* utilisé pour cet article a été développé par Paul Boersma et David Weenink (2005) [*Praat computer program : doing phonetics by computer (Version 4.0.49)*]. Consulté le 26 mars 2003 sur <http://www.praat.org/>.

La version d'*Audacity* utilisée pour cet article est la 1.2.6 ; la liste des contributeurs au développement du logiciel est accessible dans la fenêtre d'aide, rubrique « About ».

Scala : Copyright Manuel Op de Coul, 2006, coul@computer.org.

Ce dossier constitue une synthèse des recherches de l'auteur sur les échelles de musiques traditionnelles, ainsi que d'un cours et de séminaires consacrés à la mesure des intervalles, dispensés à l'Université Antonine et à l'Université Paris Sorbonne — Paris IV en 2007.

Matériel supplémentaire

Les documents supplémentaires associés à cet article sont disponibles en ligne à l'adresse suivante : [10.51300/RTM-2007-9](http://dx.doi.org/10.51300/RTM-2007-9)

À propos de l'auteur

Amine Beyhom : Professeur associé de musicologie à l'Institut Supérieur de Musique de l'Université Antonine — Baabda (Liban), chercheur associé au Centre de Recherche « Langages Musicaux » de l'Université Paris Sorbonne - Paris IV.

Note de l'éditeur

Cet article a été initialement publié par *Les Presses de l'Université Antonine*. Il est republié par *Luminous Insights* suite au transfert de la revue vers ce nouvel éditeur.

Cite as

Beyhom, A. (2007). Mesures d'intervalles, méthodologie et pratique. *Revue des Traditions Musicales*, 1(1), 95–116. 10.51300/RTM-2007-9

Références

- al-Kindī, Y. I. I. (1965). *Risāla fī-l-Luḡūn wa-n-Nagham* [Commenté par Zakaria Yūsuf]. Bagdad : Maṭba'at Shafiq.
- Beyhom, A. *Systématique modale* [thèse de doct., Université Paris IV – Sorbonne] [Thèse de doctorat en trois volumes, non publiée]. Thèse de doct. Paris : Université Paris IV – Sorbonne, 2003.
- Beyhom, A. (2005). Approche systématique de la musique arabe : genres et degrés système. In M. Ayari (Éd.), *De la théorie à l'art de l'improvisation*. Delatour.
- Beyhom, A. (2007). Des critères d'authenticité dans les musiques métissées et de leur validation : exemple de la musique arabe. *filigrane*, (5).
- Chailley, J. (1979). *La musique grecque antique*. Paris : Les Belles Lettres.
- Erlanger, R. d. (1938). *La musique arabe* (T. 3) [Safiyu-d-Dīn Al-Urmawī]. Paris : Librairie orientaliste Paul Geuthner.
- Evans, T., & Evans, M. A. (1979). *Le Grand livre de la guitare*. Paris : Albin Michel.
- Gerhard, D. (2003). Pitch extraction and Fundamental Frequency : History and Current Techniques [Téléchargé le 09/02/2007]. 2003. <http://www.cs.uregina.ca/Research/Techreports/2003-06.pdf>
- Lagrange, F. *Musiciens et poètes en Egypte au temps de la Nahda* [thèse de doct., Sorbonne-Paris 8] [Thèse de doctorat sous la direction de Jamel Eddine Bencheikh]. Thèse de doct. Paris : Sorbonne-Paris 8, 1994, 924.
- Lindley, M. (2001). Temperaments. In S. Sadie (Éd.), *The New Grove Dictionary of Music and Musicians* (p. 248-268, T. 25). Macmillan.
- Mathiesen, T. J. (1999). *Apollo's Lyre*. University of Nebraska Press.
- Mathiesen, T. J., et al. (2001). Greece. In S. Sadie (Éd.), *The New Grove Dictionary of Music and Musicians* (p. 327-359, T. 10). Macmillan.

- Meeus, N. (1980). Le diapason authentique : Quelques réflexions à propos du clavecin transpositeur des Ruckers. In *La facture de clavecin du XV^e au XVIII^e siècles* (p. 79-87).
- Meeùs, N. (1977). Renaissance Transposing Keyboard Instruments. *FoMRHI Quarterly*, (6), 18-26.
- Meeùs, N. (1986a). Ruckers Doubles : the "Sixth Hypothesis". *FoMRHI Quarterly*, (42), 50-55.
- Meeùs, N. (1986b). Happy Transposition ?!! *FoMRHI Quarterly*, (44), 39-44.
- Meeùs, N. (1998). The musical purpose of transposing harpsichords [Actes du Colloque international, Halle, septembre 1996]. *Kielinstrumente aus der Werkstatt Ruckers*, (14), 63-72.
- Sadie, S. (Éd.). (2001). *The New Grove Dictionary of Music and Musicians* (2^e éd., T. 29). 2^e éd. T. 29. London : Macmillan.
- Tranchefort, F.-R. (1980). *Les instruments de musique*. Paris : Seuil.
- van der Meer, W. (s. d.). Praat Tutorial for musicologists [Accédé le 11/12/2006]. http://www.musicology.nl/WM/research/praat_musicologists.htm
- Vitale, R. (1982). La musique suméro-accadienne. Gamme et notation musicale. *Ugarit-Forschungen*, (14), 241-263.
- West, M. (2005). La musique des grandes cultures de l'Antiquité. In J.-J. Nattiez (Éd.), *Musiques. Une encyclopédie pour le XXI^e siècle* (p. 182-203, T. 3). Actes Sud.