HAL
open science

Objectivation de la Perception du Tempérament: l'Accordage du Piano

Hervé Lissek, Mario Rossi

▶ **To cite this version:**

Hervé Lissek, Mario Rossi. Objectivation de la Perception du Tempérament: l'Accordage du Piano. 10ème Congrès Français d'Acoustique, Apr 2010, Lyon, France. hal-00550903

HAL Id: hal-00550903

https://hal.science/hal-00550903v1

Submitted on 31 Dec 2010

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.

10ème Congrès Français d'Acoustique
Lyon, 12-16 Avril 2010

Objectivation de la perception du tempérament : l'accordage du piano

Hervé Lissek[1], Mario Rossi[2]

[1]LEMA, Ecole Polytechnique Fédérale-Lausanne, CH-1015 Lausanne, Suisse, herve.lissek@epfl.ch
[2]rue Cité-Derrière 8, CH-1005 Lausanne, Suisse, m.rossi.1@bluewin.ch

Le problème de l'accordage du piano a reçu bien des réponses dont la plus universelle est la gamme chromatique bien tempérée attribuée à Bach. On sait que cet accord permet la transposition dans toutes les tonalités au prix du non-respect des intervalles, qui présentent tous une certaine dureté, hormis théoriquement l'octave. Entre autres, les quintes sont bien égales, mais trop petites. Au début des années 1980, Cordier a proposé un accordage permettant également la transposition, dans lequel les quintes sont toutes justes, au détriment des octaves qui deviennent trop grandes. Pour objectiver les réactions à ces deux tempéraments, au point de vue non pas de l'interprète, mais de l'écoute, donc de la perception musicale, notamment pour mettre éventuellement en avant une préférence pour l'un ou l'autre accordage, une expérimentation systématique a été menée à bien. Dans un premier temps, on a procédé à l'enregistrement d'extraits bien choisis du répertoire pianistique, en respectant les unités de temps de lieu et d'action : enregistrement en une matinée, dans le même studio par le même opérateur selon la même prise de son, sur un même piano de concert accordé selon l'un puis l'autre tempérament par un accordeur très expérimenté, le pianiste concertiste s'efforçant de jouer à l'« identique ». Ensuite, les extraits enregistrés ont été soumis à plusieurs dizaines d'auditeurs. Pour chaque paire, il était demandé si une différence était perçue, et si oui, quelle version était éventuellement préférée. Subsidiairement, on demandait à chacun de se classer en musicien – amateur ou professionnel – ou en simple mélomane – peu ou très averti. L'analyse des résultats conduit à de très intéressants constats. Ainsi le tempérament de Cordier a plutôt la préférence, même pour une composition de Bach, l'accordage usuel ne l'ayant jamais de manière significative.

1 Introduction

Cette expérimentation se situe dans le prolongement d'une étude, ébauchée, il y a une quinzaine d'années, par un étudiant EPFL passionné de musique, lui-même pianiste amateur, qui s'était posé la question de la justesse orchestrale. C'est à cette époque qu'ont été réalisés les enregistrements dont on a fait usage pour la présente expérimentation. La question était de déterminer lequel des deux tempéraments était à préférer, et si possible pourquoi. Malheureusement, le nombre restreint de sujets de l'échantillon ne permettait pas de conclure, même si le travail apportait des éléments pertinents, entre autres par les commentaires libres des sujets explicitant les raisons de leurs appréciations – surtout des musiciens professionnels.

La présente expérimentation s'est poursuivie sur plus d'une dizaine d'années, notamment par l'écoute des enregistrements dans le cadre du cours Audio donné à l'EPFL par les auteurs.

2 Préparation

2.1 Rappel : les tempéraments égaux O et Q

Le piano ne présentant que 12 touches par octave, la volonté de transposition dans tous les tons oblige à une subdivision égale en se basant usuellement sur l'octave, mais aussi sur la quinte.

Dans le tempérament bien tempéré, l'octave – théoriquement de valeur 2 – est subdivisée en douze demi-tons égaux ; il en résulte que tous les intervalles diffèrent peu ou prou de ceux justes ; par exemple la tierce majeure vaut $2^{1/3} \approx 1{,}26$ au lieu de 5/4 (dureté de 3,4 savarts) et la quinte $2^{7/3} \approx 1{,}498$ au lieu de 3/2 (dureté de – 0,5 savart). Dans ce qui suit ce tempérament est symbolisé par O, signifiant octaves justes.

Dans son ouvrage [1], Cordier propose son tempérament égal à quintes justes, symbolisé ci après par Q, les octaves devenant par construction plus grandes de 0,84 savart, alors que les tierces majeures le sont de 3.71 savarts.

2.2 Sélection des morceaux

Le choix de morceaux d'une certaine durée s'imposait car la question était de savoir si les tempéraments intervenaient dans l'impression globale de plaisir musical – la question pertinente était de savoir comment « ça sonne ? » et non, l'oreille peut-elle discriminer cela ? Il fallait donc des conditions d'écoute normales et réalistes, a contrario de stimuli psychoacoustiques brefs hors contexte, comme des accords plaqués ou des gammes isolées utilisés dans certaines études [1].

La sélection a été faite par le pianiste en concertation avec les autres intervenants en fonction de l'écriture et du jeu ; les morceaux devaient moduler beaucoup et être d'époques différentes. Ont été choisis :

- un prélude de Rachmaninov, ci-après noté R
- un prélude de Debussy – Danseuses de Delphes - ci-après D
- une sarabande de Bach, ci-après B
- une étude de Chopin, mais qui s'est révélée peu significative en raison de différences de jeu trop manifestes et qui a finalement été écartée.

2.3 Réalisation des enregistrements

Au matin, le piano a été accordé selon O, puis les morceaux ont été enregistrés. Ensuite de quoi, le piano a été accordé selon Q et les morceaux à nouveau enregistrés, le pianiste se devant d'être fidèle à lui-même. Les enregistrements originaux ont été montés et un CD réalisé. La table 1 en récapitule les plages. Notations : la première lettre indique le morceau, la seconde, le tempérament. Les durées excluent pratiquement la mémorisation des morceaux par les sujets qui n'ont pour juge que leurs impressions, leur vécu auditif et musical perçu dans l'immédiat confronté à leur vécu personnel passé.

Des extraits ont été montés à partir des enregistrements. Chacun est constitué d'une séquence type XO-XQ-XO-XQ, où X est un court extrait de B ou de Chopin, il y a deux extraits différents de B, soit BI et BII, et un extrait de Chopin Q-O-Q-O.

Plage	Contenu	Durée
1	RO	2'48''
2	RQ	2'49''
3	DQ	3'46''
4	DO	3'35''
5	BO	3'37''
6	BQ	3'47''
7	BI	1'22
8	BII	1'16
9	Chopin	0'56

Table 1 : liste des enregistrements.

2.4 Commentaires

Les enregistrements sont monophoniques, les conditions d'écoute excluant la stéréophonie. Les microphones se trouvaient au plus près des cordes, si bien que des bruits de la « mécanique » du piano sont audibles, toutefois sans être gênants, avec l'avantage de minimiser les effets de l'environnement acoustique. Les enregistrements sont donc très précis et présents.

3 Tests

3.1 Procédures

On a suivi deux procédures :

Tests collectifs : les étudiants présents au cours Audio étaient invités à participer au test en classe ; l'auditoire à disposition présentait les qualités requises – pratiquement pas de bruit ni extérieur, ni intérieur. Cela s'est fait chaque année académique de 1997 à 2005, avec à chaque fois de 10 à 20 participants. Tous ces sujets étaient avertis que le test concernait l'accordage du piano (bien entendu, l'ordre de présentation leur état caché !). Après chaque paire de morceaux, on demandait à chacun par un questionnaire écrit individuel si une différence était perçue ou non, et si oui, d'indiquer une éventuelle préférence pour le première ou la seconde version. Le sujet devait aussi indiquer une éventuelle formation musicale (amateur ou professionnelle, instrumentale, auquel cas instrument(s), ou chant) et son degré de culture musicale (mélomane peu ou très averti).

Le matériel de test consistait en les plages 1 à 6 du CD, dans cet ordre avec une pause entre les paires pour répondre.

Une paire d'enceintes de studio était placée dans l'auditoire face aux premiers rangs. Comme déjà indiqué sous 2.4, la configuration d'écoute excluait la stéréophonie. Les étudiants se répartissaient dans l'auditoire au mieux de manière à éviter les influences mutuelles.

Tests individuels : avec un sujet à la fois, assis au « sweet point » d'une chaîne stéréophonique en diffusion mono (G=D). Les tests se tenaient soit dans le laboratoire de psychoacoustique du LEMA-EPFL, les sujets étant des collègues, des assistants et des doctorants du LEMA, soit dans l'appartement d'un des auteurs, les sujets, tous intéressés voire passionnés par la musique, étant des amis, des voisins, etc. Contrairement au test collectif, les sujets individuels n'étaient pas avertis de la nature de l'expérience : ils étaient laissés dans l'ignorance qu'il s'agissait du test de tempéraments. Ce sont des sujets naïfs par opposition à ceux des tests collectifs qui en étaient avertis. Par contre, ils bénéficiaient d'un bref apprentissage sous la forme de l'écoute des extraits BI,BII et Chopin, pour lesquels il avait à répondre aux questions du test, puis l'on passait au test proprement dit.

3.2 Caractéristiques de l'échantillonnage

Pour les tests collectifs, les sujets étaient des étudiant(e)s de niveau bac+3 à bac+4, dans la tranche d'âge de 21 à 30 ans. Il n'y avait pas de musicien professionnel, mais la majorité avait une formation musicale et une expérience de 3 à 13 ans.

Pour les tests individuels, les sujets du LEMA, de niveau universitaire ou équivalent, appartenaient à la classe d'âge de 25 à 60 ans. Les sujets en appartement couvraient un domaine d'âge de 20 à 70 ans, avec parmi les plus âgés des musiciens professionnels ; pratiquement tous ces sujets avaient de grandes formation et expérience musicales.

Ces sujets ne représentent donc pas la population en général, mais bien plutôt celle de bon niveau socio-culturel intéressée par la musique (c'est d'ailleurs entre autres ce qui incite les étudiants à suivre le cours Audio !).

La table 2 récapitule les nombres de sujets pour l'échantillon et les sous-échantillons. L'échantillon est la réunion des sujets des deux types de tests ; on distingue les sous-échantillons des deux types de tests, et ceux notés M respectivement <u>M</u>, des sujets ayant bénéficié d'une formation musicale et qui n'ont pas bénéficié d'une telle formation. Les batteurs (et autres tambours..) ont été classés dans <u>M</u> et non dans M, à la différence des percussionnistes.

Nombre de sujets	(<u>M</u>+M)	<u>M</u>	M

T=C+I	187	85	102
« Collectif» C	157	74	83
« Individuel » I	30	11	19

Table 2 : taille des échantillons.

Dans ces conditions, pour (C+I)(M+M) la marge d'erreur maximale commise est d'environ ± 4 % pour un niveau de confiance de 80 %. On note que le sous-échantillon I(M+M) comporte juste le nombre minimum de sujets, ce qui n'est pas le cas de IM et IM.

4 Résultats

4.1 Dépouillement des questionnaires

C'est une étape facile mais fastidieuse ! Pour chaque question, on a simplement dénombré les issues, à savoir les nombres

- de différences perçues Δ et de non perçues Δ
- de préférences du tempérament O ou Q
- des sans préférences –

et cela pour les (sous)-échantillons selon la table 2 et par morceau R, D et B, mais encore par paires de morceaux RD, RB, DB (mêmes préférences O ou Q pour deux morceaux) et aussi pour le triplet RDB.

On donne en annexe les résultats détaillés en nombre de suffrages exprimés ainsi qu'en pourcentage relativement à la taille des (sous)-échantillons concernés, indiquée dans la dernière colonne. En tête de colonne, figurent les choix possibles : ainsi BQ est le choix du tempérament O pour le morceau de Bach B ; BΔ indique qu'aucune différence n'a été perçue pour le morceau B ; etc. On trouve ensuite de haut en bas, les %ages puis les nombres de suffrages pour les tests individuels (I), collectifs (C) et leur réunion (T = C+I).

4.2 Bilan des préférences par morceau

La table 3 donne un bilan synthétique des préférences simples exprimées. Elles sont spécifiées par des pourcentages relativement à la taille des (sous)-échantillons, précisée dans la table (en nombre de sujets).

C+I	**187**			**M**	**85**			**M**	**102**		
%	O	Q		%	O	Q		%	O	Q	
R	33	**53**	**20**	R	31	**60**	**29**	R	35	**48**	**13**
D	35	37		D	29	39		D	39	36	
B	27	**48**	**21**	B	28	**46**	**18**	B	26	**50**	**24**

C	**157**			**M**	**74**			**M**	**83**		
%	O	Q		%	O	Q		%	O	Q	
R	33	**55**	**22**	R	30	**61**	**31**	R	36	**49**	**13**
D	34	38		D	28	38		D	39	37	
B	28	**48**	**20**	B	27	**46**	**19**	B	29	**49**	**20**

I	**30**			**M**	**11**			**M**	**19**		
%	O	Q		%	O	Q		%	O	Q	
R	33	**47**	**14**	R	36	55		R	32	42	
D	40	37		D	36	45		D	42	32	
B	23	**50**	**27**	B	36	45		B	16	**53**	**37**

Table 3 : préférences exprimées ; résultats en %.

En **gras** sont indiquées les préférences majoritaires et dans une colonne voisine, leur avantage en % par rapport à l'autre choix (c'est simplement la différence des %ages des colonnes Q et O), s'il est significatif par rapport aux intervalles de confiance.

On constate que :

- pour les morceaux de Rachmaninov et Bach, il y toujours une préférence majoritaire pour le tempérament égal de Cordier Q à quintes justes
- pour le morceau de Debussy, il n'y a pas de résultat net : les différences sont trop faibles pour conclure
- dans tous les cas, il n'y a pas de préférence majoritaire pour le tempérament égal O à octaves justes.

4.3 Commentaires

L'inspection des tables de l'annexe 1 montre que les résultats des tests individuels I confortent ceux des collectifs C, ce qui justifie a posteriori la réunion des sous-échantillons : les procédures de tests différentes n'influent que peu les résultats, en particulier le fait d'être ou non dans l'ignorance que les accordages différents étaient en cause ne semble pas voir joué de rôle.

L'annexe 1 permet de constater que les non préférences (–) sont peu nombreuses, au contraire des non perceptions d'une différence (Δ) lesquelles peuvent aller jusqu'à 29% ; elles sont les plus nombreuses pour le morceau de Debussy. Ce dernier résultat est rassurant, car l'on pouvait craindre que les sujets ne se sentent dans l'obligation de percevoir une différence (attitude naturelle : puisque l'on me pose la question, il doit forcément y avoir une différence !).

La plupart des sujets ont apporté des commentaires expliquant ou justifiant leurs choix. Seules deux personnes ont évoqué un problème d'accordage par le biais de dissonances ou de battements.

De manière assez générale, il semble que les personnes appréciant Rachmaninov n'apprécient pas Debussy et réciproquement ; par contre Bach est reconnu comme un génie de la musique et est apprécié par tous. Il est difficile de savoir si cela constitue ou non un biais dans l'étude.

La limite est la taille des (sous)-échantillons. En particulier, il y a un cruel déficit en musiciens professionnels – pianistes et cordes notamment. La poursuite de l'étude est envisagée avec la collaboration d'écoles et de conservatoires de musique en Suisse romande.

5 Conclusion

Cette étude a montré que le tempérament égal en quintes justes TEQJ de Cordier est un challenger intéressant à l'accordage usuel en octaves justes et mérite d'être mieux connu et répandu.

Remerciements

Nos remerciements vont à tous les intervenants, notamment à Mark Farago, pianiste virtuose, à Frédy Gaudin, accordeur attitré de la Radio Suisse Romande, à cette institution qui a mis à disposition son studio 15 avec un Steinway de concert et un ingénieur du son, à Christian Gavillet pour ses précieux avis et conseils, et à Philippe Chabloz pour avoir initié cette étude. Nos remerciements

vont aussi à tous les sujets qui ont accepté de participer aux tests.

Référence

[1] Cordier Serge, Piano bien tempéré et justesse orchestrale, Buchet/Castel, Paris, 1982.

Annexe 1 – Tables des résultats détaillés

M+M

RΔ	RO	RQ	R —	DΔ	DO	DQ	D —	BΔ	BO	BQ	B —	RDO	RDQ	RBO	RBQ	DBO	DBQ	O	Q	
10%	33%	47%	10%	23%	40%	37%	0%	20%	23%	50%	7%	17%	17%	7%	23%	7%	17%	10%	7%	I
10%	33%	55%	2%	25%	34%	38%	4%	22%	28%	48%	2%	15%	24%	10%	26%	11%	19%	8%	12%	C
10%	33%	53%	3%	25%	35%	37%	3%	22%	27%	48%	3%	16%	23%	10%	26%	11%	19%	8%	11%	T
3	10	14	3	7	12	11	0	6	7	15	2	5	5	2	7	2	5	3	2	30
16	52	86	3	39	53	59	6	35	44	75	3	24	38	16	41	18	30	12	19	157
19	62	100	6	46	65	70	6	41	51	90	5	29	43	18	48	20	35	15	21	187

M

RΔ	RO	RQ	R —	DΔ	DO	DQ	D —	BΔ	BO	BQ	B —	RDO	RDQ	RBO	RBQ	DBO	DBQ	O	Q	
0%	36%	55%	9%	18%	36%	45%	0%	18%	36%	45%	0%	18%	18%	9%	18%	18%	9%	18%	0%	I
8%	30%	61%	1%	31%	28%	38%	3%	26%	27%	46%	1%	14%	28%	9%	26%	7%	16%	8%	11%	C
7%	31%	60%	2%	29%	29%	39%	2%	25%	28%	46%	1%	14%	27%	9%	25%	8%	15%	9%	9%	T
0	4	6	1	2	4	5	0	2	4	5	0	2	2	1	2	2	1	2	0	11
6	22	45	1	23	21	28	2	19	20	34	1	10	21	7	19	5	12	6	8	74
6	26	51	2	25	25	33	2	21	24	39	1	12	23	8	21	7	13	8	8	85

M

RΔ	RO	RQ	R —	DΔ	DO	DQ	D —	BΔ	BO	BQ	B —	RDO	RDQ	RBO	RBQ	DBO	DBQ	O	Q	
16%	32%	42%	11%	26%	42%	32%	0%	21%	16%	53%	11%	16%	16%	5%	26%	0%	21%	0%	11%	I
12%	36%	49%	2%	19%	39%	37%	5%	19%	29%	49%	2%	17%	20%	11%	27%	16%	22%	5%	13%	C
13%	35%	48%	4%	21%	39%	36%	4%	20%	26%	50%	4%	17%	20%	10%	26%	13%	22%	4%	13%	T
3	6	8	2	5	8	6	0	4	3	10	2	3	3	1	5	0	4	0	2	19
10	30	41	2	16	32	31	4	16	24	41	2	14	17	9	22	13	18	4	11	83
13	36	49	4	21	40	37	4	20	27	51	4	17	20	10	27	13	22	4	13	102