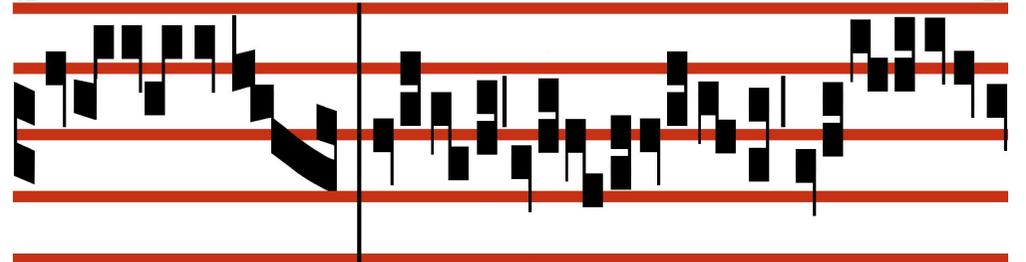


DOMINIQUE AMANN

De l'inégalité dans le tempérament égal

Le Tempérament à quintes
régulièrement croissantes



La Maurinière
Éditions numériques

DOMINIQUE AMANN

Ce fichier PDF contient un livre numérique.

Il est proposé en lecture gratuite mais n'en demeure pas moins la propriété de son auteur.

Il est interdit de le modifier, de le vendre ou de l'utiliser à des fins commerciales.

Droits de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.

Le Code de la propriété intellectuelle, dans l'article L122-5, alinéa 2, autorise « les copies ou reproductions réalisées à partir d'une source licite et strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, dans l'alinéa 3a, « les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, polémique, pédagogique, scientifique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées ».

L'article L122-4 du même Code prévoit que « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction par un art ou un procédé quelconque. »

© La Maurinière éditions - Dominique AMANN, 2015.

Site Internet www.la-mauriniere.com

ISBN 979-10-92535-05-1

DE L'INÉGALITÉ DANS LE TEMPÉRAMENT ÉGAL

LE TEMPÉRAMENT À QUINTES RÉGULIÈREMENT CROISSANTES

2

3

La Maurinière éditions numériques
Septembre 2015

DU MÊME AUTEUR

Gammes, Accords, Tempéraments.

Toulon, l'auteur, 1999, in-8°, 160 pages.

Dragons et Dracs dans l'imaginaire provençal.

Toulon, La Maurinière, 2006, in-8°, 288 pages.

Jean Aicard, Contes et récits de Provence.

Marseille, éditions Gaussen, 2010, in-8°, 208 pages.

Georges Sand, Le Drac.

Marseille, éditions Gaussen, 2010, in-16, 160 pages.

La Tarasque, un dragon en Provence.

Marseille, éditions Gaussen, 2011, in-4°, 112 pages.

Jean Aicard, une jeunesse varoise, 1848-1873.

Marseille, éditions Gaussen, 2011, in-8°, 304 pages.

INTRODUCTION

L'idée la plus généralement répandue de nos jours chez les facteurs et musiciens est que le tempérament égal a, vers la fin du XVIII^e siècle, détrôné le tempérament inégal¹. En ce qui concerne les instruments polyphoniques – et principalement les claviers : orgue, clavecin, piano-forte, – une telle vision de la réalité historique est réductrice et schématique jusqu'à la caricature en ce qu'elle occulte plusieurs décennies de recherches et de tâtonnements, essentiellement motivés par la réticence extrême et longtemps manifestée des interprètes à abandonner les tonalités très consonantes et diversifiées fournies par les tempéraments non égaux pour adopter un univers sonore aux tonalités standardisées et sans aucun intervalle acoustiquement pur.

Les pratiques réelles et quotidiennes des facteurs ou des musiciens sont à peu près inconnues : ces artisans et artistes, par défaut de connaissances théoriques suffisantes, en étaient réduits à glaner, miette à miette, quelques rudiments puis à procéder d'une façon très hésitante, en l'absence de repères acoustiques assurés ou d'appareils de mesure précisément

¹ J'emploie ici l'adjectif « inégal » pour satisfaire à la convention la plus universellement adoptée mais qui ne serait sémantiquement pertinente que si les douze quintes du cycle étaient toutes différentes entre elles, ce qui n'a jamais été le cas : les formules dites « inégales » du XVIII^e siècle, en France, développées par des aménagements du mésotonique pur du quart de comma syntonique, alignaient, en effet, sept, huit et même neuf quintes égales avant d'introduire des intervalles progressivement augmentés pour rattraper le loup. Je préfère donc l'expression plus prudente « tempéraments non égaux » que j'utiliserai dans la suite de cette étude.

étalonnés, et ils emportèrent le plus souvent dans la tombe ces recettes laborieusement élaborées dans le plus grand empirisme. La connaissance des usages doit donc être recherchée dans les traités et ouvrages de facture instrumentale : cette étude sera limitée à la littérature française, tant il est vrai que l'Allemagne, l'Angleterre et l'Italie connurent, en la matière, des évolutions bien différentes.

Le tempérament égal sembla, pour ses premiers théoriciens, promis à tous les succès car il pouvait être défini de la façon la plus simple par l'égalité des douze quintes : dans la réalité, il n'a toujours généré que des incompréhensions et des difficultés.

En effet, si l'égalité des intervalles se définit aisément, sa réalisation est semée d'embûches : en l'absence de preuves sous la forme d'intervalles purs et donc non battants, il faut un long entraînement et un exercice très régulier pour réussir un partage de l'octave le plus égal possible ; et la très stricte égalité nécessiterait même le secours d'appareils de mesure pour être toujours parfaitement atteinte.

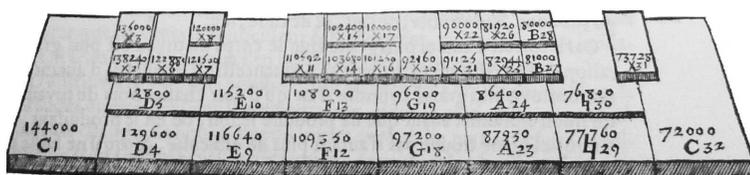
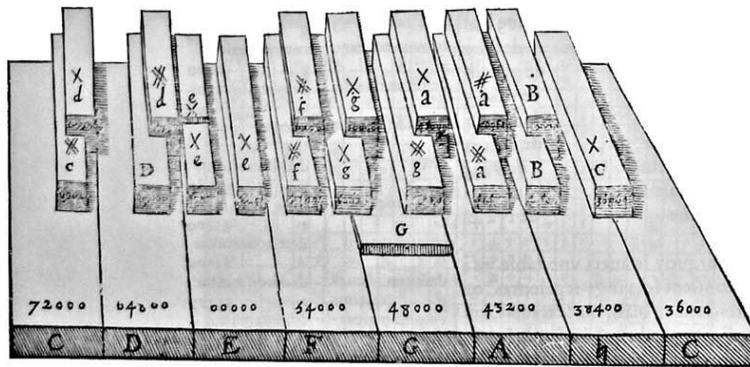
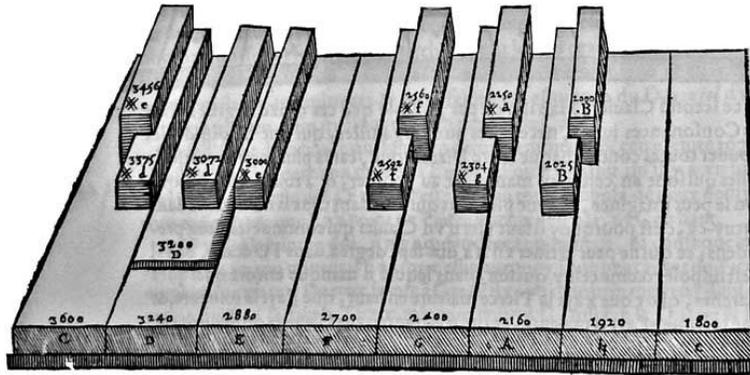
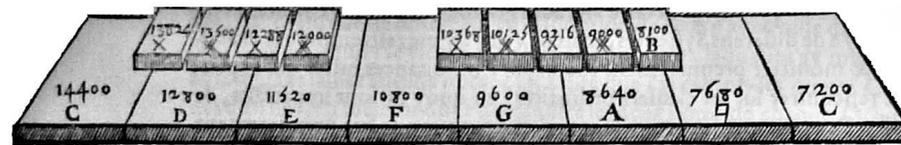
Par ailleurs, le même accordeur ne peut aboutir toujours au même résultat car il doit tenir compte des caractéristiques de l'instrument sur lequel il travaille, notamment de la qualité de son cordage.

De plus, ces professionnels se partagent en plusieurs catégories : 1° les uns affirment réaliser toujours le même tempérament, et toujours très égal ; 2° d'autres reconnaissent qu'une égalité absolue est impossible à obtenir et qu'il est alors préférable de tempérer « un peu plus » les premières quintes ; 3° d'autres encore reviennent aux formules historiques ; 4° et il faut également compter ceux qui, comme Serge Cordier avec son *Tempérament égal à quintes justes*, ou Raymond Fonsèque avec le *Super-Tempérament*, poursuivent la recherche de nou-

velles formules d'accord. On éprouve ainsi le paradoxe que tous parviennent à un tempérament « égal »... différent !

Enfin, le tempérament égal n'est pas un modèle d'harmonie : ses tierces continuent à choquer et l'égalité parfaite ravale les modulations au rang de simples transpositions, annulant ainsi les différences de climat censées caractériser chaque tonalité. Cette partition aboutit à une harmonie très plate, fort monotone, offrant des tonalités peu diversifiées et sans relief. Une division de l'octave véritablement égale serait ainsi une monstruosité esthétique et c'est pourquoi les musiciens ont toujours préféré « un peu d'inégalité dans l'égalité » !

Le premier chapitre de cette étude tentera de faire l'inventaire de la diversité des conceptions et des pratiques : il permettra ainsi de poser les bases nouvelles (chapitre II) sur lesquelles il sera possible de développer le concept de *Tempérament à quintes régulièrement croissantes* (chapitre III).



Marin Mersenne, Harmonie universelle.
Claviers de 17, 19, 27 et 32 marches par octave.

Chapitre Premier

LES PRATIQUES FRANÇAISES DES XVIII^e ET XIX^e SIÈCLES

1. Le tempérament en France avant le XVIII^e siècle²

Le progrès des théories harmoniques et le développement de la polyphonie conduisirent les musiciens de la Renaissance à utiliser, outre les octaves et les quintes pures déjà connues depuis l'Antiquité, les tierces formant avec elles l'accord parfait. Les instruments à sons fixes posèrent alors des problèmes sur lesquels les meilleurs esprits de ces siècles reculés se penchèrent : théoriciens de la musique, mathématiciens et physiciens rivalisèrent ainsi d'ingéniosité pour trouver les solutions les plus adéquates à la fois pour les interprètes et pour les facteurs.

Les instruments à clavier

Les instruments à clavier étaient accordés par quintes car cet intervalle pur est un repère acoustique sûr qu'un bref apprentissage permet d'acquérir rapidement et une suite de douze quintes successives génère les différents degrés de la gamme

² Cette histoire ayant fait l'objet de nombreux exposés, je ne rappellerai ici que ce qui concerne l'évolution vers le tempérament égal. Pour plus de détails, consulter, par exemple, mon livre *Gammes, Accords, Tempéraments*, 1999.

chromatique, soit en montant (*ut sol ré la mi si fa# ut# sol# ré# la# mi#[fa]*), soit en descendant (*ut fa sib mib lab réb solb si mi la ré sol*).

Le schéma général paraît à première vue limpide puisque l'intervalle d'octave se compose ainsi de trois tierces majeures obtenues chacune par une succession de quatre quintes :

la tierce majeure <i>ut-mi</i>	+ la tierce majeure <i>mi-sol#</i>	+ la tierce majeure <i>sol#-ut</i>
obtenue par les quintes <i>ut-sol sol-ré</i> <i>ré-la la-mi</i>	obtenue par les quintes <i>mi-si si-fa#</i> <i>fa#-ut# ut#-sol#</i>	obtenue par les quintes <i>sol#-ré# ré#-la#</i> <i>la#-mi# mi#-ut</i>

Dans la réalité, les difficultés surgissent immédiatement car les intervalles acoustiques purs ne se composent pas au sein d'intervalles eux-mêmes purs : quatre quintes pures aboutissent à une tierce majeure pythagoricienne, très grande et réputée peu consonante, et trois tierces majeures pythagoriciennes – ou douze quintes pures – forment un intervalle plus grand que l'octave d'un comma pythagoricien ; par ailleurs, trois tierces majeures naturelles, plus petites que les tierces majeures pythagoriciennes et acoustiquement pures, forment un intervalle plus petit que l'octave d'un comma enharmonique !

Les petits orgues fréquemment représentés dans l'iconographie médiévale des XI^e-XIII^e siècles, avaient des claviers réduits : quelques touches – une dizaine au maximum – développant une série diatonique pour un orgue portatif ; les positifs du XIV^e siècle, déjà plus importants, offraient les premières feintes. Le Moyen Âge semble bien n'avoir connu que le système pythagoricien : Henri Arnaut, mort à Dijon en 1466, atteste uniquement

cette gamme pour le clavicorde et l'orgue³, pourvus de claviers de douze marches par octave.

À la Renaissance, deux voies furent explorées.

Les gammes naturelles, composées seulement d'intervalles purs, obligeaient à multiplier les touches du clavier. Des exemples bien commentés sont donnés par Mersenne pour l'épinette et le clavecin : un clavier de douze marches par octave n'offre que les degrés *ut ut# ré ré# mi fa fa# sol sol# la sib si ut* et, de ce fait, un nombre de consonances limité ; avec dièses et bémols distincts, le clavier passe à dix-sept touches⁴. À propos des orgues, Mersenne cite même des claviers de dix-neuf, vingt-sept et trente-deux marches par octave⁵, permettant des accords composés uniquement de consonances ! Mais on conçoit les difficultés que de tels claviers, restés très théoriques, devaient créer aussi bien aux musiciens – qui n'ont toujours qu'une seule tête et dix doigts, – qu'aux artisans, contraints d'ajouter cordes et tuyaux.

La seconde voie fut celle du mésotonique, en l'occurrence le mésotonique pur du quart de comma syntonique : la tierce majeure pythagoricienne excédant la tierce majeure naturelle d'un comma syntonique, puisqu'une tierce majeure est obtenue au bout de quatre quintes il suffit de réduire chacune d'elles d'un quart de comma syntonique ; et l'octave reste partagée en

³ ARNAUT (Henri, dit de Zwolle), manuscrit latin 7295, folio 128 verso pour le clavicorde et folio 131 bis pour l'orgue.

⁴ MERSENNE (Marin), *Harmonie universelle*, livre troisième « Des instruments à cordes », pages 117-118, proposition V « Expliquer trois sortes de claviers ordinaires de l'épinette ».

⁵ MERSENNE (Marin), *Harmonie universelle*, livre sixième « Des orgues », pages 352-358, propositions XXII « Expliquer la science du clavier des orgues » et XXIII « Déterminer s'il est expédient de changer les claviers ordinaires des orgues ».

douze demi-tons. Mersenne donne ce tempérament comme étant le meilleur pour l'épinette, le clavecin, le *manichordion* – notre clavichord – et l'orgue⁶.

Concrètement, les facteurs formaient une première tierce majeure *ut-mi* pure avec quatre quintes *ut-sol sol-ré ré-la la-mi* diminuées d'un quart de comma syntonique ; puis une seconde tierce majeure pure *mi-sol#* sur le même modèle. Les trois quintes suivantes étaient faites en descendant et toujours tempérées du quart de comma syntonique : *ut-fa fa-sib sib-mib*. La dernière quinte descendante *mib-lab* – enharmonique au *sol#* précédemment établi – n'était pas accordée et formait un loup, en l'occurrence une quinte immense, d'une fausseté effrayante, que les musiciens ne devaient surtout pas toucher⁷.

Ainsi, le compromis de quintes légèrement diminuées, donc plus tout à fait pures mais toutefois encore très acceptables, fournit huit tierces majeures pures formant avec leurs quintes des accords parfaits d'une magnifique consonance : les tonalités de *sib, fa, ut, sol, ré* et *la* ont leurs trois accords générateurs sur ce modèle et sont, de ce fait, très utilisables. En revanche, les autres tonalités sont impraticables, mais cet univers harmonique quelque peu limité suffisait amplement aux compositeurs et interprètes de cette époque.

⁶ MERSENNE (Marin), *Harmonie universelle*, livre troisième « Des instruments à cordes », pages 107-109, proposition II « Expliquer la figure de l'épinette » ; livre sixième « des Orgues », pages 341-344, proposition XVI « Expliquer le plus aisé et le plus parfait diapason des orgues » et pages 363-366, proposition XXIX « Expliquer la manière et la méthode d'accorder les orgues tant justes que tempérés ».

⁷ C'est ce même tempérament de onze quintes du quart de comma syntonique que recommande Jean Denis pour l'épinette et pour l'orgue ; mais, comme il commence le cycle à *sib*, le loup se trouve sur l'intervalle [*ré#*]*mib-sib*. Voir DENIS (Jean), *Traité de l'accord de l'épinette*, pages 14-15.

Les instruments à manche fretté

Si, sur les instruments à clavier, chaque note – corde, tuyau, anche – est réglée séparément, il en va bien différemment pour les instruments à cordes à manche fretté – luth, viole, cistre, mandoline, vihuela, guitare... – où une même frette, tendue sur toute la largeur de la touche, partage identiquement toutes les cordes. La réalisation très précise d'un accord pythagoricien ou de gammes naturelles aurait nécessité une division spécifique de chaque corde, à partir de calculs alors réservés aux seuls savants : dans la pratique, le plan de frettage resta le même pour toutes les cordes.

Là encore les recherches furent longues et les tâtonnements nombreux. Au milieu du XVI^e siècle, Juan Bermudo⁸ imagina une méthode très élaborée de division du manche avec dix frettes réalisant un partage totalement pythagoricien. Un traité anonyme français donna, l'année suivante, des indications identiques⁹.

De son côté, Vincenzo Galilei¹⁰ publia le procédé de frettage des luths et violes par la règle du dix-huitième : diviser la corde, mesurée entre le sillet et le chevalet, en dix-huit parties et en porter une à partir du sillet pour avoir la première frette ; diviser l'intervalle de cette frette au chevalet en dix-huit parties et en porter une à partir de la première frette pour avoir la seconde ; etc. La répétition douze fois du rapport 17/18 aboutit

⁸ BERMUDO (Juan), *Declaracion de instrumentos musicales*, chapitre 80 « Para perfeccionar la vihuela comun », folio 105. Ce frettage a été très bien analysé par Daniel Friederich dans le *Bulletin du GAM*, n° 92, juin 1977, pages 38a, 39 et 40.

⁹ « Discours non plus mélancoliques que divers », in VACCARO (Jean-Michel), *La musique de luth en France au XVI^e siècle*, appendice III, pages 459-464.

¹⁰ GALILEI (Vincenzo), *Dialogo della musica antiqua et della moderna*.

à un partage presque parfait de l'octave en douze demi-tons égaux, à peine plus petits que le demi-ton tempéré (98,95 cents au lieu de 100 cents).

Au siècle suivant les pratiques étaient encore bien diverses et fort empiriques ainsi qu'en témoigne par exemple Marin Mersenne dans son *Harmonie universelle*. Sur le plan théorique, il donne le calcul des « onze nombres qui représentent les 11 moyennes proportionnelles comprises entre 200 000, et 100 000, c'est-à-dire entre les deux termes de l'octave » que « Monsieur Beaugrand très excellent géomètre a pris la peine de supputer » et qui ne diffèrent des valeurs exactes que de quelques cent millièmes pour certains degrés ; et la proposition suivante en expose une version simplifiée car « ceux qui n'aiment pas les grands nombres, se peuvent servir des moindres, qui sont assez précis pour marquer les touches sans offenser l'oreille ¹¹ ». Traitant de l'accord du luth et du théorbe, il expose trois méthodes : les deux premières sont présentées sous la forme d'échelles de nombres harmoniques réalisant des gammes naturelles, la troisième est le rapport 18/17¹². Plus loin, il revient à une gamme naturelle pour les manches du luth et du cistre, tandis que pour les violes il recourt aux moyennes proportionnelles avec l'arrondi inférieur de Beaugrand ¹³.

¹¹ MERSENNE (Marin), *Harmonie universelle*, livre premier « Des instruments », pages 37-39, proposition XIV « Expliquer un autre monocorde qui sert pour diviser le manche du luth, de la viole, du cistre et de tous les autres instruments à manches touchés en 9, 10, ou 12 demi-tons égaux » ; et pages 39-42, proposition XV « Déterminer de combien les intervalles du monocorde d'égalité... ».

¹² MERSENNE (Marin), *Harmonie universelle*, livre second « Des instruments à cordes », pages 45-49, proposition I « Expliquer la figure, les parties, le ton ou l'accord, et les tempéraments du luth, et du théorbe ».

¹³ MERSENNE (Marin), *Harmonie universelle*, livre second « Des instruments à cordes », pages 53-56, proposition III « Expliquer la manière de diviser le manche du luth » ; pages 97-98, proposition XVI « Expliquer la

Finalement, la règle des 17/18^e s'est imposée par sa simplicité ¹⁴ : ces instruments renoncèrent donc aux accords pythagoriciens ou naturels pour préférer, par une division constante du manche, un demi-ton unique. Ce procédé de facture aboutissait ainsi à une échelle à divisions égales sur toute l'étendue de la touche si, du moins, le musicien avait soin de ne pas tendre les cordes à vide en intervalles purs mais en suivant là aussi le tempérament des 17/18^e.

2. Au XVIII^e siècle

Si l'orgue conserva encore longtemps cet accord mésotonique ¹⁵ dont la musique d'église se satisfaisait, la musique profane souhaita s'aventurer dans de nouvelles tonalités et le clavecin inaugura toutes les innovations. En acceptant un

figure... du cistre, et la manière de diviser son manche ». — Livre quatrième « Des instruments à cordes », pages 198-200, proposition VII « Expliquer la capacité des violes dans les concerts, la division et la science de leurs manches... ».

¹⁴ Dans la pratique, pour garantir la justesse des intervalles ainsi obtenus, il faut également tenir compte de paramètres plus ou moins pondérables : 1° les frettes, simplement liées autour du manche, peuvent bouger, soit accidentellement soit volontairement si l'instrumentiste souhaite améliorer tel intervalle ; 2° une corde ne peut émettre telle fréquence, lorsqu'elle est pincée à tel endroit, que si elle est faite dans un matériau parfaitement homogène et présentant un diamètre constant sur toute la longueur ; 3° selon la hauteur des cordes au-dessus de la touche ou la grosseur des frettes, le fait de pincer une corde augmente plus ou moins sa longueur et, partant, sa fréquence ; 4° une corde pincée très près du chevalet, et ainsi très réduite dans sa longueur, présente un rapport entre le diamètre et la longueur qui n'est plus le même que si elle est pincée en haut du manche ; 5° les cordes de boyau produisent des sons peu riches en harmoniques et qui, de ce fait, offrent une discrimination moins bonne des micro-intervalles ; etc.

¹⁵ Christophe Mouchereau, facteur du magnifique instrument d'Albi, donne quelques instructions – sept lignes ! – sur la partition, dans son *Mémoire instructif*, pages 26-27 : en ne parlant que de « quintes faibles », il paraît évoquer le mésotonique pur. Et le traité de dom Bedos, publié en 1766-1778, recommande toujours cet accord pour l'orgue.

compromis sur certaines tierces, les musiciens purent ainsi imaginer de nouvelles formules de division permettant de parcourir toutes – ou presque toutes – les tonalités, avec une justesse formelle certes de plus en plus dégradée mais conférant, par ailleurs, à chacune une personnalité propre.

Les tempéraments non égaux

Les techniques d'accord selon un tempérament non égal se répartissent en deux familles selon qu'elles restent plus ou moins mésotoniques.

Les plus mésotoniques conservent les deux premières tierces majeures pures avec huit quintes diminuées du quart de comma syntonique : Lambert-Chaumont, Vincent, l'anonyme de Caen ou Michel Corrette¹⁶, pour n'en citer que quelques-uns, se contentent d'augmenter un peu les trois quintes suivantes, la dernière formant toujours un loup !

En revanche, ce que la plupart des auteurs nommaient « tempérament ordinaire » prévoyait une première tierce majeure *ut-mi* pure et deux tierces *mi-sol#* et *sol#-si#* progressivement élargies pour rattraper le reliquat du comma pythagorien ou *schisma*. Les premières tonalités – *ut, sol, ré, la mi, ...* –, les plus usitées, se trouvaient ainsi dotées d'un maximum d'intervalles purs ou quasi-purs, et l'absence de loup rendait encore acceptables les plus éloignées comme *ré#, la#, mi#, si#*¹⁷.

¹⁶ LAMBERT-CHAUMONT, *Pièces d'orgue sur les huit tons*. — *Manière très facile pour apprendre la facture d'orgue*. — CORRETTE (Michel), *Le Maître de clavecin... Le chapitre XXII « De la manière d'accorder le clavecin et l'orgue »* expose quatre partitions : un mésotonique modifié, la « partition dont se servait le S^r Vincent fameux facteur d'orgue à Rouen en 1712 », la « partition de Keller auteur anglais » et le tempérament égal.

¹⁷ RAMEAU (Jean-Philippe), *Nouveau système de musique théorique et pratique*, pages 108-110. — ALEMBERT (Jean Le Rond d'), *Éléments de mu-*

Le tempérament égal

Au début du XVIII^e siècle, l'idée de tempérer les douze quintes d'un douzième de comma pythagorien n'était pas neuve. Mersenne¹⁸, dans son *Harmonie universelle*, avait cité à plusieurs reprises ce tempérament en douze demi-tons égaux¹⁹. Utilisant le calcul des logarithmes, le mathématicien et acousticien Joseph Sauveur proposa le premier système élaboré de division de l'octave en intervalles égaux, en l'occurrence en quarante-trois « merides », partagés chacun en sept « eptamerides »²⁰ : mais

sique théorique et pratique suivant les principes de M. Rameau. Voir la page 48, note x. — BÉTHIZY (Jean Laurent de), *Exposition de la théorie et de la pratique de la musique*, 2/ deuxième partie, chapitre V « Du Tempérament ». — ROUSSEAU (Jean-Jacques), *Dictionnaire de musique*, page 502, article « Tempérament ».

¹⁸ J'aurai ici la prudence de ne remonter qu'à Mersenne. Mais M. Éric Marandas, dans son article « Physique et perception de l'accord des instruments à clavier » (in *Acoustique et instruments anciens*, Paris, Société française d'acoustique, actes du colloque des 17 et 18 novembre 1998, page 166) n'a pas craint d'écrire : « Le tempérament dit égal que nous connaissons était connu depuis Pythagore [...] ». Allégation surprenante quand on sait que les antésocratiques ne pouvaient considérer que des proportions simples, par défaut d'outils mathématiques permettant d'accéder aux irrationnelles... *On ne prête qu'aux riches !*

¹⁹ MERSENNE (Marin), *Harmonie universelle*, livre premier « Des Instruments », pages 37-41, proposition XIV *Expliquer un autre monocorde qui sert pour diviser... en 9, 10, ou 12 demi-tons égaux* et proposition XV *Déterminer de combien les intervalles du monocorde...* — Livre second « Des Instruments », pages 65-69, proposition VII *Démontrer que le ton majeur, et mineur, l'octave, et tous les autres intervalles peuvent être divisés en deux, ou plusieurs parties égales ; d'où il s'ensuit que l'on peut diviser l'octave en 12. demi-tons égaux...* — Livre quatrième « Des Instruments », pages 198-200, proposition VII *Expliquer la capacité des violes dans les concerts, la division et la science de leurs manches...* — Livre quatrième « Des Instruments », page 226-227, proposition XVII *Examiner les manières que Zarlín a données pour diviser le manche des instruments en douze demi-tons égaux par l'invention de deux, ou plusieurs moyennes proportionnelles, ou autrement*.

²⁰ SAUVEUR (Joseph), *Principes d'acoustique et de musique*, section III, pages 12-19.

son « Système général », hormis la division en trois cent une parties égales qui sera reprise dans le savart, ne fut guère suivi car, en changeant les noms des notes et en introduisant tout un vocabulaire nouveau, il modifiait par trop les habitudes des musiciens.

D'après Jean-Jacques Rousseau, l'idée d'un tempérament égal « avait déjà été proposée et abandonnée par le fameux Couperin²¹ » – François, dit « le Grand ». Je n'ai, toutefois, pas trouvé cette indication dans les œuvres théoriques de ce compositeur, en tout cas pas dans son *Art de toucher le clavecin* publié en 1716.

L'impulsion initiale vint de Jean-Philippe Rameau en 1737 :

Prenez telle touche du clavecin qu'il vous plaira, accordez-en d'abord la quinte juste, puis diminuez-la si peu que rien, procédez ainsi d'une quinte à l'autre, toujours en montant, c'est-à-dire, du grave à l'aigu, jusqu'à la dernière, dont le son aigu aura été le grave de la première, vous pouvez être certain que le clavecin sera bien d'accord. [...].

La preuve de la parfaite partition consiste à ce que la dernière quinte se trouve d'accord d'elle-même, puisque son son grave vient déjà d'être accordé, et que l'aigu, qui était le grave de la première, ne doit plus changer [...] ²².

Ce texte esquisse incontestablement ce que nous appelons aujourd'hui « tempérament égal » : on observera toutefois qu'il ne parle que de quintes diminuées « si peu que rien » sans pré-

²¹ ROUSSEAU (Jean-Jacques), *Dictionnaire de musique*, article « Tempérament », page 503.

²² RAMEAU (Jean-Philippe), *Génération harmonique ou traité de musique théorique et pratique*, pages 100-101.

ciser de combien et sans imposer qu'elles soient toutes strictement égales !

À la suite de Rameau, et par respect pour son autorité, les théoriciens adoptèrent l'usage de citer cette nouvelle partition comme praticable sur les instruments à clavier : cependant, cette concession à la modernité était généralement assortie de nombreuses critiques ou restrictions, surtout pour l'orgue.

En 1752, dans la première édition – sans nom d'auteur – de ses *Éléments de musique*, d'Alembert se fit l'écho de Rameau : il rappela d'abord la nécessité du tempérament sur les instruments à clavier, marqua une préférence pour des quintes également altérées, exposa de nouveau le schéma de réalisation – douze quintes progressivement diminuées aboutissant à une octave juste – et donna la formule algébrique par la racine douzième de 2. Il ne s'engagea toutefois pas au-delà, mentionnant même les inconvénients de cette formule – tierces dures, – soulignant son côté fort théorique²³ et le caractère empirique et tâtonnant de sa réalisation concrète – attendre la douzième quinte pour avoir la preuve et tout recommencer à chaque fois que le parcours du cycle n'aboutit pas à une octave pure !

La suite de son chapitre persévère dans le même embarras : ayant exposé que, « sur un clavecin accordé par le tempérament ordinaire, il y a cinq ou six modes insupportables, et dans lesquels on ne peut rien exécuter », il accorde un point au « tempérament de M. Rameau » par lequel « tous les modes sont

²³ ALEMBERT (Jean Le Rond d'), *Éléments de musique théorique et pratique suivant les principes de M. Rameau*, page 46 : « 71. Voilà en quoi consiste la théorie du tempérament : mais comme il serait difficile dans la pratique d'accorder un clavecin ou une orgue, en rendant ainsi tous les demitons égaux, M. Rameau, dans sa *Génération harmonique*, nous a donné le moyen suivant pour altérer toutes les quintes le plus également qu'il est possible. »

également parfaits, nouvelle preuve en sa faveur, puisque le tempérament est principalement nécessaire pour passer d'un mode dans un autre sans que l'oreille soit choquée », mais le lui reprend aussitôt en précisant que « cette uniformité dans les modulations paraîtra un défaut à la plupart des musiciens : car ils s'imaginent qu'en faisant les demi-tons de la gamme inégaux, ils donnent à chaque mode un caractère particulier²⁴ ».

Et pour terminer ce chapitre du tempérament, d'Alembert se garde bien de conclure : « Nous avons donné cette règle pour le tempérament, d'après M. Rameau, et c'est aux artistes désintéressés à en juger. » Il pense même pouvoir minimiser toute polémique en affirmant : « Quoi qu'il en soit, et quelque espèce de tempérament qu'on adopte, les altérations qu'il causera dans l'harmonie ne seront que peu ou point sensibles à l'oreille »... alors qu'à la page précédente il croyait devoir « avouer avec M. Rameau, que ce tempérament s'écarte beaucoup de celui qui est en usage²⁵ » !

D'une façon générale, l'attitude de d'Alembert vis-à-vis de l'innovation proposée par Rameau et très révélatrice du sentiment des musiciens de cette époque : si quelques esprits avancés convenaient que des quintes égales étaient globalement un progrès, la plupart continuaient à préférer des formules privilégiant les premières tonalités. Les témoignages ne manquent pas dans la seconde moitié du XVIII^e siècle :

— Michel Corrette (1753) : « La partition que je donne ici est d'une nouvelle combinaison qui a très peu de partisans ; cette partition consiste à diminuer toutes les 5^{tes} également de la

²⁴ Pour toutes les citations de ce paragraphe, voir ALEMBERT (Jean Le Rond d'), *Éléments de musique théorique et pratique suivant les principes de M. Rameau*, page 48, note x, deuxième alinéa.

²⁵ ALEMBERT (Jean Le Rond d'), *Éléments de musique théorique et pratique suivant les principes de M. Rameau*, pages 48-49.

valeur d'un 1/12 de comma ; comme cette diminution est très petite les 5^{tes} sont plus justes que dans la partition en usage, mais d'un autre côté les 3^{ces} sont trop fortes ce qui rend ce nouveau tempérament dur à l'oreille surtout à l'orgue où les sons sont soutenus²⁶. »

— Jean-Baptiste Romieu (1758) : « La partition qui en donne le tempérament n'a rien de difficile que dans l'affaiblissement de la quinte de 1/12 de *comma*, qui échappe presque à l'oreille, et dans la distribution égale des douze douzièmes ou quintes dans toute la série : on peut la commencer à la note qu'on voudra, toute cette série est laissée au tâtonnement et au jugement de l'artiste ; et quoiqu'à son dernier terme, il se trouve sur l'unisson ou l'octave de la note où il avait commencé, il n'est pas cependant plus assuré des termes moyens, car il peut se faire que ce qu'il a mis d'excédant sur une quinte tempérée, se trouve défailant sur une autre ; ainsi il est plus nécessaire qu'en toute autre partition, d'examiner attentivement l'égalité de distribution dans toute la série sur chaque quinte [...]. L'harmonie de ce tempérament portée sur le clavecin, a de l'éclat sur les quintes, mais elle est fort dure sur les tierces majeures, qui y sont altérées par excès [...] : enfin, ce tempérament a une harmonie entièrement uniforme dans tous les tons ou modes, et sur tous les intervalles [...]²⁷. »

— Jean Laurent de Béthisy, pour le clavecin (1764) :

Il y a deux manières d'accorder le clavecin, une ancienne qui est encore assez communément en usage, et une nouvelle qui a été trouvée par M. Rameau.

²⁶ CORRETTE (Michel), *Le maître de clavecin*, chapitre XXIII « Dissertation sur une nouvelle partition », pages 86-87.

²⁷ ROMIEU (Jean-Baptiste), « Mémoire théorique et pratique sur les systèmes tempérés de musique », section IV, articles XLIX et L.

Suivant l'ancienne, *ut sol, sol ré, ré la, la mi* forment des quintes assez faibles, pour que le *mi* se trouve la tierce majeure juste d'*ut* ; *mi si, si fa#, fa# ut#, ut# sol#* forment aussi des quintes faibles, mais moins que les premières ; *fa ut, sib fa, mib sib* forment des quintes qu'on a fortifiées de manière que *sol#* ou *lab* forme avec *ré#* ou *mib* une quinte à peu près juste. *Voyez l'ex. 38.* Toutes les autres notes du clavecin sont les octaves justes de celles de l'exemple.

Suivant la manière de M. Rameau, *ut sol, sol ré, ré la, la mi, mi si, si fa#, fa# ut#, ut# sol#, sol# ré#, ré# la#, la# mi#, mi# si#*, forment des quintes affaiblies, mais fort peu et le plus également qu'il est possible. *Voyez l'ex. 39.* Toutes les autres notes du clavecin sont les octaves justes de celles de l'exemple.

[...].

Voilà les deux manières d'accorder le clavecin. Quelle est la meilleure ? Je n'oserais décider, mais je vais exposer les avantages et les défauts de l'une et de l'autre.

Par l'ancienne plusieurs tierces sont beaucoup moins altérées que par la nouvelle, mais plusieurs quintes le sont beaucoup plus. Il se trouve entre les modes une variété qui rend les uns gais et brillants, les autres tristes et sombres ; mais il y a des modes dont les notes sont si altérées, qu'ils sont insupportables à une oreille délicate.

Par la manière de M. Rameau, les quintes ont toutes la perfection qu'on peut leur donner, le tempérament tombe principalement sur les tierces, il n'y a nulle variété entre les modes, parce que tous les demi-tons sont parfaitement égaux, aucun mode n'est par conséquent plus propre à une expression qu'un autre mode, aucun n'est plus défectueux que les autres²⁸.

²⁸ BÉTHISY (Jean Laurent), *Exposition de la théorie et de la pratique de la musique*, pages 128-131.

La première édition du *Dictionnaire* de Jean-Jacques Rousseau, en 1768, après avoir présenté le tempérament ordinaire comme « le plus parfait que l'on puisse employer », critiquait les « douze semi-tons parfaitement égaux » :

Cette méthode que nous propose aujourd'hui M. Rameau, avait déjà été proposée et abandonnée par le fameux Couperin. On la trouve aussi tout au long dans le P. Mersenne, qui en fait auteur un nommé Gallé, et qui a même pris la peine de calculer les onze moyennes proportionnelles dont M. Rameau nous donne la formule algébrique.

Malgré l'air scientifique de cette formule, il ne paraît pas que la pratique qui en résulte ait été jusqu'ici goûtée des musiciens ni des facteurs. Les premiers ne peuvent se résoudre à se priver de l'énergique variété qu'ils trouvent dans les diverses affections des tons qu'occasionne le *tempérament* établi [...].

À l'égard des facteurs, ils trouvent qu'un clavecin accordé de cette manière n'est point aussi bien d'accord que l'assure M. Rameau. Les tierces majeures leur paraissent dures et choquantes [...] ²⁹.

Enfin, dom François Bedos de Celle, dans seconde partie de son traité, publiée en 1770, fait le point des pratiques pour l'orgue en détaillant leurs avantages et inconvénients :

L'un qu'on appelle l'ancien système, qui consiste à tempérer inégalement les quintes ; et le nouveau, selon lequel on affaiblit moins les quintes, mais toutes également. Les mathématiciens ne se sont pas trouvés d'accord avec les harmonistes. Ceux-ci,

²⁹ ROUSSEAU (Jean-Jacques), *Dictionnaire de musique*, article « Tempérament », pages 503-504.

ne consultant que la nature et l'oreille, n'ont pu goûter cette nouvelle partition, qui leur a paru dure et moins harmonieuse que l'ancienne. En effet, les quintes n'y sont affaiblies que d'un douzième de *comma*, et toutes le sont de même ; mais aussi il n'y a aucune tierce majeure qui ne soit outrée, ce qui rend l'effet de cette partition dur à l'oreille. Selon l'ancienne partition, on affaiblit environ 11 quintes d'un quart de *comma*. Cette altération est bien plus considérable qu'un douzième de *comma*, ce qui se fait ainsi pour sauver, ou rendre justes 8 tierces majeures ; et comme en altérant ces quintes d'un quart de *comma*, on ne parviendrait pas à l'octave juste, on fait tomber tout ce qui manque sur une seule quinte que l'on sacrifie, pour ainsi dire, et devient outrée : elle se trouve sur un ton le moins usité. Les facteurs appellent cette quinte, la quinte *du loup*. Quelque respectable que soit l'autorité des savants qui ont imaginé la nouvelle partition, on n'a pas laissé de l'abandonner, quoique, selon la théorie, elle paraisse moins imparfaite que l'autre. La raison que donnent les harmonistes de leur choix, est que les quintes peuvent souffrir une altération, ou un affaiblissement d'un quart de *comma* et même un peu plus, sans perdre leur harmonie. En ce sens leur partition n'est pas inférieure à la nouvelle, dont les tierces toutes outrées choquent nécessairement l'oreille. Leur fonction de distinguer essentiellement les modes, est trop importante dans l'harmonie, pour ne pas préférer un système, où il s'en trouve le plus grand nombre possible de justes. Le compositeur au reste met à profit les défauts inévitables de cette partition : il y trouve des avantages pour mieux caractériser l'esprit de ses pièces. Veut-il composer du gai, du triste, du grand, du majestueux, etc. ? il choisit le ton le plus propre à aider sa modulation, et pour donner plus d'expression à son idée. Il n'a pas cette ressource dans la nouvelle partition. Tous les tons y étant égaux, ils

expriment tous également, sans que rien balance la rudesse des tierces³⁰.

Et c'est encore le tempérament non égal que préconisait Castil-Blaze en 1821³¹.

Les « harmonistes » de dom Bedos – en fait, tous les musiciens – adressaient, outre la difficulté et la très grande subjectivité de sa réalisation fort empirique, deux reproches au tempérament égal :

– des tierces trop imparfaites : la référence étant la pureté acoustique, les tierces mésotoniques s'en écartent certes, mais d'une façon très supportable à l'oreille ; en revanche, les tierces majeures du tempérament égal sont trop outrées et ses tierces mineures trop affaiblies ;

	tierce majeure	tierce mineure	quinte
<i>naturel</i>	386,31	315,64	701,96
mésotonique	386,31	310,26	696,58
égal	400,00	300,00	700,00

– des tonalités trop peu diversifiées, induisant une harmonie trop uniforme : les anciennes modulations, permettant d'explorer des univers sonores différenciés et d'exprimer des affects variés, sont réduites à une simple transposition dans une échelle de structure strictement identique.

Les nombreuses formules d'accord non égales mises au point en France pendant tout le xviii^e siècle, sans compter les pra-

³⁰ DOM BEDOS (François), *L'art du facteur d'orgues*, II^e partie (publiée en 1770), page 429.

³¹ CASTIL-BLAZE, *Dictionnaire de musique moderne*, article « Tempérament », volume II, pages 298-301.

tiques empiriques des facteurs et musiciens, donnent à penser que le tempérament nouveau prôné par Rameau n'obtint aucun succès au cours de ce siècle, tant pour le clavecin que pour l'orgue : « on ne connaît pas d'exemple de tempérament égal au XVIII^e siècle, du moins à l'orgue³² ».

Toutes ces critiques n'ont rien de surprenant car, outre le poids des habitudes routinières ou des préférences esthétiques, elles reposaient sur deux exigences :

— l'une physique : le clavecin avec ses sons si fortement timbrés et l'orgue avec ses rangées de plein-jeu imposent de dupliquer « horizontalement », entre les touches du clavier, les consonances déjà présentes dans les spectres harmoniques étagés « verticalement » sur chaque note ;

— l'autre esthétique : les artistes de ce temps étaient, par leur formation, conditionnés à la pureté acoustique ; le langage harmonique en vigueur cultivait la consonance et ne recourait à la dissonance que d'une manière fort passagère et pour des effets très limités ; les compositeurs restaient soucieux de conserver des tonalités ayant leurs caractéristiques propres, des univers sonores différenciés.

Le tempérament du douzième de comma pythagoricien sortit donc vaincu de ce premier affrontement !

Le cas particulier de la harpe

Philippe-Jacques Meyer décrit une harpe montée de trente-deux cordes diatoniques : un jeu de sept pédales permettant de

³² GALTIER (Roland), *La facture d'orgues en France de 1800 à 1870*, volume 1, page 25. Ce volumineux ouvrage, établi sur une documentation colossale, se plaît à analyser dans les détails les plus fins les nouveautés en matière de mécanique, soufflerie, tuyauterie. Mais il est quasiment muet sur le chapitre du tempérament ou de la partition... aussi muet que l'étaient les devis et procès-verbaux de réception de toute cette époque !

changer passagèrement ces notes en dièses ou bémols, il suffit de régler sept cordes par octave³³. La méthode qu'il propose procède par quintes montantes et octaves descendantes, tous ces intervalles devant être acoustiquement purs, ce qui aboutit de fait à un accord pythagoricien. Ses deux éditions de 1763 et 1772, ainsi que la reprise par Bouin en 1774, préconisent la même procédure.

François Petrini³⁴, en 1796, propose un parcours identique dans son principe – quintes en montant et octaves en descendant – mais avec des intervalles différenciés :

<i>LAB</i>	<i>MIb</i>	<i>SIB</i>	<i>fa</i>	<i>do</i>	<i>sol</i>	<i>ré</i>
« assez juste »		à chaque fois « un peu plus altérées »		« assez juste »		

qui aboutit à un tempérament difficilement caractérisable !

Quant à la méthode de Corbelin, elle propose d'accorder une octave dans l'ordre diatonique, seulement d'oreille, et en testant quelques tierces³⁵ !

La survivance de l'accord pythagoricien

L'abbé Pierre-Joseph Roussier, le meilleur connaisseur de la musique des Anciens dans la seconde du XVIII^e siècle, était toujours un fervent partisan du système pythagoricien auquel il reconnaissait trois supériorités : 1^o des degrés générés par un

³³ MEYER (Philippe-Jacques), *Essai sur la vraie manière de jouer de la harpe, avec une méthode de l'accorder*, 1/ pages 4-5 ; 2/ pages 4-5 ; 3/ pages 4-5.

³⁴ PETRINI (François), *Abrégé de la méthode de harpe avec la manière de l'accorder*.

³⁵ CORBELIN (François Vincent), *Méthode de harpe*, « Manière d'accorder la harpe », pages 8-9.

principe unique, la quinte pure ; 2° une échelle ne connaissant qu'un ton, le ton majeur de rapport 9/8 ; 3° l'avantage de l'ancienneté et la haute autorité de Pythagore.

La gamme complète incluait les sept notes naturelles (*fa, ut, sol, ré, la, mi, si*), leurs dièses générés par des quintes en montant (*fa#, ut#, sol#, ré#, la#, mi#, si#*) et leurs bémols générés par des quintes en descendant (*sib, mib, lab, réb, solb, utb, fab*) soit une division de l'octave en vingt et un degrés.

C'est probablement lui qui donna à Jean-Benjamin de Laborde, l'auteur du célèbre *Essai sur la musique ancienne et moderne* (quatre volumes, 1780), l'idée du « nouveau clavecin chromatique » et à Georges Cousineau l'idée d'une harpe à quatorze pédales : c'est en tout cas lui qui rédigea les notices de présentation de ces deux instruments³⁶.

Le clavecin de Laborde présente un clavier de vingt et une marches par octave, distinguant les dièses et les bémols : tous ces intervalles sont obtenus par des quintes pures et aucun n'est tempéré. Quant à la nouvelle harpe de Cousineau, elle offre sept cordes par octave donnant à vide les tons en bémols ; les sept pédales de la rangée du bas pincient les cordes un demi-ton chromatique plus haut et produisent donc les tons naturels ; les sept pédales de la rangée supérieure pincient les cordes encore plus haut pour leur faire sonner les dièses ; et tous ces intervalles sont obtenus par une suite de quintes pures.

3. La transition, de la fin du XVIII^e siècle au début du XIX^e siècle

³⁶ ROUSSIER (Pierre-Joseph), *Mémoire sur le nouveau clavecin chromatique de M. de Laborde*, article III « Analyse du système que présente le nouveau clavecin », pages 10-16 ; et *Mémoire sur la nouvelle harpe de M. Cousineau*, chapitre VI « Perfectionnement de la harpe », pages 26-28.

Il faut attendre les dernières décennies du XVIII^e siècle pour que le tempérament du douzième de comma pythagoricien entame la percée décisive qui le conduira – mais seulement dans la seconde moitié du siècle suivant – à l'hégémonie.

En effet, à la fin du XVIII^e siècle, les pratiques sont multiples.

Mercadier de Bélestat (1776)³⁷ s'en fait l'écho : « certains divisent l'octave en douze semi-tons égaux, ce qui agrandit beaucoup les tierces majeures, et diminue insensiblement les quintes ; d'autres altèrent davantage la plupart des quintes, pour adoucir les tierces majeures les plus usitées ; plusieurs enfin, et peut-être le plus grand nombre, ont des tempéraments particuliers qu'eux seuls mettent en usage. » Sa méthode pour « pratiquer l'accord égal sur le clavecin » n'a guère évolué depuis Rameau : douze quintes successives en montant avec octaviement vers le grave chaque fois que l'on sort de la zone de partition ; chaque quinte doit être réglée juste, puis « on l'affaiblit ensuite imperceptiblement ». Au total, tous les intervalles étant également altérés, « il n'y a pas d'autre tempérament qui n'occasionne des intervalles plus faux » ! Aussi préfère-t-il une formule plus traditionnelle : d'*ut* à *mi*, quatre quintes minorées du quart de comma syntonique aboutissant à une tierce *ut-mi* pure ; puis une tierce *mi-sol#* « un peu forte » pour laquelle « les quatre quintes intermédiaires ne doivent pas être si affaiblies » ; puis quatre quintes presque pures de *sol#* à *ut*.

Valentin Roeser (1764), en annexe de son *Art de toucher le clavecin*³⁸, version abrégée des *Principes* de Friedrich-Wilhelm

³⁷ MERCADIER DE BÉLESTAT (Jean-Baptiste), *Nouveau système de musique théorique et pratique*, III^e partie, chapitre III « Du tempérament », pages 83-89.

³⁸ ROESER (Valentin), *L'Art de toucher le clavecin selon la manière perfectionnée des Modernes*.

Marpurg, expose une « nouvelle manière d'accorder le clavecin. Fondée sur l'égalité du tempérament. Par M^R Sorge organiste et mathématicien à Lobenstein ». Simple dans son principe, la procédure invite à réaliser d'abord une tripartition de l'octave *ut-ut*, « octave qu'il faut mettre juste » en réglant les tierces majeures *ut-mi* « un peu forte », *mi-sol#* avec « la même proportion que la précédente » et *lab-ut* « à l'égalité des tierces précédentes ». Les quintes sont alors accordées pour chacune de ces trois tierces, sans toucher les notes déjà établies : *[ut]-sol-ré-la-[mi]* « quintes qu'il faut toutes affaiblir » ; *[mi]-si-fa#-ut#-[sol#]* « quintes que l'on accorde, en les affaiblissant tant soit peu » ; *[lab]-mib-sib-fa-[ut]*, quintes « à l'égard desquelles on en use comme des précédentes ». Si ces instructions sont correctement exécutées, cette méthode fort empirique est de nature à aboutir à une formule effectivement à peu près égale.

30

Toutefois, probablement effrayé de son audace, il accorde la même importance à « la meilleure des partitions inégales qui soient en usage » qui consiste « à n'affaiblir que les sept premières quintes en commençant par *fa*, et à rendre les cinq autres un peu plus justes ou plutôt moins faibles. »

En 1780, Geoffrion de Cryseul confirme d'abord la cacophonie qui régnait alors : « Quelques artistes divisent les touches des instruments en affaiblissant les quintes : d'autres les tierces ; il y en a même qui en affaiblissent les octaves, la plus parfaite de toutes les consonances et le seul intervalle qui ne puisse souffrir aucune altération. La plupart se conduisent d'oreille sans le secours d'aucun principe, et il résulte des différents moyens qu'ils emploient, que tel instrument, juste dans le ton qui lui est le plus naturel, devient plus faux à mesure qu'on s'en éloigne³⁹. »

³⁹ CRYSEUL (Geoffrion de), *Moyens de diviser les touches des instruments à cordes, le plus correctement possible, etc.*, page 9.

Il opte ensuite résolument pour « le tempérament dont parle M. Rameau » et rappelle sa théorie d'après d'Alembert dont il cite plusieurs passages. Son originalité est d'effectuer les calculs qui permettent de remplacer l'échelle logarithmique des mathématiciens par une suite de nombres entiers, à l'image des nombres harmoniques de Mersenne,

<i>ut</i>	<i>ut#</i>	<i>ré</i>	<i>ré#</i>	<i>mi</i>	<i>fa</i>
10000	9438	8908	8408	7936	7490
<i>fa #</i>	<i>sol</i>	<i>sol#</i>	<i>la</i>	<i>la#</i>	<i>si</i>
7070	6673	6298	5944	5610	5297

[Valeurs recalculées, les nombres donnés par l'auteur présentant quelques imprécisions et l'un d'eux étant même erroné.]

mesurant, par exemple des longueurs de cordes et, de ce fait, propres à tracer les divisions d'un monocorde.

31

La référence adoptée par Cryseul est le diapason *A-mi-la* de l'Opéra de Paris donnant le *la*. Comme il reconnaît qu'il est difficile de s'en procurer en province, il indique le moyen pour construire un diapason d'une précision suffisante : tendre une corde de cuivre « d'une grosseur telle qu'il en faille 92 diamètres pour un pouce » avec « un poids de deux livres poids de marc » entre deux sillets espacés de « la longueur du pendule de Paris de 3 p^{ds}. 0. 8 3/5 » pour obtenir « l'Ut à la double octave audessous de l'Ut qui commence l'échelle où se trouve le LA qui sert de repère à tous les musiciens », soit l'*ut* de huit pieds, première note d'un clavier non ravalé. En divisant ce monocorde par l'échelle en dix millièmes, on obtient un appareil sûr pour accorder. Après différentes expériences et divers calculs, puisés notamment dans l'*Essai de physique* de Petrus van Musschen-

broek, il établit que l'*ut* de l'Opéra fait « 240 vibrations dans une seconde », soit un $la = 403,7568 \approx 404 \text{ Hz}$ ⁴⁰.

Un véritable tempérament égal est très difficile à réaliser : ne contenant aucun intervalle pur, il ne peut être décrit dans les termes habituels comme une succession d'étapes conclues chacune par une « preuve » sous la forme d'un intervalle pur et donc non battant ; l'accordeur se trouve ainsi livré à sa propre subjectivité, à ses préférences esthétiques et à son expérience. Par ailleurs, le schéma indiqué par Rameau, où la seule vérification est fournie par la dernière quinte, impose des opérations tâtonnantes, longues et fastidieuses.

Le souci des praticiens fut donc d'améliorer la technique. En raison de la disparition rapide du clavecin, les premiers textes concernent surtout le piano-forte, d'autant plus que cet instrument, avec son système de percussion et un cordage de plus en plus fort produisant des sons moins riches en harmoniques, supporte mieux un système d'accord plus pauvre en consonances parfaites.

La *Méthode la plus facile pour accorder les clavecins et forte-piano* (vers 1790), qui consiste en une simple feuille, est très en retrait par rapport à ces préoccupations et propose, de façon surprenante, de régler douze quarts successives « en les tenant un peu hautes », ce qui équivaut donc à des quintes un peu diminuées si les octaves sont parfaitement justes. La partition est réalisée sur deux octaves : dès qu'une note est fixée, ses octaves sont aussitôt accordées et les quarts sont réglées en montant dans l'ordre *la, ré, sol, ut, fa, sib, mib, lab, réb, solb=fa#, si, mi*, la dernière quarte *mi-la* servant de preuve. On oubliera cette invention si singulière... aussi vite que les musiciens,

⁴⁰ CRYSEUL (Geoffrion de), *Moyens de diviser les touches des instruments à cordes, le plus correctement possible, etc.*, pages 25 et 27.

même les plus « révolutionnaires » de cette époque, qui ne la gratifièrent d'aucune postérité !

Le premier perfectionnement apporté consista en la division du parcours en deux demi-cycles : quelques quintes en montant et les autres en descendant ; c'est également à cette époque que l'on voit apparaître la partition à partir du *la*, à l'imitation de ce qui se pratiquait à l'orchestre.

Le mathématicien Jean-Baptiste Mercadier de Bélestat (1788) préconise de faire sept quintes en montant d'*ut* à *ut#* et quatre en descendant, le *lab*, pris comme *sol#*, faisant la preuve avec l'*ut#* ; et il précise que, cette quinte étant peu usitée, il n'est pas nécessaire de revenir sur le travail s'il y a un petit défaut final⁴¹.

Alexandre Louet (1797) travaille également par quintes, demi-cycle en montant puis demi en descendant. Il propose de partir soit du *la*, qui est la référence pour l'orchestre et est fixé par les diapasons du commerce, soit, et de préférence, de l'*ut*, qui est le ton le plus usité en musique. Pour l'accord à partir de *la*⁴², ses indications sont modulées : cinq quintes en montant

<i>la</i>	<i>mi</i>	<i>si</i>	<i>fa#</i>	<i>ut#</i>	<i>sol#</i>
faible	faible	presque juste	à peu près juste	à peu près juste	à peu près juste

et six en descendant

<i>la</i>	<i>ré</i>	<i>sol</i>	<i>ut</i>	<i>fa</i>	<i>sib</i>	<i>mib</i>
très faible	faible	faible	faible	faible	faible	presque juste

⁴¹ MERCADIER DE BÉLESTAT (Jean-Baptiste), « Mémoire sur l'accord du clavecin et sur le système de M. de Boisgelou », *Mémoires de l'Académie royale des sciences de Toulouse*, 1788, pages 143-144.

⁴² LOUET (Alexandre), *Instructions théoriques et pratiques sur l'accord du piano-forte*, chapitre VII « Formules pratiques pour la partition du piano », pages 37-44.

distinguant trois sortes de quintes progressivement élargies : « faible » de *sib* à *si* (voire même « très-faible » entre *la* et *ré*), « presque juste » pour *si-fa#* et *sib-mib*, et « à peu près juste » pour *fa#-ut#* et *ut#-sol#*. La procédure à partir d'*ut* est décrite avec moins de précision, en insistant davantage sur la qualité des accords majeurs obtenus : elle reste toutefois dans le même esprit, privilégiant les tonalités les plus proches d'*ut* par des quintes faibles produisant des tierces plus pures et répartissant la différence, avec des quintes de plus en plus grandes, sur les tons les moins usités.

Louet indique de nombreuses preuves, sous la forme d'accords parfaits majeurs suffisamment consonants pour être bien tolérés par l'oreille. La dernière quinte doit se trouver « supportable » et former, avec sa tierce, « un accord parfait majeur, passablement bon » si les opérations de partage de l'octave ont été effectuées de façon précise. Les quintes « faibles » ne vont pas jusqu'au mésotonique puisque Louet précise qu'elles forment des tierces « un peu fortes » ; elles sont toutefois plus affaiblies que dans le tempérament égal puisqu'elles imposent, en fin de cycle, des quintes quasi pures. D'une façon générale, cette partition, qui laisse une grande latitude dans sa réalisation, marque certes une évolution par rapport aux pratiques antérieures mais son auteur refuse encore un tempérament véritablement égal, n'hésitant pas à affirmer : « car en supposant qu'il fût possible, en le suivant, d'accorder le piano, il est évident qu'alors tous les intervalles seraient égaux entre eux : or, indépendamment d'une certaine monotonie dans la proportion des cordes principales des tons que cette égalité nécessite, et qu'il n'est pas indifférent d'éviter, je crois très utile, ainsi que je l'ai observé plus haut, de varier les altérations entre les treize termes ou les douze tons différents, de manière que ceux qui sont le plus en usage dans la musique soient le moins altérés

[...]. Ainsi nous procéderons par quintes, et par quintes différemment altérées pour former la partition du piano. En ayant seulement l'attention de faire successivement les épreuves nécessaires, pour que les tons même les moins favorisés, soient encore très supportables et d'une bonne harmonie⁴³. »

Le facteur parisien Armand-François-Nicolas Blanchet (1800) procède également en deux séries à partir de *la* : 1° six quintes en descendant produisent (*la*), *ré*, *sol*, *ut*, *fa*, *la#*, *ré#*, quintes pour lesquelles il précise « le son élevé sur RÉ, SOL, UT » ce qui, dans nos conventions actuelles de langage, correspond à une quinte raccourcie ; cinq quintes « faibles, c'est-à-dire diminuées » en montant : *la-mi*, *mi-si*, *si-fa#*, *fa#-ut#*, *ut#-sol#*. En fin de parcours, l'accord *sol#-si-ré#* fournit un indice de la qualité du travail accompli.

Bien que les indications données ne soient pas des plus explicites, cette procédure pourrait donner le sentiment d'une démarche tendant nettement vers un tempérament effectivement égal si l'auteur n'avait cru devoir préciser : « Il convient d'observer ici que dans les intervalles SI, UT, et MI, FA, il faut toujours avoir soin d'en rapprocher l'intonation, afin que la modulation en soit plus correcte et plus agréable⁴⁴ », ce qui revient à traiter différemment le demi-ton diatonique.

Dans cette période de transition, les auteurs cités restaient donc encore effrayés par des tierces majeures trop fortes : sans aller jusqu'au mésotonique, ils affaiblissaient un peu plus que dans le tempérament égal les huit ou dix premières quintes pour en optimiser les tierces et répartissaient le loup sur les quintes restantes correspondant aux tonalités les moins usitées.

⁴³ LOUET (Alexandre), *Instructions théoriques et pratiques sur l'accord du piano-forte*, pages 35-36.

⁴⁴ BLANCHET (Armand-François-Nicolas), *Méthode abrégée pour accorder le clavecin et le forte-piano*, pages 11-12.

4. Le tempérament égal au XIX^e siècle

Le développement des méthodes de calcul et les exigences harmoniques des compositeurs contribuèrent à répandre le tempérament égal au début du XIX^e siècle, d'abord pour le piano-forte qui avait définitivement supplanté le clavecin puis, plus progressivement, à l'orgue.

Au piano

Le général Pierre-Joseph Joubert de la Salette, brillant artilleur des campagnes de la Révolution mais piètre physicien, a proposé une « nouvelle manière d'accorder » par les quarts (1808) qui est l'une des plus belles erreurs de l'acoustique musicale, démentie par les calculs les plus élémentaires. Son but est de parvenir à une suite de douze demi-tons « exactement égaux entre eux ». Toutefois, il dénonce la méthode habituelle des quintes « affaiblies » comme approximative et il affirme qu'une quinte pure suivie d'une quarte pure réalisent une octave légèrement outrée :

Si on accorde sur un clavier *cg*, à la quinte juste, et qu'on accorde ensuite *gc*, à la quarte juste, l'octave *c* se trouvera un peu trop forte, ou un peu trop vers l'aigu.

Si, de même on accorde *cc*, à l'octave juste, et qu'on accorde aussi *cg*, à la quinte juste, le reste de l'octave ou la quarte *gc* se trouvera un peu trop faible et le son *c* un peu trop vers le grave, eu égard au son *g*.

Par une suite de ces deux expériences, si l'on accorde *cc*, à l'octave juste, et *cg*, à la quarte juste, la quinte *gc* se trouvera affaiblie, et le son *g* un peu trop vers le grave, par rapport au son *c*⁴⁵.

⁴⁵ JOUBERT DE LA SALETTE (Pierre-Joseph), *Lettre sur une nouvelle manière d'accorder les forte-pianos*, pages 15-16.

Joubert conclut : « En comparant cette quinte faible avec celle que je devais prendre pour accorder, suivant la série des quintes affaiblies, je m'aperçus qu'elle en approchait extrêmement ; ce qui me fit soupçonner que la quarte juste pourrait bien être le module propre à affaiblir également les douze quintes de l'accord du clavier⁴⁶. »

Quant à l'amusant et poétique *Art musical* du citoyen Tournatoris, facteur d'instruments, ses vers n'ont que le mérite d'être plaisamment tournés :

Que les quintes jamais ne soient trop renforcées.
Ce n'est qu'en modérant l'intervalle des sons
Que l'on peut à son gré briller sur tous les tons.
Que dans l'accord parfait aucune tierce dure
Ne fasse retentir une harmonie impure.
Quand une quinte est faible, avant de la monter,
Chacun de ses rapports doit vous le constater⁴⁷...

Plus sérieusement Godin, au début du XIX^e siècle, établit un schéma de partition sur deux octaves qui prescrit six quintes de *la* à *ré#* en montant et cinq en descendant de *la* à *sib*, le parcours étant vérifié par la quinte *sib-mib* – en fait le *ré#* obtenu en montant. Chaque quinte doit être faite « faiblement juste en la diminuant » et la démarche propose un grand nombre de vérifications : les quarts complémentaires des quintes dans l'octave doivent être fortes, les tierces grandes mais pas trop ; il faut que les octaves produisent des intervalles identiques et que les accords parfaits soient consonants. Avec ces quintes bien identiques et fort peu diminuées, le but poursuivi est in-

⁴⁶ JOUBERT DE LA SALETTE (Pierre-Joseph), *Lettre sur une nouvelle manière d'accorder les forte-pianos*, page 16.

⁴⁷ TOURNATORIS, *L'art musical relatif à l'accord du piano*, pages 6-7.

contestablement d'aboutir à un tempérament le plus égal possible dans toute l'étendue de l'instrument puisque, après avoir réalisé la partition sur tout le clavier, « on doit trouver la même justesse d'accord dans tous les tons »⁴⁸.

La méthode préconisée par Giorgio Armellino en 1834, quoique placée sous le patronage du *signor maestro Rossini* et adoptant une partition « donnée par le célèbre pianiste J. Hummel de Vienne, et dont presque tous les facteurs d'Allemagne se servent pour monter leurs pianos » marque une régression en proposant un cycle unique de douze quintes successives à partir de *la* et fortement déficient en vérifications : les quintes sont définies en descendant de manière à ce que la note inférieure soit réglée par une tension. Par ailleurs, si l'auteur recommande bien des quintes très légèrement affaiblies, il propose une méthode surprenante pour les réaliser, qui fait singulièrement écho aux propositions fantaisistes de Joubert de la Salette : en effet, pour établir la quinte *la-ré*, le *la* étant fixé par le diapason on accorde le *ré* juste ; « ensuite il faut forcer tant soit peu le *ré*, afin de lui donner ce tempérament », ce qui réduit d'autant la quinte ; la surprise vient de la vérification : « Pour que ce surplus de tension soit tel qu'il faut, le *la* inférieur doit donner avec le *ré* une quarte juste »⁴⁹ !

Claude Montal (1836) a fourni le meilleur ouvrage⁵⁰ même si son engouement militant pour le tempérament égal le conduit à des critiques bien partiales de ses prédécesseurs. Il prescrit une série de douze quintes descendantes faibles mais assorties

⁴⁸ GODIN, *Nouvelle méthode claire et facile pour accorder les forte-pianos*, pages 7-13.

⁴⁹ ARMELLINO (Giorgio), *Manuel simplifié de l'accordeur*, troisième partie « Manière pratique d'accorder », pages 28-35.

⁵⁰ MONTAL (Claude), *L'art d'accorder soi-même son piano*. Pour la partition, voir l'article neuvième « Partition et contre-partition », pages 49-60.

d'un grand nombre de vérifications avec les tierces et les accords parfaits. C'est incontestablement la meilleure méthode : la quinte étant préalablement agrandie, en tendant la corde on entend d'abord la quinte pure puis on peut l'affaiblir de la quantité voulue ; par ailleurs, l'accord tient mieux lorsqu'on le réalise en tendant les cordes.

On peut affirmer que, passé le premier tiers de ce siècle, tous les pianos français ont été accordés « au tempérament égal » ou du moins selon le tempérament « le plus égal ». Tout praticien sait en effet qu'il est impossible de régler à la perfection douze quintes strictement égales refermant le cycle sur une octave parfaite et que, même si un tel exploit pouvait être réalisé – au moins par les bienfaits du hasard, – il serait hautement improbable qu'il pût être ensuite réitéré sur d'autres instruments. En conséquence, il applique les recettes que lui permettent son savoir et son expérience et la propension la plus générale, consciente ou non, consiste à améliorer légèrement les premières tonalités. Aujourd'hui encore, tout pianiste est attaché à « son » accordeur, en fait celui qui lui donne la quantité d'inégalité – la quantité de couleur – souhaitée !

Dans la seconde moitié du XIX^e siècle, la littérature est, paradoxalement, très fantasque.

Napoléon Fourneaux (1854) alterne des quintes et des quartes :

PARTITION est, chez les facteurs d'orgues et de piano, une règle pour accorder l'instrument, en commençant par une corde ou tuyau de chaque touche, dans l'étendue d'une octave ou un peu plus, prise sur le milieu du clavier, et sur cette octave ou *partition* l'on accorde ensuite tout le reste. Voici comment on s'y prend pour former la *partition* :

Après avoir accordé sur le diapason le quatrième *la* de l'orgue ou du piano, compté du grave à l'aigu, vous descendez à l'*ut*, qui se trouve immédiatement au-dessous, et vous mettez cette note en rapport avec ce *la*, sa sixte majeure. Vous partez ensuite de l'*ut*, sur lequel vous accordez le *sol*, quinte aiguë de cet *ut*. Du *sol* vous descendez sur le *ré*, quarte du même *sol*. De *ré* vous montez au *la*, quinte aiguë du même *ré*. Du *la* vous descendez sur le *mi*, quarte de ce *la*, et ainsi de suite : *mi si, si fa dièse, fa dièse ut dièse, ut dièse sol dièse (la bémol), la bémol mi bémol, mi bémol si bémol, si bémol fa bécarre, fa ut bécarre* ; après avoir accordé cet *ut*, vous le faites sonner avec son octave basse, qui est votre point de départ : s'il est parfaitement d'accord avec elle, la *partition* est bonne, et vous accordez le reste du clavier par octaves en montant et en descendant.

On voit que la *partition* n'est qu'une suite de quintes auxquelles les quartes intermédiaires servent de point d'appui. Si l'on faisait toutes ces quintes justes, il y aurait surabondance, et les octaves seraient trop élevées ; il faut donc y remédier par le tempérament, en affaiblissant tant soit peu les trois ou quatre premières quintes⁵¹.

Dans son *Traité théorique et pratique de l'accord* (1867), il développe une suite de quintes également tempérées dans l'ordre *la – ré – octavier – sol – ut – octavier – fa – SI – octavier – etc.* On notera que, lors de l'accord d'une quinte, le réglage concerne la note grave : sur le piano, cette manipulation se réalise donc en tendant la corde après avoir obtenu la quinte pure⁵².

⁵¹ FOURNEAUX (J.-B. Napoléon), *Petit traité de l'orgue expressif contenant l'histoire de cet instrument*, pages 83-84.

⁵² FOURNEAUX (J.-B. Napoléon), *Traité théorique et pratique de l'accord des instruments à sons fixes, l'harmonium, l'orgue à tuyaux et le piano*,

Émile Caspers (1866) revient à douze quintes consécutives ascendantes, chacune devant être « accordée faible ou tempérée », avec preuves sur les tierces⁵³ et Severino Bruni (1878)⁵⁴, en dépit de considérations acoustiques longuement développées, ne fait pas mieux !

Quant à la *Méthode pour accorder les orgues à tuyaux au tempérament égal* d'Auguste Guillemin, qui a le mérite de reposer sur un décompte précis des vibrations, son peu de succès vient de ce qu'elle proposait de tempérer les octaves autant que les quintes : « Si donc nous avons réussi là où Rameau a échoué c'est que nous avons *rejeté le préjugé des octaves justes*, et avons donné à nos octaves la même fausseté qu'à nos quintes⁵⁵ ».

Par ailleurs, différents dispositifs ont été imaginés afin d'aider l'accordeur professionnel – et surtout l'amateur – à réaliser un tempérament parfaitement égal sur le piano.

Il existe bien une méthode assurée pour parvenir à un tempérament parfaitement égal : découverte par Kirnberger⁵⁶, elle fut connue en France grâce aux *Remarques sur le tempérament en musique par Mr. Lambert*⁵⁷ et repose sur la constatation que

contenant une théorie complète du tempérament musical et des battements. Voir la troisième partie « Du tempérament pratique, ou partition et accord des instruments à sons fixes », chapitre premier, pages 175 sq.

⁵³ CASPERS (Émile), *L'Accord du piano mis à la portée de tout le monde*, chapitre III « De la partition », pages 19-21, et planches.

⁵⁴ BRUNI (Severino), *Méthode pour accorder les pianos*, chapitre XI « Spécialité de l'intonation des notes et de l'art d'accorder », pages 42-47.

⁵⁵ GUILLEMIN (Auguste), *Méthode pour accorder les orgues à tuyaux au tempérament égal*, page 4. En note, il précise : « nos octaves et nos quintes ont la même fausseté, parce que leur différence est une quarte juste ».

⁵⁶ Exposée dans la dernière livraison de son *Die kunst des reinen Satzes*, en 1779.

⁵⁷ LAMBERT (J.-H.), « Remarques sur le tempérament en musique », XV, pages 63-65.

sept quintes plus une tierce majeure pures, ramenées dans l'octave de départ, aboutissent à une quarte augmentée d'un douzième de comma pythagorien. Mais sa réalisation, quoique théoriquement facile puisque n'utilisant que des intervalles purs, est toutefois très longue, car il faut à chaque fois régler sept quintes et une tierce pures pour obtenir une nouvelle note ! Elle nécessite par ailleurs un instrument à deux claviers : l'un pour établir les intervalles de transition et l'autre pour sauvegarder les notes ainsi obtenues. Cette méthode ne fut donc jamais utilisée dans la pratique, et je pense qu'il n'y a guère d'accordeurs qui aient eu le temps et la patience de la développer entièrement pour former une octave complète.

Le monocorde étant, depuis l'Antiquité, l'outil de mesure par excellence, il n'est pas étonnant qu'il ait été utilisé en premier, et ce d'autant plus que l'échelle des nombres simplifiés de Mersenne, par exemple, permet d'y porter facilement les divisions d'une octave. Ce monocorde pouvait être incorporé à l'instrument : des marques au crayon tracées sur la table d'harmonie ou sur une règle placée sous la corde du premier *ut* permettaient de positionner un petit chevalet mobile qui donnait les différents degrés de la partition.

Pour plus de facilité, Roller et Blanchet proposèrent vers 1827 leur *chromamètre* :

Cet instrument est un monocorde vertical qui résonne au moyen d'un marteau placé intérieurement, et qu'on fait mouvoir par une touche semblable à celle du piano. Sa longueur totale est de 30 pouces ; sa plus grande largeur est de 4 pouces 10 lignes, et son épaisseur de 23 lignes. Son manche est garni d'une lame de cuivre divisée en 12 degrés ou crans, qui portent, comme le sommier des chevilles du piano, les initiales C, C#, D, D#, E, F, F#, G, G#, A, A#, et B. La corde est attachée à une

cheville par l'extrémité supérieure ; par l'autre, elle tient à un crochet monté sur un pas de vis qu'une molette facile à tourner fait monter ou descendre ; et à l'aide de laquelle on baisse ou on élève le diapason d'aussi peu que l'on veut, sans erreur ou sans secousse. Un chevalet à ressort qui se fixe à volonté sur chacun des degrés modifie l'intonation, et selon qu'il est placé sur C, sur C#, ou sur D, donne *ut*, *ut#* ou *ré*, et ainsi de suite, en sorte qu'il suffit d'accorder les mêmes notes à l'unisson sur le piano en continuant jusqu'à B ou *si* ; il ne reste plus après cela qu'à accorder à l'octave chacune de ces notes jusqu'aux deux extrémités du clavier. Le dos du chromamètre est disposé de manière qu'il s'adapte à tous les pianos à la hauteur du clavier, afin qu'on puisse toucher à la fois la note de cet instrument et celle du piano qu'on veut accorder à l'unisson⁵⁸.

Ce dispositif présentait toutefois plusieurs inconvénients signalés par Montal : « Cet instrument avait le son faible et peu vibrant, de sorte que le son du piano le couvrait et les unissons devenaient difficiles à saisir ; mais un inconvénient plus grave résultait de ce que le marteau, frappant toujours la même corde pour accorder les douze unissons du clavier, la faisait baisser ; de plus, le chevalet, qu'on était obligé de déplacer pour chaque demi-ton, occasionnait sur la corde des frottements qui la faisaient encore baisser, de sorte que les intonations de chaque unisson se trouvaient trop basses au fur et à mesure qu'on arrivait vers l'aigu et donnaient alors une mauvaise partition⁵⁹. »

D'autres praticiens vendaient des séries de douze diapasons définissant les degrés stricts du tempérament égal : mais, outre que le son des diapasons est de peu d'intensité et de courte

⁵⁸ *Revue musicale publiée par M. F. J. Fétis*, première année, tome I. Paris, au Bureau du journal, 1827, pages 19-20.

⁵⁹ MONTAL (Claude), *L'art d'accorder soi-même son piano*, page XIII.

durée, ces outils métalliques varient avec les changements de température et imposent une seule fréquence de départ.

On notera que le *diapasonrama* proposé par Matrot à l'exposition de 1827, formé de seize diapasons – douze pour l'octave du piano plus quatre autres pour l'accord de la harpe, – ne suivait pas un tempérament exactement égal : « En musique, le calcul mathématique ne suffit pas, il faut que ce calcul soit sanctionné par l'oreille qui guide et juge en dernier ressort. À l'époque où la musique était moins savante, on se contentait de bien accorder les instruments à sons fixes sur quatre tons principaux, savoir : *ut, sol, ré* et *la*. Les autres tons étaient négligés, parce que l'on ne s'en servait presque jamais ; on pouvait alors sans beaucoup d'inconvénients employer le tempérament égal, c'est-à-dire diviser les tons par demi-tons égaux : mais aujourd'hui que l'on module indistinctement sur tous les tons, il est devenu nécessaire et même indispensable de se servir d'un système inégal réparti sur la partition, afin d'accorder de manière à ce qu'il n'y ait rien de dur à l'oreille⁶⁰. »

L'inventif facteur d'harmoniums Napoléon Fourneaux fils proposa, pour le piano, un « métrophone », sorte de guide-chant avec soufflerie mue manuellement et dont les anches libres avaient été réglées avec la plus grande précision pour produire un tempérament strictement égal⁶¹.

À l'orgue

Le mésotonique recommandé par dom Bedos dans le dernier quart du XVIII^e siècle paraissait déjà archaïque au début du

⁶⁰ *Diapasonrama. Exposition de 1827*, pages 2-3.

⁶¹ FOURNEAUX (Napoléon), *Traité théorique et pratique de l'accord des instruments à sons fixes*. La III^e partie traite de l'accord pratique de l'harmonium, de l'orgue à tuyaux et du piano.

siècle suivant. Il était encore probablement pratiqué sur les petits positifs des campagnes, essentiellement dévolus à l'accompagnement du chant liturgique. Sur les plus grands instruments, les organistes interprétaient un répertoire récent, improvisaient et modulaient : les facteurs recouraient de préférence à des formules inspirées du « tempérament ordinaire », offrant, dans les tons les plus usités, de belles consonances pour les riches pleins-jeux et permettant l'accès à de nouvelles tonalités. Les projets, devis ou procès-verbaux de réception, toujours prolixes sur la composition des plans sonores, la mécanique et la soufflerie, sont toutefois généralement muets sur la partition⁶².

La maison Cavallé-Coll traita son *poikilorgue* (1834) avec un tempérament à huit ou onze quintes de l'ordre du septième de comma syntonique⁶³ ; et, d'après Hamel, dans un rapport du 23 août 1848, c'est encore un tempérament légèrement inégal qu'Aristide Cavallé-Coll fit pour la cathédrale de Quimper.

Vers le milieu du siècle, deux publications majeures, les ouvrages de Regnier (1846, publié en 1850) et Hamel (1849), apportent quelques lumières.

L'abbé Joseph Regnier, disciple pour la facture de dom Bedos et de Hamel, critique à la fois les deux partitions, la mésotonique et l'égale, en faisant ressortir leurs inconvénients respectifs. Pour décrire les pratiques du milieu du siècle, il indique : « Les facteurs les plus renommés de nos jours ont trouvé un juste milieu entre ces deux extrêmes, quoique chacun de leurs accordeurs varie dans la répartition de l'affaiblissement des quintes ; mais ils ne donnent pas leur secret. Il reste établi qu'il

⁶² C'est encore bien vrai de nos jours et dans tous les ouvrages relatifs à l'orgue le chapitre de la partition – quand il y en a un ! – est limité à quelques lignes ou à une ou deux pages.

⁶³ Pour cet instrument et son expertise acoustique, voir l'annexe.

y a autant de partitions que de manière de diviser les demi-tons de la gamme, et qu'une fois que la partition est faite, c'est-à-dire que l'on a réparti sur un point du clavier (ordinairement sur le *médium*), les divers intervalles de la gamme chromatique, de manière à pouvoir y frapper des accords justes dans tous les tons, il n'y a plus qu'à accorder entre elles toutes les octaves du clavier, [...] ⁶⁴. »

Marie-Pierre Hamel ⁶⁵, pour former douze demi-tons égaux avec douze quintes à partir d'*ut*, proposait de partager d'abord l'octave en trois tierces majeures, « de manière à ce qu'elles fassent autant de battements l'une que l'autre »... ce qui aboutit obligatoirement à un tempérament inégal (1^e tierce > 2^e tierce > 3^e tierce) ! En développant cette méthode, pratiquée par des facteurs pour fournir un tempérament supposé égal, le bon magistrat s'est fourvoyé... et, auréolé de son autorité et de l'importance de son manuel, a propagé cette erreur auprès de nombreux facteurs qui, de bonne foi, ont appliqué cette recette pendant des décennies !

Ainsi donc, dans la première moitié du XIX^e siècle, chaque artisan avait ses propres recettes d'accord, gardées secrètes, intermédiaires entre les formules françaises du siècle précédent et le tempérament véritablement égal. La distinction entre les tonalités usuelles et les moins usitées, la présence de jeux de mutations simples et de grands pleins-jeux, un répertoire ayant conservé des aspects Ancien Régime conduisaient à un accord avec une première tierce obtenue par quatre quintes assez tem-

⁶⁴ REGNIER (Joseph), *L'orgue, sa connaissance, son administration et son jeu*. Dans la Préface, l'auteur indique que son ouvrage avait été écrit et annoncé en 1846. Cf. l'Étude quarante-neuvième, « Accorder l'orgue », pages 292-304.

⁶⁵ HAMEL (Marie-Pierre), « Complément à l'ouvrage de dom Bedos » (1849), *Nouveau manuel complet du facteur d'orgues*, chapitre XXXIII « De l'accord de l'orgue », pages 351-356.

pérées, une seconde un peu plus grande et la dernière à quintes éventuellement pures.

Les facteurs ressentirent très vite le besoin d'affiner ces pratiques trop empiriques. Hamel recommande, dans son *Complément* ⁶⁶, de recourir à des aides : « Pour obvier à tous les inconvénients, on a imaginé des instruments sur lesquels la partition se trouve toute faite d'une manière très exacte ; et, par leur emploi, on n'a plus que des unissons ou des octaves à accorder ».

Dans son chapitre sur l'accord de l'orgue, il décrit sommairement le tempérament égal et sa réalisation manuelle. Il consacre la majeure partie du chapitre aux systèmes étalonnés : il cite rapidement les séries de diapasons ; il développe un peu plus la présentation du chromamètre de Roller, pour lequel il donne dans un tableau les mesures permettant de graver la plaque de cuivre disposée sur le manche de l'appareil ; il donne également deux méthodes de tracé du monocorde égal, l'une avec le compas de proportion et l'autre avec un compas habituel.

Enfin, il préconise tout particulièrement le système *Métroton* mis au point par Jean-Nicolas Jeanpierre ⁶⁷. Ce facteur, fort de son expérience quotidienne, était bien qualifié pour évaluer les partitions de l'époque : « Que l'on fasse quatre partitions de suite sur quatre jeux différents, il y a cent contre un à parier que, de ces quatre partitions, il n'y en aura pas trois parfaitement d'accord entre elles ⁶⁸. » Cet appareil est un peu complexe mais, fort astucieux, il a le grand mérite de fournir

⁶⁶ HAMEL (Marie-Pierre), *op. cit.*, chapitre XXXIII « De l'accord de l'orgue », page 352.

⁶⁷ Jean-Nicolas JEANPIERRE (né en 1811) était horloger à Nompatelize (Vosges) lorsqu'il s'établit facteur d'orgues.

⁶⁸ Cité par REGNIER (Joseph), *op. cit.*, page 295.

des sons de même nature et intensité que ceux de l'orgue : un tuyau carré en cuivre est fermé par un tampon mobile fixé sur une vis et que l'on déplace en tournant une manivelle ; quatre petits soufflets mus par un moteur à ressort gonflent un soufflet réservoir qui alimente le tuyau en air ; différents cadrans permettent de contrôler la pression du vent et le degré d'enfoncement du tampon ; une table donne les réglages à effectuer pour obtenir les différents degrés au tempérament égal.

Napoléon Fourneaux (1867) pratiquait, comme les facteurs les plus consciencieux, une méthode très méticuleuse : il calculait d'abord, à partir du la_4 à 870 vibrations par seconde, le nombre de battements à la minute de chaque quinte de la partition, puis il les réalisait en vérifiant le nombre des battements avec un métronome réglé sur cette même vitesse⁶⁹. En fin de parcours, différentes « partitions preuves » offraient une vérification du travail accompli. Le *métrophone*, qu'il avait proposé pour le piano, pouvait également convenir pour établir une partition parfaitement égale⁷⁰ à l'orgue.

La correspondance d'Aristide Cavallé-Coll et ses œuvres théoriques sont bien muettes sur le chapitre du tempérament. Tout au plus y parle-t-on de diapason. Habile acousticien, Cavallé-Coll avait les connaissances théoriques et expérimentales lui permettant de calculer des fréquences et de mesurer avec grande précision la fréquence d'un son.

L'orgue romantique du milieu du XIX^e siècle a peu à peu cédé la place à l'orgue symphonique de la III^e République : multipli-

cation des jeux de huit pieds, disparition des mutations simples et composées, expressivité de volume développant un *crescendo* de tout l'instrument avec mélange des fonds et des anches.

C'est essentiellement à partir de 1870 que le tempérament égal – ou le plus fortement égal – s'est imposé à tous les orgues, aidé en cela notamment par la disparition des mixtures et l'accès de l'instrument à un statut orchestral. Par ailleurs, les facteurs étaient mieux instruits des calculs acoustiques et la montre de poche leur permettait un travail plus précis.

5. Le tempérament égal au XX^e siècle

La célèbre *Encyclopédie de la musique* d'Albert Lavignac ne connaît que le tempérament égal pour les instruments à clavier.

Dans son article sur l'orgue (1925), le facteur Charles Mutin traite très rapidement de la partition sur le prestant et propose à partir de *la* une suite de quintes en descendant jusqu'à *mib* et une suite en montant jusqu'à *sol#*, le *ré#* final attendu devant correspondre au *mib* précédemment accordé : il recherche incontestablement le tempérament le plus égal possible en parlant d'intervalles « altérés d'une façon bien proportionnelle, dans le sens voulu et de la quantité convenable⁷¹ », mais sans donner d'indications bien objectives...

Le même tempérament est proposé par le facteur Blondel pour le piano : il propose deux méthodes, l'une en réalisant douze quintes tempérées à la suite à partir de *la* et l'autre en alternant quintes et quarts avec vérifications sur les tierces et

⁶⁹ Le décompte des battements est encore utilisé de nos jours, en général sur dix secondes et avec un chronomètre bien précis, par les facteurs d'orgues habiles qui refusent l'utilisation – plus triviale et moins poétique, quoique parfois bien pratique – de l'accordeur électronique.

⁷⁰ FOURNEAUX (Napoléon), *op. cit.*, III^e partie.

⁷¹ LAVIGNAC (Albert) et LA LAURENCIE (Lionel de), *Encyclopédie de la musique et Dictionnaire du Conservatoire*, deuxième partie « Technique, esthétique, pédagogie », volume II « Technique vocale et instrumentale », article « Orgue » pages 1050-1124, daté à la fin « 1925 » ; le texte cité est pris à la page 1120, colonne 1.

les sixtes qui doivent avoir « des battements précipités »... mais son exposé reste fort vague⁷²...

Au milieu du siècle, Otto Funke propose pour le piano un parcours des quintes *la – mi – si – fa# – do# – sol# – etc.* avec quelques vérifications sur les tierces majeures (*la – fa#, la – do#*) ou les accords parfaits majeurs (*mi – sol# – si*)⁷³. La partition est donc toujours réalisée selon le cycle des quintes, ou en alternant quintes tempérées et quarts pures.

Ce n'est que dans le dernier quart de ce siècle qu'est apparue une méthode toute différente, prônant un accord par les sixtes. On en trouve l'indication chez Arthur Reblitz :

Beaucoup d'anciens accordeurs, d'anciens manuels d'accord et la première édition de cet ouvrage ont enseigné la « partition en quarts et quintes ». Selon cette méthode, on accorde les quarts et les quintes, intervalles lents, et l'on contrôle la progression des rapidités grâce aux tierces et sixtes, intervalles rapides. Quand les tierces et les sixtes ne sonnent pas bien, on revient en arrière et l'on corrige les quarts et les quintes jusqu'à équilibrer la justesse de l'ensemble.

Depuis la première édition de ce livre, publié au milieu des années 1970, plusieurs excellents professeurs d'accord ont encouragé l'usage de la partition basée sur l'accord et le contrôle des tierces et des sixtes, car la plupart des débutants les entendent plus facilement. On n'accorde pas les quarts et quintes. On vérifie seulement leur rapidité au cours de l'accord de la partition, et l'on s'assure de leur justesse⁷⁴.

⁷² LAVIGNAC (Albert) et LA LAURENCIE (Lionel de), *Encyclopédie de la musique et Dictionnaire du Conservatoire*, deuxième partie « Technique, esthétique, pédagogie », volume III « Technique instrumentale », article « Le piano et sa facture » pages 2061-2072, rubrique « Comment on accorde un piano », pages 2071-2072.

⁷³ FUNKE (Otto), *Le piano, son entretien et son accord*.

⁷⁴ REBLITZ (Arthur A.), *Le Piano. Entretien, accord et restauration*, tra-

L'auteur décrit ensuite plus particulièrement deux méthodes pour illustrer cette nouvelle pratique : la *Partition fa-fa Defebaugh* et la *Partition fa-la Potter*.

On mentionnera également que cet excellent ouvrage, remarquablement traduit en français, termine son chapitre VI « Théorie et terminologie de l'accord » par cette observation d'une grande finesse : « Ainsi, le tempérament égal d'un piano ne peut être défini par un tableau de fréquences ou de rapidités spécifiques. Accorder un piano en tempérament égal signifie seulement : "Accorder la partition de façon qu'elle sonne de manière aussi égale et régulière que possible, en fonction de l'inharmonicité propre à ce piano"⁷⁵. »

Quoi qu'il en soit, le Pr Émile Leipp (1913-1986), le principal théoricien français de l'acoustique musicale en France au xx^e siècle, a eu plusieurs fois l'occasion de rappeler, notamment au cours des réunions du Groupe d'acoustique musicale de l'université Paris VI dont il fut le fondateur, que le tempérament égal est plus une utopie qu'une réalité : « Il faudrait peut-être préciser que les accordeurs de piano n'accordent en fait pas du tout tempéré. J'ai fait beaucoup de relevés : il y a des écarts jusqu'à un demi-ton dans le grave et dans le suraigu : on touche ici un problème de perception de la hauteur⁷⁶. »

Ces écarts ont été attribués par Serge Cordier à la « méthode Pleyel⁷⁷ » à partir de laquelle il a développé son *Tempérament*

duction de Marc VALDEYRON. Voir plus particulièrement le chapitre VII « Pratique de l'accord », pages 231 sq. Le texte cité se trouve à la page 238.

⁷⁵ REBLITZ (Arthur A.), *op. cit.*, traduction de Marc VALDEYRON, page 229.

⁷⁶ Voir LEGROS (Henri), « Le Tempérament », *Bulletin du GAM*, n° 61, mai 1972, « Discussion », page 25.

⁷⁷ CORDIER (Serge), « L'accordage des instruments à clavier », *Bulletin du GAM*, n° 75, novembre 1974, page 16 « La méthode Pleyel » : « Cette méthode m'a été transmise par M. Simon Debonne, organiste, premier accordeur d'une grande maison de Paris, actuellement en retraite, qui la tenait lui-même par tradition orale, selon l'usage, d'autres accordeurs ».

égal à quintes justes qui, dans son principe, a pour but de rendre la somme de douze quintes égale à celle de sept octaves en agrandissant chaque octave d'un septième de comma pythagoricien.

Quant à l'orgue, les facteurs reviennent volontiers aux formules des XVII^e et XVIII^e siècles – mais en évitant généralement le loup – lorsqu'il s'agit d'instruments historiques ou destinés à un répertoire ancien.

Aujourd'hui le tempérament à douze quintes diminuées de façon strictement égale est souvent obtenu avec l'aide d'appareils électroniques.

Que conclure ?

Le tempérament égal a été proposé, au début du XVIII^e siècle, comme un modèle : modèle de perfection pour le théoricien ; modèle de simplicité pour le facteur ; modèle de pragmatisme pour le mélange des instruments dans un ensemble.

Dans leur travail quotidien, les accordeurs, formés sur le tas, avaient une pratique essentiellement empirique – quelle que soit la méthode effectivement utilisée, se réduisant toujours à des successions de quintes avec preuve en fin de parcours : régler une quinte pure et la diminuer imperceptiblement était tout l'art du professionnel.

Aujourd'hui, sachant que l'égalité parfaite ne peut être aisément atteinte et qu'elle conduit à un affadissement des tonalités, le tempérament égal est plus un fantasme qu'une réalité : les incompréhensions et les querelles stériles qu'il génère en sont le meilleur indice !

Dans la pratique, « le tempérament égal est d'un usage général pour les claviers depuis plus d'un siècle du moins en prin-

cipe, car en réalité de petites inégalités s'introduisent souvent dans sa réalisation⁷⁸ ». Ceci est essentiellement vrai pour le piano car, dès le début des années soixante-dix, les facteurs d'orgues ont commencé à revenir aux tempéraments non égaux des siècles précédents. Il faut en effet prendre en compte que l'orgue est un instrument à son continu, qui doit s'adapter à la grandeur et aux conditions acoustiques de l'édifice dans lequel il est établi : « Tout le monde sait qu'un orgue légèrement discordé sonne beaucoup mieux (et aussi plus fort) que s'il est très juste : les sons résultants lui donnent de l'ampleur. Trop juste, l'orgue devient dur et sec, il perd une partie de sa richesse, peut-être aussi à cause des entraînements qui se produisent à l'intérieur de l'instrument perd-il une partie de son intensité [...] le tempérament égal absolu est rarement à conseiller dans les orgues : l'instrument sonne très inamical et dur.⁷⁹ »

Puisqu'il est généralement admis que le meilleur tempérament égal est celui « qui n'est pas tout à fait égal », il convient donc D'ACCEPTER cette inégalité, non pour revenir à des pratiques anciennes dont les limites sont aujourd'hui bien connues, mais pour mieux DÉFINIR L'INÉGALITÉ que l'on peut admettre dans le tempérament.

⁷⁸ LEGROS (Henri), « Le tempérament », *Bulletin du Groupe d'acoustique musicale* de l'université Paris VI, n° 61, mai 1972, page 15.

⁷⁹ LHÔTE (Georges), « Remarques d'un facteur d'orgues sur l'accord des orgues », *Bulletin du Groupe d'acoustique musicale* de l'université Paris VI, n° 76, décembre 1974. Ces remarques sont d'autant plus intéressantes qu'elles proviennent d'un facteur quotidiennement confronté à la pratique.

Chapitre II

PAR-DELÀ LA PROBLÉMATIQUE INÉGAL-ÉGAL

L'expression « tempérament inégal » est récente et n'a été forgée que par rapport à celle de « tempérament égal » pour opposer différentes pratiques. En fait, toutes ces appellations sont très inadéquates : 1° parler « du » tempérament inégal est une erreur historique puisque les siècles précédents ont connu des dizaines de formules d'accord différentes ; 2° le mésotonique pur du quart de comma syntonique, par exemple, avec onze quintes identiquement réduites au vu de preuves acoustiques assurées, est bien plus égal – au moins sur ces onze quintes – que le tempérament dit « égal », dont a vu qu'il ne l'a à peu près jamais été ; 3° l'expression « tempérament égal » ne désigne qu'un modèle théorique de division duodénaire de l'octave qui, dans la réalité de la pratique quotidienne des musiciens et accordeurs, a connu de nombreux accommodements et n'a guère été réalisé avec quelque rigueur et contrôle avant la fin du XIX^e siècle, si bien qu'il a existé une infinité de tempéraments égaux, tous aussi « égaux » les uns que les autres dans leur inégalité ; 4° enfin, ces termes ne sont pas dénués d'une connotation quasiment morale, « inégal » semblant suggérer une idée d'imperfection tandis que « égal » incarnerait la perfection.

Aujourd'hui, les acousticiens préfèrent parler de « tempérament régulier » pour désigner une formule de division de l'oc-

tave dans laquelle les douze quintes – ou au moins onze – sont identiques et de « tempérament irrégulier » quand les valeurs des différentes quintes varient.

Une des difficultés à comprendre l'univers des pratiques est qu'il n'en existe aucune typologie satisfaisante. La classification la plus généralement utilisée, est celle de James Murray Barbour, qui a ainsi divisé son ouvrage⁸⁰ :

CHAPTER III – *Meantone temperament.*

Mésotonique pur du quart de comma syntonique, et mésotoniques dérivés.

CHAPTER IV – *Equal temperament.*

Tempérament égal.

CHAPTER V – *Just intonation.*

Systèmes de douze notes avec quintes et tierces majeures pures (gammes naturelles).

CHAPTER VI – *Multiple division.*

Multiplication du nombre de touches pour multiplier les intervalles purs.

CHAPTER VII – *Irregular systems.*

Les quintes sont de diverses valeurs (RAMEAU, SCHLICK, WERCKMEISTER...).

Cet arrangement est attaché à une évolution historique ou à quelques qualités formelles ; il ne recherche pas une classification scientifique établie sur des critères systématiques et relève davantage d'un souci pédagogique destiné à clarifier l'exposé.

Il reste donc à établir une véritable taxonomie⁸¹ des systèmes d'accord et celle que j'ai proposée a l'avantage de la simplicité,

⁸⁰ BARBOUR (James Murray), *Tuning and temperament, an historical survey.*

⁸¹ Le terme « taxonomie » désigne à la fois la science de la classification des êtres vivants aussi bien que toute classification particulière. « Taxino-

en même temps qu'elle fait bien apparaître les choix techniques de réalisation.

Les théoriciens occidentaux ont décrit une échelle musicale d'abord limitée à quelques degrés puis progressivement étendue jusqu'à douze intervalles partageant l'octave selon le modèle actuel de la gamme chromatique générée par le cycle des quintes : *ut sol ré la mi si fa# ut# sol# ré# la# mi#.*

En des siècles où il n'existait aucun moyen de mesure, savants et facteurs ne pouvaient se référer qu'aux intervalles acoustiquement purs, les seuls réalisables sans ambiguïté. Le premier intervalle reconnu pur, l'octave, n'est d'aucun secours puisqu'il ne fait que dupliquer une même note. En revanche, la quinte, qui est particulièrement sensible à l'oreille humaine et offre, à chaque réplique, des degrés nouveaux (*ut... sol... ré... la... etc.*), est l'intervalle qui a été utilisé pour imaginer de nouvelles échelles musicales et les appliquer concrètement.

La quinte de référence est acoustiquement pure et ne génère aucun battement. Les premiers instruments occidentaux à sons fixes à peu près connus – les orgues du Moyen Âge – ont donc été accordés selon une gamme totalement pythagoricienne, avec cinq quintes pures générant les degrés de la gamme diatonique, ce qui ne présentait aucun inconvénient à une époque où les claviers étaient peu étendus – moins de deux octaves –

mie » serait étymologiquement plus correct : du grec *τάξις*, « mise en ordre, arrangement », et *νομός*, « loi »). Le terme original « taxonomie » a été créé par le botaniste suisse Augustin Pyrame de CANDOLLE (1778-1841) dans sa *Théorie élémentaire de la botanique* (1813) pour désigner « la théorie des classifications », « la recherche des lois régulières et de leur explication rationnelle ». Réservé, au départ, aux sciences biologiques, le terme apparaît aujourd'hui dans d'autres domaines : par exemple, le mathématicien Jean-Pierre BENZECRI l'a appliqué à des méthodes de calcul destinées à identifier des groupes homogènes dans un ensemble de données disparates. Le terme « taxonomie » désigne ainsi, par extension, tout ce qui concerne la construction de systèmes de regroupement et de classification d'objets.

et la musique très peu polyphonique. L'orgue médiéval a été doté du *sib* et du *mib* au XIII^e siècle, puis du *fa#* et du *sol#* au début du siècle suivant. L'orgue de Norrlanda, construit à la fin du XIV^e siècle, le mieux conservé de cette période, possédait un manuel d'une octave et une sixte totalement chromatique avec douze touches par octave.

De tels instruments étaient fort limités. Les progrès de la facture et les exigences de la polyphonie ont conduit au développement des tessitures et à l'enrichissement des gammes. L'impossibilité de refermer le cycle des quintes sur une octave pure a conduit les chercheurs à imaginer des moyens pour résoudre cette difficulté.

La principale voie explorée – et la plus logique – a donc consisté à rechercher des aménagements de cet intervalle de quinte. Déjà au XV^e siècle, il était bien connu que l'oreille humaine tolérât que la quinte puisse être plus ou moins agrandie ou, au contraire, diminuée. Théoriciens, musiciens et facteurs ont donc largement exploité cette particularité et un examen attentif de la littérature spécialisée relative à la gamme à douze sons permettrait ainsi d'en identifier des centaines, toutes différentes selon la valeur précise que l'on donne à chaque quinte successivement.

Afin de mieux faire ressortir l'homogénéité des échelles musicales, j'ai établi⁸² que toutes les gammes duodénaïres peuvent être classifiées en n'utilisant que deux critères : le traitement des trois tierces majeures formant l'octave et la présence ou l'absence d'un loup.

L'acoustique musicale distingue essentiellement deux tierces

⁸² AMANN (Dominique), *Gammes, Accords, Tempéraments*, « Annexe 5 : Taxonomie des systèmes duodénaïres », pages 151-155 et *passim*.

majeures : une « petite tierce », naturelle ou pure ; et la « grande tierce » pythagoricienne.

Construire une échelle duodénaire renfermée dans un intervalle d'octave revient à juxtaposer trois tierces majeures (*ut-mi*, *mi-sol#*, *sol#-ut*) de façon à ce qu'elles forment une octave juste. Le problème est que trois tierces majeures ne forment jamais une octave pure : trois tierces pythagoriciennes excèdent l'octave d'un comma pythagoricien (cp) et, avec trois tierces pures, il manque un comma enharmonique (ce) !

tierce pyth. 81/64	tierce pyth. 81/64	tierce pyth. 81/64		
octave 2/1				cp
tierce pure 5/4	tierce pure 5/4	tierce pure 5/4	ce	cp

Il faut donc regrouper trois tierces de tailles différentes pour aboutir à une octave parfaite et leur « ajustement » a, historiquement, été réalisé selon le schéma général suivant :

– en ce qui concerne les deux premières tierces, les extrêmes sont deux tierces pures (petites) ou deux tierces pythagoriciennes (grandes), pratiques que j'ai nommées respectivement « stratégie tierces majeures faibles » et « stratégie tierces majeures fortes » ;

– la clôture de l'octave par la troisième tierce connaît également deux extrêmes : tout imputer sur une seule quinte très sacrifiée, formant un loup et restreignant le champ tonal, ou bien répartir sur plusieurs de façon à ce qu'elles restent peu éloignées de la pureté et laissent toutes les tonalités – ou presque toutes – praticables.

La taxonomie ainsi construite sur deux facteurs binaires regroupe donc toutes les échelles en quatre catégories : deux premières tierces faibles ou fortes et, dans chacun de ces deux cas, fermeture de l'octave avec ou sans loup.

La stratégie des tierces majeures faibles, – inspirée par le désir d’obtenir « un maximum » d’intervalles purs dans les premières tonalités, les plus usitées, quitte à devoir se priver, à la fin du cycle, de quelques tonalités devenues inutilisables, – a été réalisée essentiellement de deux manières :

– dans les gammes naturelles où les deux premières tierces, obtenues chacune en alignant trois quintes pures et une réduite du comma syntonique, sont pures, il reste un intervalle très important à combler, celui du comma enharmonique ; et même avec trois quintes pures, il subsiste encore un loup ;

– avec le mésotonique, les deux premières tierces sont pures car obtenues avec quatre quintes réduites du quart de comma syntonique ; le mésotonique pur du quart de comma syntonique (Aaron, 1523 ; Zarlino, 1571) poursuit avec encore trois quintes identiques afin de maximiser le nombre d’intervalles purs, tandis que des musiciens français comme Lambert-Chaumont (1695) ou Corrette (1753) réalisaient les deux – voire les trois dernières – quintes déjà élargies ; et, à la suite de Rameau (1726), les tempéraments français proposés dans la seconde moitié du XVIII^e siècle (Rameau, d’Alembert, Béthisy, Rousseau, etc.), tout en restant d’inspiration fortement mésotonique, commençaient l’élargissement des quintes, très progressivement, dès la deuxième tierce, ceci afin de réduire voire de faire disparaître le loup.

La stratégie des tierces majeures fortes, préconisée surtout par les tempéraments allemands et italiens, renonce aux intervalles très purs pour rechercher une plus grande homogénéité des tonalités successives :

– sa source est l’accord pythagoricien qui aligne onze quintes pures, laissant donc un loup sur la dernière, réduite du comma pythagoricien ;

– les variantes mésotoniques, du tempérament du cinquième au dixième de comma syntonique, réalisent toujours onze quintes égales, plus petites que la quinte pythagoricienne mais plus grandes que la quinte pure ;

– et le souci des quintes identiques a culminé avec le tempérament égal ;

– En revanche, les formules italiennes (Tartini-Vallotti, Barca) ou allemandes (Werckmeister, Kirnberger) ont plus ou moins panaché des quintes peu réduites et des quintes pures afin de rattraper en douceur le comma pythagoricien.

L’extrême diversité apparente de toutes ces pratiques s’inscrit en réalité dans une continuité permanente qui fait que l’on est passé d’un système à un autre par de petits ajustements. Finalement toutes ces gammes ne sont pas aussi différentes qu’on le dit et il n’en reste pas moins aujourd’hui qu’il n’y a que deux types de gammes : les gammes d’esprit pythagoricien à grandes tierces majeures et les gammes d’inspiration mésotonique à petites tierces.

Ainsi donc, si l’on cherche à analyser les différents tempéraments à la fois dans leur historicité – continuité de l’évolution – et dans leur structure – étagement des tierces, – on s’aperçoit qu’il y a une unité de stratégie fondamentale : forcer trois tierces majeures à former une octave pure. Et il ressort clairement que le tempérament égal, dans sa régularité, applique la même stratégie que les anciens mésotoniques dérivés, des 5^e, 6^e, ..., 10^e de comma syntonique : diminuer légèrement chaque quinte de la même quantité. Sa seule spécificité est d’affaiblir très peu toutes les quintes, d’un douzième de comma pythagoricien seulement, de façon à achever le cycle sans loup.

Si bien que, si l’on donne aux mots leur valeur sémantique exacte, rien n’est plus « égal » qu’un mésotonique – pur ou

dérivé – qui a toujours onze quintes identiques, et rien n'est plus « mésotonique » qu'un tempérament égal qui fournit dans toute la gamme un seul ton – plus proche, il est vrai, du ton majeur, comme dans les mésotoniques dérivés des 8^e, 9^e ou 10^e de comma syntonique !

Il convient donc de renoncer à l'opposition stérile et sans aucune justification entre l'inégal et l'égal, considérés indûment comme antinomiques par nature, et d'imaginer leur dépassement dans une synthèse préservant les acquis de chacun.

*

Plusieurs constatations m'ont guidé dans cette quête, conduisant à délimiter strictement le champ de l'investigation :

1° Le tempérament véritablement égal, présenté comme la panacée par les théoriciens, a toujours choqué les musiciens. Les tierces majeures y sont très outrées et les accords parfaits majeurs perdent une grande partie de leur consonance. Plus fondamentalement, sans remonter à la doctrine antique des *ethos* qui établissait que la musique modifiait le fonctionnement psychique des individus et forçait leur âme à éprouver tel ou tel sentiment, les artistes du xviii^e siècle reconnaissaient une couleur affective sinon à toutes du moins à certaines tonalités – supposées ainsi exprimer la joie, la tristesse, etc. – et, par ailleurs, clavecinistes et organistes appréciaient, dans les modulations, que les différentes successions diatoniques ou chromatiques développassent des suites d'intervalles variées, que chaque gamme constituât un univers acoustique spécifique, présentât une personnalité propre grâce à l'irrégularité du tempérament et que moduler consistât à varier l'expression

musicale en visitant des univers sonores différenciés. À l'inverse, l'égalité parfaite établit un univers acoustique unique dans toutes les tonalités puisqu'il y a toujours la même succession de tons et demi-tons identiques, réduit la musique à un mode majeur et un mode mineur transposés sur tous les degrés et, aujourd'hui encore, les instruments ainsi accordés paraissent fades et sans relief à de très nombreux interprètes. Même si, psychologiquement, le fait d'annoncer une œuvre dans telle tonalité donne déjà le sentiment très subjectif d'entendre autre chose, même si l'interprète adapte son jeu pour créer telle atmosphère, une succession d'univers acoustiques différenciés ne pourrait que renforcer ces attitudes.

→ IL CONVIENT DONC DE FUIR TOUTE FORMULE D'ÉGALITÉ.

2° Sur le plan psychologique, nos conditions d'écoute moderne ont considérablement évolué. Jusqu'au début du xviii^e siècle au moins, les musiciens n'ont vécu que dans la pureté acoustique : maîtres, élèves, chanteurs, instrumentistes et facteurs apprenaient les rapports simples sur le monocorde, recherchaient constamment une intonation parfaite et, dans ces conditions de formation et de pratique, la moindre imperfection et le moindre battement prenaient un relief saisissant. Aujourd'hui, les futurs musiciens baignent dès leur première enfance dans le tempérament égal grâce à la radio, à la télévision, aux jouets et instruments électroniques ; les conservatoires et écoles s'y réfèrent constamment, ne serait-ce que par le piano accompagnateur ; si bien que l'oreille moderne s'en trouve « élargie », n'exige plus des tonalités parfaitement consonantes avec des intervalles totalement purs et admet des intervalles de tailles variables.

→ IL EST DONC POSSIBLE D'ÉTABLIR AUJOURD'HUI DES INTERVALLES NON PURS.

3° Un loup est toujours une horreur, un défaut grave dans la partition. Déjà les musiciens anciens le considéraient comme tel, mais le toléraient en raison de leur priorité donnée à la plus grande pureté au moins dans les premières tonalités les plus usitées, et d'une utilisation peu répandue des tonalités éloignées de l'*ut* fondamental. Pour les artistes contemporains, c'est une angoisse : aucun instrument moderne n'en contient, rien n'y habitue dès le plus jeune âge et le désir de moduler plus largement, voire dans l'ensemble des tonalités, donne le sentiment d'un clavier tronqué et imparfait avec des tonalités « archi-fausses ».

→ IL EST DONC ESSENTIEL DE « CHASSER LE LOUP » ET DE BIEN REFERMER LE CYCLE.

64

4° Tous les tempéraments anciens, au moins dans la tradition française, ont établi une hiérarchie entre les trois tierces formant l'octave : encore dans la première moitié du XVIII^e siècle, les compositeurs utilisaient davantage les premières tonalités (*ut, sol, ré, la*) que les dernières (*la#, si#*) et les facteurs, avec une première tierce généralement pure, favorisaient les tons les plus courants d'une meilleure pureté acoustique. Il fallait alors augmenter la seconde tierce, et encore davantage la troisième. En raison de l'absence de moyens de mesure et de calcul précis, les quatre quintes formant chaque tierce – ou au moins les deux premières, – étaient le plus généralement identiques. Les tonalités étaient différenciées, les dernières étant plus « dures » acoustiquement que les premières, mais, le tempérament étant ainsi établi « par paliers », il y avait des modulations relativement douces et d'autres plus heurtées. Quand on dit aujourd'hui que les organistes ont peur des formules non égales, je pense qu'ils ont surtout peur de ces ruptures dans les modulations : une nouvelle tonalité soudain très

différente de la précédente donne un sentiment de fausseté. Il convient donc de rechercher une voie médiane entre une égalité parfaite qui n'offre qu'un seul univers sonore et des formules non égales qui contraignent à ne pratiquer que quelques tonalités.

→ IL FAUT DONC RECHERCHER UNE PROGRESSION RÉGULIÈRE DANS LA SUITE DES QUINTES.

65

Chapitre III

POUR UN TEMPÉRAMENT À QUINTES RÉGULIÈREMENT CROISSANTES

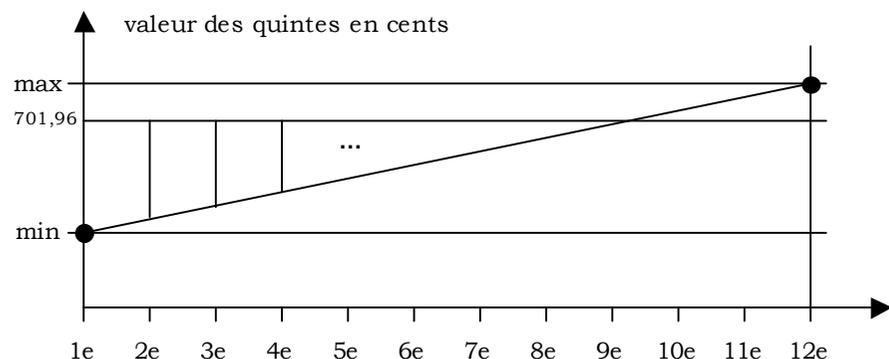
Au vu des impératifs définis dans le chapitre précédent, j'ai développé la notion d'un « tempérament à quintes régulièrement croissantes⁸³ » (TQRC) qui, dans son principe, referme le cycle sur une octave pure après avoir aligné douze quintes uniformément croissantes. Toute la problématique est dans le facteur d'accroissement, étant établi que plus les premières quintes seront petites plus les dernières devront être agrandies, voire outrées (quasi-loup).

La voie que je préconise n'est pas une solution toute faite, définitivement standardisée et immuable. C'est davantage une nouvelle conception, une ligne directrice en même temps qu'un essai exploratoire qui tente de dépasser les formules pratiquant un découpage inégal de l'octave et le tempérament égal théorique.

1. Le modèle graphique

Les douze quintes sont représentées en abscisses par des intervalles égaux sur un axe orienté et l'on porte en ordonnées leurs tempéraments : la première de valeur *min* (quinte la plus

⁸³ Dans mes recherches en acoustique musicale, aussi bien sur Internet que dans la bibliographie, je n'ai pas rencontré cette expression comme désignant une formule de partage duodénaire parfaitement systématisée : je crois donc pouvoir en revendiquer l'invention.



diminuée) et la douzième de valeur *max* (quinte la moins diminuée, voire augmentée).

Dans le but d'obtenir une progression régulièrement croissante, j'ai retenu un modèle linéaire : la droite passant par la valeur *min* de la première quinte et la valeur *max* de la douzième est une fonction croissante du type $y = ax$; et pour unité de pondération, j'ai choisi le douzième de comma pythagoricien.

Pour les douze quintes, leurs différences à la quinte pure (701,96 cents) sont sommées négativement (quinte < 701,96 cents) ou positivement (quinte > 701,63 cents) : en créditant chaque quinte de son prorata de fractions du comma pythagoricien, on définit ainsi sa taille exacte.

Il est alors possible de calculer la fréquence de chaque note ainsi que tous les paramètres nécessaires pour l'analyse du tempérament créé.

2. Le tempérament des quintes extrêmes

Sur le plan strictement numérique, on pourrait théoriquement donner n'importe quelle valeur aux première et douzième quintes. Sur le plan acoustique, il faut, en pratique, tenir compte des habitudes anciennes et traditionnelles qui, elles-mêmes,

reposaient sur des critères de bonne forme et de cohérence musicale :

- une quinte est une quinte : même diminuée ou augmentée, elle doit rester une quinte et, notamment, ne pas se confondre avec une quarte augmentée ou une sixte diminuée ;
- une tierce est une tierce : quatre quintes successives doivent fournir une tierce qui, certes, peut être d'une taille variable mais sans se confondre avec une seconde augmentée ou une quarte diminuée.

En raison du choix arrêté sur douze quintes régulièrement croissantes, la première est obligatoirement plus petite que pure ; plus elle sera petite, plus la progressivité pourra être marquée et plus la première tierce sera proche de la pureté.

Concrètement, quelles sont les limites des modifications acceptables des quintes ?

La plus petite tierce majeure est la tierce pure. Elle n'est jamais diminuée et la première quinte ne saurait donc être minorée au-delà de 3,5 douzièmes de comma pythagoricien : elle est alors égale à 695,11 cents et n'est inférieure à la quinte réduite du quart de comma syntonique (696,58 cents) que d'une quantité infime (1,47 cent).

À l'autre extrémité, toute quinte outrée est vite considérée comme formant loup. La majorité des tempéraments d'esprit pythagoricien n'augmentent pas la quinte au-delà de sa pureté, à l'exception de Werckmeister dont la formule IV accepte deux quintes majorées du tiers de comma pythagoricien et la formule V une quinte augmentée du quart de ce même comma ; et ces tempéraments ont toujours été reconnus comme n'offrant aucune tonalité non utilisable⁸⁴. La quinte extrême peut donc

⁸⁴ Cf., par exemple, ASSELIN (Pierre-Yves), *Musique et tempérament*. Consulter le tableau des pages 146-147.

supporter une augmentation jusqu'à 3 voire 4 douzièmes de comma pythagoricien.

3. Réalisation

Au sein d'un tel schéma général, il existe sinon une infinité du moins une belle variété de réalisations possibles. Mon intérêt s'est porté sur la suivante :

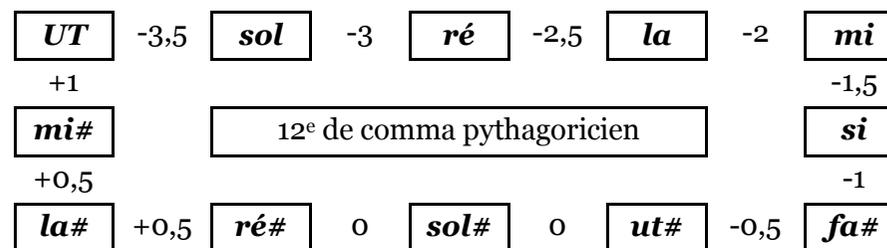
5 ^{tes}	1 ^e	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e	6 ^e	7 ^e	8 ^e	9 ^e	10 ^e	11 ^e	12 ^e
12 ^e de cp	-3,5	-3	-2,5	-2	-1,5	-1	-0,5	0	0	+0,5	+0,5	+1
	tierce majeure pure											

— en commençant par une quinte diminuée de 3,5 douzièmes de comma pythagoricien et en minorant à chaque fois d'un demi-douzième, on arrive à une quinte pure à la huitième étape du cycle ; à ce moment, le tempérament cumulé est de quatorze douzièmes de comma pythagoricien, soit deux douzièmes en trop, rattrapés sur les trois dernières quintes, légèrement élargies pour refermer le cycle sur une octave pure ; la progressivité est ainsi douce et régulière ;

— par ailleurs, la première tierce majeure, diminuée de onze douzièmes de comma pythagoricien – soit un comma pythagoricien moins un schisma, – est pure.

Ce schéma est prévu pour être développé à partir d'*ut*, qui hérite ainsi de la tierce majeure pure ; les intervalles en montant générant des dièses, il est plus correct d'écrire *mi#*, correspondant enharmoniquement au *fa* :

Cycle des quintes



Données numériques

échelle musicale	battements		mesures en cents					
	Hz	cents	des quintes		quintes		3 ^{es} majeures	
<i>ut</i>	263,41	0,0	<i>ut-sol</i>	-3,12	<i>ut-sol</i>	695,11	<i>ut-mi</i>	386,31
<i>ut#</i>	276,88	86,3	<i>ut#-sol#</i>	0,00	<i>ut#-sol#</i>	701,96	<i>ut#-fa</i>	409,78
<i>ré</i>	294,17	191,2	<i>ré-la</i>	-2,49	<i>ré-la</i>	697,07	<i>ré-fa#</i>	394,13
<i>ré#</i>	311,49	290,2	<i>ré#-la#</i>	0,53	<i>ré#-la#</i>	702,93	<i>ré#-sol</i>	404,89
<i>mi</i>	329,26	386,3	<i>mi-si</i>	-1,67	<i>mi-si</i>	699,02	<i>mi-sol#</i>	401,96
<i>fa</i>	350,82	496,1	<i>fa-ut</i>	1,19	<i>fa-ut</i>	703,91	<i>fa-la</i>	392,18
<i>fa#</i>	369,38	585,3	<i>fa#-ut#</i>	-0,63	<i>fa#-ut#</i>	700,98	<i>fa#-la#</i>	407,82
<i>sol</i>	393,56	695,1	<i>sol-ré</i>	-3,99	<i>sol-ré</i>	696,09	<i>sol-si</i>	390,22
<i>sol#</i>	415,31	788,3	<i>sol#-ré#</i>	0,00	<i>sol#-ré#</i>	701,96	<i>sol#-ut</i>	411,73
<i>la</i>	440,01	888,3	<i>la-mi</i>	-2,98	<i>la-mi</i>	698,04	<i>la-ut#</i>	398,04
<i>la#</i>	467,49	993,2	<i>la#-fa</i>	0,79	<i>la#-fa</i>	702,93	<i>la#-ré</i>	398,04
<i>si</i>	493,06	1085,3	<i>si-fa#</i>	-1,67	<i>si-fa#</i>	700,0	<i>si-ré#</i>	404,89

Les quintes s'écartent peu de la quinte pure (701,96 cents) : la plus diminuée est *ut-sol* = 695,11 cents et la plus augmentée est *fa-ut* = 703,91 cents.

Six tierces majeures sur douze sont inférieures à celles du tempérament égal (400 cents).

Écarts en cents à la pureté acoustique

ut#	0	sol #	0	ré#	1	la#	1	mi #	
	12	-16	16	-19	19	-21	22	-22	23
la	-4	mi	-3	si	-2	fa#	-1	ut#	
	6	-4	0	-7	4	-10	8	-13	12
fa	2	ut	-7	sol	-6	ré	-5	la	
	23	-23	25	-25	19	-18	12	-11	6
ut#	0	sol #	0	ré#	1	la#	1	mi #	

La différence entre la tierce majeure pure (386,31 cents) et celle du tempérament égal (400 cents) est d'environ 14 cents : cela donne l'indication de ce que nos oreilles modernes acceptent aujourd'hui comme compromis sur cet intervalle. Selon ce critère, les tonalités de *fa*, *ut*, *sol*, *ré*, *la* ont leurs trois accords générateurs compris dans cette tolérance, et avec même des valeurs généralement inférieures. Les écarts les plus extrêmes sont comparables à ceux des tempéraments de Werckmeister.

72

CONCLUSION

La voie nouvelle que je propose marque une rupture avec les habitudes et pratiques d'aujourd'hui : les calculs ici développés se réfèrent à une abstraction mathématique, le douzième de comma pythagoricien, qui échappe totalement à l'oreille humaine ; le schéma d'accord ne fournit guère de preuves sous la forme d'intervalles purs non battants ; et la progressivité lente induit un niveau de discrimination jamais exploité auparavant, qui requiert la plus grande précision des intervalles.

Il est alors bien évident qu'un tel schéma ne peut être réalisé comme autrefois : à l'exception de l'orgue, où il est toujours possible d'effectuer le décompte des battements sur dix secondes, il faudra, pour les autres instruments, recourir à un accordeur électronique programmable.

Dans le parcours scabreux que je me suis imposé, j'ai bien conscience d'avoir voulu concilier l'inconciliable, résoudre l'insoluble, avec le risque de ne satisfaire personne... et même de mécontenter tout le monde !

73

ANNEXE

LE POÏKILORGUE DE CAVAILLÉ-COLL

Le *poïkilorgue*⁸⁵, ancêtre de l'harmonium, a été inventé par les Cavallé-Coll père et fils⁸⁶ en 1834 : il s'agit d'un instrument à clavier et à anches libres, dont on sait qu'elles présentent une remarquable stabilité d'accord dans le temps car la languette, rivée sur son support, est réglée une fois pour toutes par limage. Sa particularité est d'offrir à l'instrumentiste – outre une pédale pour fournir l'air – une seconde pédale qui retient ou presse la table supérieure du réservoir, faisant ainsi varier la pression du vent et donnant au son une dynamique expressive tout à fait

⁸⁵ Du grec ποικίλος signifiant 1. « nuancé de diverses couleurs », 2. « orné », 3. « varié », pour désigner un instrument permettant une expression variée. – Le poïkilorgue a fait son apparition en 1834 à l'Exposition des produits de l'industrie française, où son prototype fut exposé. Voir : *Exposition de 1834. Notice des produits de l'industrie française*, page 174 :

N. 829. – M. CAVAILLÉ-COLL et fils, facteurs d'orgues, rue Neuve-Saint-Georges, n. 14.

1° Un *poïkilorgue* (ou orgue varié), instrument de musique à clavier de quatre octaves et demie d'*ut* à *fa*, sur lequel l'exécutant peut à volonté filer les sons du pianissimo au fortissimo, par sauts ou d'une manière continue, et produire ainsi toutes les nuances d'expression indiquées dans l'art musical ;

2° Un *piano poïkilorgue*, ou piano augmenté d'un jeu de poïkilorgue, applicable à tous les systèmes de pianos. Cet instrument a été soumis à MM. de l'Institut, et a été l'objet d'un rapport favorable.

⁸⁶ Aristide Cavallé-Coll, son père Dominique et son frère Vincent fondèrent à Paris, en 1830, la société « CAVAILLÉ-COLL, père et fils » en vue de la construction de l'orgue de Saint-Denis.

remarquable. Et le célèbre organiste Alfred Lefébure-Wely lui a consacré une méthode spécifique⁸⁷.

L'instrument étudié est daté *ca* 1835 : il a été découvert dans son état d'origine chez un particulier par M. Michel Dieterlen et expertisé par M^{me} Michèle Castellengo⁸⁸. Il contient une série unique d'anches libres de fa_0 à fa_5 . Chaque note a été enregistrée sur un magnétophone « en prenant la précaution pour chacune de ne la faire parler qu'à la retombée du soufflet. On a ainsi une pression constante pendant 2 à 3 secondes, ce qui nous garantit contre les variations qui pourraient provenir du pédalage⁸⁹. » Les fréquences des sons enregistrés ont été mesurées et exprimées en écarts « par rapport à la gamme chromatique d'un tempérament égal basé sur $la_3 = 440$ Hz⁹⁰ », l'unité retenue étant le savart⁹¹ :

octave	1	2	3	4	5	6	moyenne
<i>do</i>		+5	+5	+3,5	+2,5	+2,5	+4
<i>do#</i>		+2	-1	+0,5	-0,5	+3	+0,25
<i>ré</i>		+5	+3	+4	+3	+8	+3,75
<i>mib</i>			+5	+5	+5,5	+7	+5,2
<i>mi</i>		+1,5	+1	+2	+4	+1,5	+2,1
<i>fa</i>	+3	+3	+5	+4,5	+4	+5	+4,1
<i>fa#</i>	+0,5	+1,5	+1,5	-3	-1		-0,25
<i>sol</i>	+5	+5	+3,5	+3,5	+3		+3,75
<i>lab</i>	+5	+4,5	+4	+3,5	+4		+4
<i>la</i>	+2,5	+2,5	+2	+1,5	+1,4		+1,85
<i>sib</i>	+4	+5	+4,5	+5,5	+6,5		+5,4
<i>si</i>	+5	+4	+1	+2	+2,8		+2,45

Dans ce tableau j'ai marqué en gras les écarts les plus proches de la moyenne. On observe que :

– l'octave 4, celle du *la* du diapason, offre la meilleure similitude pour huit notes (*ut*, *ut#*, *ré*, *mib*, *mi*, *sol*, *sib*, *si*) et une bonne estimation pour *fa*, *lab* et *la* ;

– les notes de la première octave (*fa₀* à *si₀*) sont toutes très déviantes, ainsi que la moitié de celles de la dernière octave.

Ces constatations sont aisément explicables :

– d'une part, les Cavallé-Coll, en tant que facteurs d'instruments à anches libres, devaient utiliser ce que Napoléon Fourneaux avait nommé « métrophone⁹² » et qui permettait d'accorder l'octave du diapason ; dans l'instrument étudié, c'est

⁹² Sorte de petit guide-chant avec soufflerie mue manuellement et dont les douze anches libres avaient été réglées avec la plus grande précision pour produire telle division voulue de l'octave. Pour réaliser ce métrophone, il suffisait de savoir calculer, à partir d'une note définie, les battements de chaque quinte dans la partition recherchée et l'accord des douze anches était effectivement réalisé en décomptant ces battements avec un métro-
nome réglé pour indiquer la seconde.

⁸⁷ LEFÉBURE-WELY (Alfred), *Méthode théorique et pratique pour le poikilorgue (orgue expressif), suivie de plusieurs morceaux appropriés à toutes les ressources de l'instrument*, Paris, Canaux et Nicou-Choron, sd [DL 1841], in-folio, 17 pages. – Du même auteur : *Fantaisie pour Poikilorgue avec accompagnement de piano*, Paris, bibliothèque-musée de l'Opéra, manuscrit autographe in folio, 21 pages, en partition ; prélude, thema, tutti, 2^e tutti, prière, final.

⁸⁸ Voir CASTELLENGO (Michèle), « Un témoin insoupçonné du tempérament chez Cavallé-Coll, père et fils », *La Flûte harmonique*, 1984. L'auteur était alors chargée de recherches au CNRS et responsable du Laboratoire d'acoustique musicale de l'université Paris VI.

⁸⁹ CASTELLENGO (Michèle), « Un témoin insoupçonné », page 16, premier paragraphe.

⁹⁰ CASTELLENGO (Michèle), « Un témoin insoupçonné », page 16, deuxième paragraphe.

⁹¹ Tableau publié dans CASTELLENGO (Michèle), « Un témoin insoupçonné », page 14. Dans la dernière colonne de ce tableau, les moyennes ont été calculées sur les seules octaves complètes 2-3-4-5. Par ailleurs, M^{me} Castellengo a nommé les feintes tantôt en bémol tantôt en dièses, supposant ainsi des quintes réalisées en descendant et d'autres en montant, le loup se trouvant entre *do#* et *lab*.

effectivement cette octave du la_3 qui présente les valeurs les plus proches de la moyenne et, dans les octaves les plus éloignées, les micro-imprécisions de l'accordeur se sont additionnées ;

— par ailleurs, le métal des anches doit présenter un vieillissement aux effets différenciés selon que la languette est plus ou moins longue, plus ou moins large, plus ou moins épaisse, et que son métal a été plus ou moins bien préparé ou écroui, etc.

Connaissant les fréquences des notes dans la gamme chromatique du tempérament égal et les écarts moyens des notes du poïkilorgue, il est aisé de calculer les fréquences moyennes d'une octave de cet instrument, en l'occurrence celle du diapason, et les valeurs des quintes :

notes	temp. égal	écarts	gamme moyenne	valeurs des quintes
<i>do</i>	261,63	+ 4,00	264,05	<i>lab-mib</i> = 1,5025
<i>do#</i>	277,19	+ 0,25	277,35	<i>mib-sib</i> = 1,4990
<i>ré</i>	293,67	+ 3,75	296,22	<i>sib-fa</i> = 1,4938
<i>mib</i>	311,13	+ 5,20	314,88	<i>fa-ut</i> = 1,4980
<i>mi</i>	329,63	+ 2,10	331,23	<i>ut-sol</i> = 1,4974
<i>fa</i>	349,23	+ 4,10	352,54	<i>sol-ré</i> = 1,4983
<i>fa#</i>	370	- 0,25	369,79	<i>ré-la</i> = 1,4918
<i>sol</i>	392	+ 3,75	395,40	<i>la-mi</i> = 1,4992
<i>lab</i>	415,31	+ 4,00	419,15	<i>mi-si</i> = 1,4995
<i>la</i>	440,01	+ 1,85	441,89	<i>si-fa#</i> = 1,4890
<i>sib</i>	466,17	+ 5,40	472,00	<i>fa#-ut#</i> = 1,5000
<i>si</i>	493,89	+ 2,45	496,68	<i>ut#-lab</i> = 1,5933

Les quintes sont très proches de la pureté acoustique (rapport 1,5), à l'exception de la quinte *ut#-lab*, de rapport 1,5933, qui forme un loup.

Ces observations ont été récapitulées dans un graphique dont l'analyse a conduit M^{me} Castellengo à conclure que : « cet instrument est encore accordé selon un tempérament inégal voisin du “mésotonique” décrit par Dom Bédos. »

Compte tenu de la qualité garantie des données fournies, il m'a paru que ce diagnostic pouvait être développé en considérant, par exemple, les valeurs mesurées des notes de l'octave du diapason :

notes	fréquences	quintes
<i>lab</i>	418,67	<i>lab-mib</i> : 1,5035
<i>mib</i>	314,73	<i>mib-sib</i> : 1,5000
<i>sib</i>	472,11	<i>sib-fa</i> : 1,4949
<i>fa</i>	352,87	<i>fa-ut</i> : 1,4949
<i>ut</i>	263,75	<i>ut-sol</i> : 1,4983
<i>sol</i>	395,17	<i>sol-ré</i> : 1,5000
<i>ré</i>	296,39	<i>ré-la</i> : 1,4897
<i>la</i>	441,53	<i>la-mi</i> : 1,5000
<i>mi</i>	331,15	<i>mi-si</i> : 1,4983
<i>si</i>	496,17	<i>si-fa#</i> : 1,4811
<i>fa#</i>	367,45	<i>fa#-ut#</i> : 1,5105
<i>ut#</i>	277,51	

En première analyse, cette partition – qui peut être commencée soit par *ut* soit par *la* – a retenu un schéma avec quintes quasi-égales et légèrement plus petites que pures, laissant en fin de parcours une quinte très outrée et inutilisable.

En lissant les mesures pour tenter d'annuler les erreurs aléatoires, dues par exemple aux micro-imprécisions de l'accordeur ou à un vieillissement différencié des languettes, j'aboutis à deux partitions possibles :

— soit un schéma régulier avec onze quintes égales de valeur moyenne 1,4974 (rapport $2,9948/3$), soit 698,95 cents, très proche de la quinte du $1/7^e$ de comma syntonique (698,88 cents) aboutissant à des tierces majeures ($\approx 395,53$ cents) légèrement plus proches de la tierce pure (386,31 cents) que de la tierce pythagoricienne (407,82 cents) ;

— soit, et plus probablement en raison des quintes extrêmes plus grandes, seulement huit quintes égales de *sib* à *fa*#, les trois dernières étant légèrement agrandies mais laissant toutefois un loup (711,93 cents).

BIBLIOGRAPHIE

Dialogo della musica antiqua et della moderna, Florence, 1581.

Diapasonrama. Exposition de 1827, Paris, imprimerie de Duvergier, sd, in-12, 4 pages ; prospectus publicitaire.

Discours non plus mélancolique que divers [...] la manière de bien et justement entoucher les luths et guiternes, Poitiers, Enguilbert de Marnef, 13 mai 1556.

Exposition de 1834. Notice des produits de l'industrie française, Paris, Éverat imprimeur, 1834, in-12, xxvii-348 pages, figures. Exposition de mai 1834, Paris, place de la Concorde.

Manière très facile pour apprendre la facture d'orgue, manuscrit rédigé par P.B.C. en l'abbaye Saint-Étienne de Caen, daté du 1^{er} juin 1746 et publié par Norbert Dufourcq.

Méthode la plus facile pour accorder les clavecins et forte-piano, Paris, Imbault, sd [ca1790], une planche unique in-folio.

Nouvelle méthode pour apprendre à jouer de la harpe avec la manière de l'accorder, mis au jours par M. Boüin, Paris, M. Boüin, sd [1774], in-4°, iv-19 pages.

Bulletin du Groupe d'acoustique musicale, Paris, université Paris VI, Laboratoire de Mécanique physique et Laboratoire d'acoustique musicale. Voir notamment les numéros 61 et 61 bis publiés en mai et juin 1972 consacrés au tempérament ; et les numéros 75 et 76, de novembre et décembre 1974, traitant de l'accordage des claviers.

- ALEMBERT (Jean Le Rond d'), *Éléments de musique théorique et pratique suivant les principes de M. Rameau*, Paris, David l'aîné, Le Breton, Durand, 1752, in-12, 16+171 pages.
- AMANN (Dominique), *Gammes, Accords, Tempéraments*, Toulon, l'auteur, 1999, in-8°, 160 pages. Voir la présentation de cet ouvrage sur le site <http://www.la-mauriniere.com/>.
- ARMELLINO (Giorgio), *Manuel simplifié de l'accordeur ; ou l'art d'accorder le piano mis à la portée de tout le monde*, seconde édition revue, corrigée et augmentée..., Paris, librairie encyclopédique de Roret, 1834, in-16, 66 pages et quatre planches hors-texte.
- ARNAUT (Henri, dit de Zwolle), sans titre, Paris, Bibliothèque nationale de France, manuscrit latin 7295, folios 111 recto à 132 recto. Manuscrit publié et commenté par Georges Le Cerf avec la collaboration d'Edmond-René Labande, Paris, Auguste Picard éditeur, 1932, in-folio, xx-60 pages et planches.
- ASSELIN (Pierre-Yves), *Musique et tempérament*, Paris, Costalat, 1985, in-8°, 236 pages.
- BARBOUR (James Murray), *Tuning and temperament, an historical survey*, East Lansing, Michigan state college press, 1951, in-8°, 14+228 pages. Reprint : New York, Da Capo Press, 1973, 228 pages.
- BEDOS (dom François), *L'art du facteur d'orgues*, Paris, De Prony, 1766-1778, xxxij-676 pages + cent trente-sept planches.
- BERMUDO (Juan), *Declaracion de instrumentos musicales*, Osuna, 1555, cinq livres in-folio, viii-142 pages.
- BÉTHIZY (Jean-Laurent de), *Exposition de la théorie et de la pratique de la musique*, seconde édition corrigée et augmentée, Paris, F. G. Deschamps, 1764, petit in-8°, xvj+336 pages + 60 pages d'exemples musicaux.
- BLANCHET (Armand-François-Nicolas), *Méthode abrégée pour*

- accorder le clavecin et le forte-piano*, Paris, Lacloye, vendémiaire an ix [octobre 1800], 13 pages + deux planches.
- BRUNI (Severino), *Méthode pour accorder les pianos sans tempérament avec une théorie fondamentale pour le perfectionnement de l'intonation*, Gênes, imprimerie de Gaëtan Schenone, 1878, in-8°, 52 pages.
- CASPERS (Émile), *L'Accord du piano mis à la portée de tout le monde*, Paris, Librairie internationale, 1866, in-4°, 24 pages et trois planches.
- CASTELLENGO (Michèle), « Un témoin insoupçonné du tempérament chez Cavaillé-Coll, père et fils », *La Flûte harmonique*, année 1984, n° 30, pages 13-22.
- CASTIL-BLAZE, *Dictionnaire de musique moderne*, Paris, Au Magasin de musique, 1821, in-4°, 323+24 et 389 pages, planches, musique.
- CORBELIN (François-Vincent), *Méthode de harpe pour apprendre, seul et en peu de temps, à jouer de cet instrument ; avec un principe très simple pour l'accorder*, Paris, l'auteur, 1779, in-4°, vi-84 pages.
- CORRETTE (Michel), *Le Maître de clavecin...*, Paris, l'auteur, 1753, 90 pages.
- CRYSEUL (Geoffrion de), *Moyens de diviser les touches des instruments à cordes le plus correctement possible, etc.*, Paris, Mérigot le jeune, 1780, in-8°, 30 pages et une planche hors-texte.
- DENIS (Jean), *Traité de l'accord de l'épinette, avec la comparaison de son clavier à la musique vocale*, 2/ augmentée, Paris, Robert Ballard imprimeur, 1650, in-4°, 40 pages + une table.
- FOURNEAUX (J.-B. Napoléon), *Petit traité de l'orgue expressif contenant l'historique de cet instrument*, Passy-lez-Paris, à la fabrique spéciale d'orgues de la maison Fourneaux, 1854, in-12, 96 pages, planches.

- FOURNEAUX (J.-B. Napoléon), *Traité théorique et pratique de l'accord des instruments à sons fixes, l'harmonium, l'orgue à tuyaux et le piano, contenant une théorie complète du tempérament musical et des battements*, Paris, E. Repos, sd [1867], in-8°, XII-284 pages, figures, quatre tableaux hors texte.
- FUNKE (Otto), *Theorie und Praxis des Klavierstimmens. Das Klavier und seine Pflege*, 3/ Frankfurt-am-Main, Verlag Das Musikinstrumente, collection « Fachbuchreihe Das Musikinstrument » n° 2, 1958, in-16, 79 pages. Traduction française : *Le piano, son entretien et son accord*, Frankfurt am Main, Das Musikinstrument, collection « Fachbuchreihe das Musikinstrument » n° 5, 1961, in-16, 67 pages ; traduction française de Pie Meyer-Siat.
- GALILEI (Vincenzo), *Dialogo della musica antiqua et della moderna*, Fiorenza, Giorgio Marescotti, 1581, in-folio, 2 + 160 pages.
- GALTIER (Roland), *La facture d'orgues en France de 1800 à 1870*, Villeneuve d'Ascq, Presses universitaires du Septentrion, 1997, deux volumes. Thèse pour le doctorat d'État, Paris, Sorbonne, université Paris IV, UFR de musicologie.
- GODIN, *Nouvelle méthode claire et facile pour accorder les forte-pianos, suivie de la manière d'accorder la harpe*, Paris, M^{me} Joly, sd, in-8°, 17 pages et une planche.
- GUILLEMIN (Auguste), *Méthode pour accorder les orgues à tuyaux au tempérament égal, depuis ut de 32 pieds jusqu'à ré, du piccolo, par les battements comptés individuellement au métronome Maëzler. Clavier à douze touches, dit clavier de Rameau*, Paris, imprimerie Gauthier-Villars, sd [postérieur à 1904], in-8°, 17 pages.
- HAMEL (Marie-Pierre), « Complément à l'ouvrage de dom Bedos » (1849), *Nouveau manuel complet du facteur*

d'orgues, nouvelle édition, Paris, Roret, 1903, 517 pages + atlas 43 planches, collection « Encyclopédie Roret ».

- JOUBERT DE LA SALETTE (Pierre-Joseph), *Lettre sur une nouvelle manière d'accorder les forte-pianos, ou plus généralement les instruments à clavier*, Paris, Goujon, 1808, in-16, 20 pages. Lettre extraite du *Magasin encyclopédique*, mars 1808. P.-J. JOUBERT indique avoir imaginé sa méthode en 1778. Elle a par ailleurs fait l'objet d'une publication dans la *Méthode ou Recueil de connaissances élémentaires pour le forte-piano ou clavecin* de J.-C. BACH et F.-P. RICCI, publiée à Paris par Le Duc en 1786.
- LAMBERT (J.-H.), « Remarques sur le tempérament en musique », *Nouveaux mémoires de l'Académie royale des sciences et belles-lettres*, 1774, pages 55-73.
- LAMBERT-CHAUMONT, *Pièces d'orgue sur les huit tons*, Huy, Georges Libert, 1695.
- LAVIGNAC (Albert) et LA LAURENCIE (Lionel de), *Encyclopédie de la musique et Dictionnaire du Conservatoire*, Paris, librairie Delagrave. I. Histoire de la musique, cinq volumes, 1913-1922. II. Technique de la musique, six volumes, Paris, 1925-1931.
- LOUET (Alexandre), *Instructions théoriques et pratiques sur l'accord du piano-forte*, Paris, Le Duc, an V (1797), in-8°, 64 pages et deux planches.
- MERCADIER DE BÉLESTAT (Jean-Baptiste), « Mémoire sur l'accord du clavecin et sur le système de M. de Boisgelou », *Mémoires de l'Académie royale des sciences de Toulouse*, 1788, pages 143-144.
- MERCADIER DE BÉLESTAT (Jean-Baptiste), *Nouveau système de musique théorique et pratique*, Paris, Valade, 1776, in-8°, LXXIJ-304 pages et huit planches.
- MERSENNE (Marin), *Harmonie universelle*, Paris, Sébastien Cramoisy, 1636, in-folio, paginations diverses.

- MEYER (Philippe-Jacques), *Essai sur la vraie manière de jouer de la harpe, avec une méthode de l'accorder, œuvre premier*, 1/ Paris, l'auteur, 1763, in-4°, 8-VII-23 pages ; 2/ Paris, De la Chevardière, 1772, in-4°, II-8-VII-23 pages ; 3/ Paris, chez Bouin, 1774, in-4°, 19 pages.
- MONTAL (Claude), *L'art d'accorder soi-même son piano*, Paris, J. Meissonnier, 1836, in-8°, 16+252 pages et sept planches.
- MOUCHEREL (Christophe), *Mémoire instructif pour faire les devis, dessins, plans, marchés et réception des orgues*, Rodez, l'auteur, 1734, in-8°, 69 pages.
- PETRINI (François), *Abrégé de la méthode de harpe avec la manière de l'accorder*, Paris, l'auteur, fructidor an IV (1796), 4 pages.
- RAMEAU (Jean-Philippe), *Nouveau système de musique théorique et pratique*, Paris, Jean-Baptiste-Christophe Ballard, 1726, in-4°, VIII+114 pages.
- RAMEAU (Jean-Philippe), *Génération harmonique ou traité de musique théorique et pratique*, Paris, Prault fils, 1737, in-8°, 15+227 pages.
- REBLITZ (Arthur A.), *Le Piano. Entretien, accord et restauration*, Lanham, Maryland, USA, Vestal Press, 1993. J'ai consulté l'édition française, dans la magnifique traduction de Marc VALDEYRON, Vic la Gardiole, L'Entretiens éditions, 2005, 368 pages.
- REGNIER (Joseph), *L'orgue, sa connaissance, son administration et son jeu*, 1/1850 ; 2/ Nancy, Vagner, 1862, in-8°, XIV-478 pages.
- ROESER (Valentin), *L'Art de toucher le clavecin selon la manière perfectionnée des Modernes*, Paris, Le Menu, l'auteur, sd [1764], in-4° oblong, IV-37 pages.
- ROMIEU (Jean-Baptiste), « Mémoire théorique et pratique sur les systèmes tempérés de musique », *Histoire de l'Académie*

royale des sciences, avec les Mémoires de mathématique et de physique, pour la même année, tirés des registres de cette Académie, année 1758, pages 483-519.

- ROUSSEAU (Jean-Jacques), *Dictionnaire de musique*, Paris, Veuve Duchesne, 1768, in-8°, 548 pages, planches, musique.
- ROUSSIER (Pierre-Joseph), *Mémoire sur le nouveau clavecin chromatique de M. de Laborde*, Paris, de l'imprimerie de Philippe-Denys Pierres, 1782, in-4°, II-24 pages ; précédé d'une « Lettre de M. de Laborde à messieurs les membres de l'Académie royale des sciences » en date du 9 janvier 1782.
- ROUSSIER (Pierre-Joseph), *Mémoire sur la nouvelle harpe de M. Cousineau*, Paris, chez Lamy libraire, octobre 1782, in-8°, 40 pages.
- SAUVEUR (Joseph), *Principes d'acoustique et de musique*, Paris, 1701, 68 pages + trois dépliants.
- TOURNATORIS, *L'art musical relatif à l'accord du piano suivi de deux sonnets, de trois stances, et de l'art de faire la conquête des belles*, Paris, l'auteur, sd [1810], in-8°, 16 pages.
- VAN MUSSCHENBROEK (Petrus), *Essai de physique*, traduit du hollandais par Pierre Massuet, Leyden, Samuel Luchtmans, 1751, XXIII-882 pages.

Dominique AMANN

Docteur en psychologie, Dominique AMANN a dirigé pendant une vingtaine d'années le service de recherches en psychologie de la Marine nationale, au sein duquel, outre les travaux habituels relevant de la recherche appliquée, il s'est attaché à développer une métrologie spécifique pour la mesure dans les sciences humaines. Organiste et claveciniste, il s'est ensuite tourné vers la psychoacoustique musicale et se consacre à des études fondamentales sur la structure de la gamme.

Il est l'auteur de livres et d'articles sur l'ancien théâtre de Toulon (1765-1862), la vie musicale à Toulon au XIX^e siècle, et les croyances populaires aux êtres fantastiques.

Enfin, il anime depuis plusieurs années le site Internet **jean-aicard.com** qu'il a créé pour diffuser les travaux des chercheurs aicardiens ; il a publié en 2011, *Jean Aicard, une jeunesse varoise, 1848-1873*.

Il est membre résidant de l'Académie du Var (30^e fauteuil).