



HAL
open science

Christiaan Huygens : mathématicien et théoricien de la musique

Renzo Caddeo, Xavier Hascher, Franck Jedrzejewski, Athanase Papadopoulos

► To cite this version:

Renzo Caddeo, Xavier Hascher, Franck Jedrzejewski, Athanase Papadopoulos. Christiaan Huygens : mathématicien et théoricien de la musique. Christiaan Huygens: Ecrits sur la musique et sur le son, dir. R. Caddeo, X. Hascher, F. Jedrzejewski et A. Papadopoulos, Hermann, Paris, A paraître. hal-02949742

HAL Id: hal-02949742

<https://hal.science/hal-02949742>

Submitted on 25 Sep 2020

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

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

TABLE DES MATIÈRES

CHRISTIAAN HUYGENS : MATHÉMATICIEN ET THÉORICIEN DE LA MUSIQUE

RENZO CADDEO, XAVIER HASCHER,
FRANCK JEDRZEJEWSKI ET ATHANASE PAPADOPOULOS

RÉSUMÉ. Christiaan Huygens est l'un des mathématiciens et physiciens les plus importants du XVII^e siècle. Il a laissé une œuvre originale sur la musique et sur le son dont l'importance est comparable, sinon plus fondamentale, que celles des savants comme Mersenne et Descartes qui l'on précédé sur ce sujet, ou celle de Wallis qui était son contemporain, ou bien encore celle d'Euler qui l'a suivi.

Huygens rédigea son œuvre dans le contexte d'un extraordinaire foisonnement de réflexions et de spéculations sur la musique, commencé avec la Renaissance, et qui alla en se développant. Mathématicien, Huygens s'intéressa néanmoins de près aux écrits des théoriciens de la musique et ne fit preuve envers eux d'aucune condescendance. Sa propre œuvre reste cependant assez mal connue de nos jours, probablement parce qu'elle est plus difficile d'accès que celle des savants que nous avons mentionnés, mais également parce qu'elle se situe dans l'ombre de ses autres travaux.

Le texte qui suit est une introduction à l'ouvrage *Christiaan Huygens : Écrits sur la musique et sur le son* (dir. R. Caddeo, X. Hascher, F. Jedrzejewski et A. Papadopoulos à paraître en 2020 ou 2021, Hermann, Paris), un ouvrage où sont reproduits tous les écrits de Huygens sur la musique et le son, avec une traduction de celles qui sont écrites originellement en latin, et accompagnées de commentaires mathématiques, musicaux et historiques, d'une biographie de Christiaan Huygens, d'extraits de sa correspondance sur la musique ainsi que de plusieurs essais expliquant la place de son œuvre dans la littérature musicale et dans la musique, depuis le XVII^e siècle jusqu'aujourd'hui.

MOTS-CLÉS Christiaan Huygens, 17^e siècle, Histoire des théories musicales, Histoire des mathématiques

CLASSIFICATION AMS 01A45, 00A65,

Christiaan Huygens (1629-1695) a marqué d'une façon indélébile les mathématiques et la physique du XVII^e siècle, avec des découvertes importantes en géométrie, optique, astronomie, mécanique, cinématique, horlogerie, et d'autres sujets encore. Bien que ce soit davantage au titre de ses travaux dans les sciences que nous venons de nommer que Huygens a laissé son nom à la postérité, la musique n'en entraine pas moins elle aussi dans ses préoccupations. Même s'il est surtout connu dans ce domaine pour des questions de tempérament, ses écrits sur la musique, réunis ici, montrent qu'il avait une culture musicale très poussée, qu'il connaissait dans les moindres détails les travaux de ses prédécesseurs, qu'il s'intéressait à toutes les questions musicales qui pouvaient se poser à son époque et que sa contribution aux sciences musicales est beaucoup plus importante que celle pour laquelle il est généralement connu. Il avait une vision ample et une approche originale de cette matière, utilisant en même temps son talent artistique et son intuition géométrique, tout comme il le faisait dans ses recherches en mathématiques, en physique, sur la fabrication des instruments et en bien d'autres domaines encore. Intimement liée à la musique, la théorie du son, que nous appellerons aussi « acoustique » — même si au long des siècles ce terme a désigné des domaines différents des sciences, plus ou moins spécialisés —, était aussi l'une des préoccupations importantes de Huygens. L'ensemble de ses travaux sur la musique et l'acoustique forment une contribution significative à l'héritage musico-théorique des siècles passés. Ils sont comparables, du point de vue de leur importance, à ceux des autres grands mathématiciens-théoriciens de la musique postérieurs à la Renaissance tels que Mersenne, Descartes, Wallis ou Euler, même s'ils n'ont commencé à être reconnus à leur juste valeur qu'au XX^e siècle.

Si les écrits de Christiaan Huygens sur la musique et sur le son restent moins connus que ceux des auteurs que nous avons cités, c'est en partie parce qu'ils sont d'un abord plus difficile, leur contenu purement technique (physique et mathématique) étant généralement plus poussé que celui des œuvres de ses prédécesseurs sur le même sujet. C'est pour cela que ces écrits avaient besoin d'être introduits et commentés, et c'est l'une des tâches à laquelle nous nous sommes attelés en publiant ce livre. Ainsi, il apparaissait souhaitable de mettre en valeur tous ces travaux en les publiant ensemble, rendant explicites les relations entre les textes séparés, les accompagnant de notes explicatives et de commentaires, et offrant une traduction française de ceux parmi eux qui avaient été publiés originellement en latin. Nous avons voulu rendre ainsi ces travaux accessibles à un public cultivé voulant connaître et comprendre les découvertes dans les domaines des sciences et des arts ; c'est là l'objet du présent volume.

On ne peut toutefois se faire une idée complète de l'apport de Huygens à la théorie de la musique, et plus généralement à la science, sans connaître le cadre familial, social et culturel dans lequel il vécut, les personnes qu'il rencontra et avec lesquelles il s'entretint, ou celles avec qui il correspondit régulièrement. Pour cela, il est important d'abord de se rappeler que l'époque à laquelle il vécut est celle qu'on appelle « l'Âge d'or », ou le « Siècle d'or » des Pays-Bas, son pays d'origine, où il reçut son éducation. C'est une époque

qui commence vers 1580 et qui se termine vers la fin du XVII^e siècle, pendant laquelle les sciences (mathématiques, mécanique, chimie, biologie), la technologie (moulins à vent, drainage des rivières, construction de digues, conception d'instruments de précision : lentilles, microscopes, télescopes, etc.), les arts (peinture, poésie, musique, architecture), le commerce, l'économie, la navigation, l'exploration et les conquêtes de ce pays connurent un essor remarquable. En peinture, c'est l'époque de Vermeer, de Rembrandt, de Rubens, de plusieurs peintres de la famille Brueghel, du célèbre portraitiste Frans Hals et de beaucoup d'autres peintres flamands dont les œuvres remplissent aujourd'hui une bonne partie des grands musées du monde. C'est aussi celle des figures importantes de la science et de la philosophie néerlandaise, parmi lesquelles on peut mentionner, à côté de Christiaan Huygens, Simon Stevin, Willebrord Snell, Frans van Schooten, Antoni van Leeuwenhoek, Baruch Spinoza et Isaac Beeckman, des savants dont les noms apparaissent plusieurs fois dans le présent ouvrage. Des philosophes tels que René Descartes, Pierre Bayle et John Locke quittèrent leur pays pour s'installer aux Pays-Bas où ils trouvèrent une atmosphère plus propice pour exprimer leurs idées. Thomas Hobbes y faisait imprimer ses livres. C'est en Hollande aussi que Galilée publia, en 1638, son important ouvrage, *Discours et démonstrations mathématiques concernant deux sciences nouvelles*, ayant été réduit au silence cinq ans plus tôt par le Saint-Office, à propos de tout ce qui concerne le mouvement du monde. Parmi les musiciens hollandais de cette époque, aux côtés de Constantijn Huygens, le père de Christiaan, qui fut un compositeur renommé, il faut citer Jan Sweelinck, organiste et compositeur dont la musique pour orgue joua un rôle très important dans le développement de cet instrument. L'œuvre et la pensée de Christiaan Huygens peuvent être mieux comprises à la lumière de ce foisonnement d'art, de culture et de transformations du paysage politique du XVII^e siècle néerlandais, un foisonnement qui continue jusqu'aujourd'hui à avoir des répercussions.

Aussi avons-nous inclus dans ce volume une biographie de Huygens qui permettra au lecteur de situer le parcours et la contribution de ce dernier dans son contexte familial — en particulier ses relations avec son père, compositeur et homme de lettres important — et dans le cadre général de la vie intellectuelle du XVII^e siècle, mentionnant ses principaux travaux et tentant de montrer ce qu'ils expriment de la position de leur auteur par rapport à ceux des autres savants contemporains.

Il ne sera pas possible cependant d'aborder de façon détaillée la totalité des travaux scientifiques de Huygens, car — en plus de nécessiter des volumes entiers — ceci nous obligerait à entrer dans des détails techniques qui n'intéresseraient sans doute qu'une faible partie des lecteurs. Désirant que cet ouvrage reste au contraire accessible au plus grand nombre, nous essayerons d'aborder ces sujets en utilisant le moins possible de vocabulaire scientifique spécialisé.

Il nous faut parler aussi des *Œuvres complètes* de Christiaan Huygens, publiées en vingt-deux gros volumes par la Société hollandaise des sciences, dont le premier parut en 1888 et le dernier seulement soixante-douze ans après, qui constituent un authentique monument de l'histoire de la pensée humaine. Elles contiennent, outre les écrits de Huygens, sa correspondance

abondante — qui remplit à elle seule la moitié des volumes — laquelle nous livre une image vivante et riche du milieu scientifique, culturel et politique de l'Europe au XVII^e siècle. Cette correspondance nous donne des renseignements uniques et précieux sur l'état de l'art musical en ce siècle classique. Elle contient des informations sur des questions relatives aux instruments, à la production des harmoniques et à beaucoup d'autres sujets musicaux et acoustiques, parmi une multitude de renseignements précieux sur l'époque.

Les divers textes de Christiaan Huygens sur la musique et l'acoustique sont disséminés dans plusieurs volumes de ses *Œuvres complètes*, même si le tome XX en contient une bonne partie (le sous-titre de ce tome est « Musique et mathématique ». Le présent volume met en valeur ces écrits accompagnés de notes et commentaires contribuant à les situer dans une perspective moderne.

Le présent ouvrage est divisé en quatre parties, dont le plan est le suivant.

La partie I contient quatre chapitres, centrés sur la vie de Huygens, son éducation, sa production scientifique et ses relations avec les musiciens de son temps.

Le premier chapitre est une biographie de Christiaan Huygens, où l'on donne un aperçu de son contexte familial et en particulier de ses relations avec ses frères et son père, et plus spécialement de l'éducation qu'il reçut de ce dernier, un personnage éminent dans l'histoire de la culture néerlandaise dont il a subi l'influence directe, ainsi que de ses relations multiples avec les savants de son époque. On y évoque en particulier celles avec Descartes, Mersenne, Pascal, Leibniz, Newton et toute une pléiade d'hommes de sciences et de lettres qu'il connut à Paris et dans d'autres villes, des relations fortes, parfois personnelles, d'autres fois épistolaires. En même temps, on présente dans ce chapitre les grands sujets et problèmes qui préoccupèrent notre savant, tant mathématiques, physiques que musicaux. On y mentionne aussi ses préoccupations philosophiques, son attirance initiale par le système métaphysique de Descartes, un système qui cessa de le satisfaire, quand, plus tard, il commença à développer sa propre vision de la nature.

Le chapitre 2 concerne plus spécialement la relation de Christiaan Huygens avec les savants de son époque et de celle qui l'a immédiatement précédée. Nous mettons principalement en évidence les connexions fortes qui existent entre ses travaux et ceux de Galilée, Leibniz et Newton, mentionnant aussi ceux de Descartes, Mersenne et d'autres.

Dans le chapitre 3, nous évoquons, à travers la correspondance de Christiaan Huygens avec Mersenne, Moray et d'autres, ainsi qu'à travers ses notes de voyage, les relations du premier avec les musiciens et le milieu musical de son époque : compositeurs, organistes, luthiers, luthistes, théorbistes, violistes, clavecinistes, facteurs de clavecins et d'orgues, fondeurs de cloches, etc. On y apprend que pendant ses séjours à Paris, Huygens louait un clavecin, qu'il était lié d'amitié à l'organiste et compositeur Henry Du Mont et à d'autres musiciens, qu'il allait très souvent au concert et à des représentations de pièces lyriques et de comédies-ballets. On y voit aussi que pendant un séjour en Angleterre il eut une audience avec le roi au cours de laquelle les deux hommes s'entretenirent de musique, et qu'il inventa un clavecin à clavier mobile dont il envoya une description détaillée à son père.

Le chapitre 4 contient quelques citations ou commentaires sur des passages de la littérature musicale française sur la musique ou sur le son, dans lesquels Huygens est mentionné. Il s'agit notamment de passages de Jean-Philippe Rameau, du P. Louis-Bertrand Castel, de François-Joseph Fétyis, Jean-Baptiste Romieu, Joseph Sauveur, Bernard de Fontenelle et Jean-Jacques Rousseau.

Les parties II et III de ce volume contiennent les textes de Christiaan Huygens sur la musique et sur la théorie du son. Tous les textes sont reproduits intégralement. Nous y avons ajouté des notes de bas de page dans lesquelles nous donnons en général des explications que nous pensons profitables au lecteur, et où parfois nous proposons une lumière nouvelle sur le sujet ou le problème considéré, comparant quand cela est utile les théories de Huygens avec les principes musicaux utilisés pendant les diverses périodes de notre musique occidentale, en particulier ceux du contrepoint, que Huygens maniait très bien. Plusieurs écrits parmi ceux que nous présentons paraissent pour la première fois en français. Nous avons corrigé certaines fautes évidentes des textes en français, et, pour en rendre la lecture plus facile, nous en avons modernisé l'orthographe, la ponctuation et l'usage des majuscules.

La partie II comprend neuf chapitres (les chapitres 5 à 13), chacun d'eux contenant une pièce écrite par Christiaan Huygens en relation avec la musique. Elles sont accompagnées de notes mathématiques, musicales et historiques. Donnons en un aperçu.

Les deux premières pièces de cette partie (les chapitres 5 et 6) montrent d'une manière particulièrement évidente le souci de notre auteur d'inclure ses recherches dans une perspective historique.

Le chapitre 5, intitulé *Notes se rapportant aux écrits antiques sur la musique*, constitue un ensemble de notes de lecture critiques d'ouvrages sur la musique par des auteurs anciens (essentiellement ceux de la Grèce antique). Huygens mentionne les écrits de Philolaos, Aristoxène, Euclide (il s'agit en réalité de Cléonide), Gaudence, Nicomaque, Alypius, Bacchius l'Ancien, Aristide Quintilien, Ératosthène, Ptolémée, et d'autres, faisant référence aussi à des écrits plus modernes de Zarlino et Wallis qui ont commenté ceux des Anciens. Dans les notes de bas de page qui accompagnent ces textes, nous avons inclus des détails sur les tempéraments des Anciens que Huygens mentionne et sur les manières de les obtenir, explicitant tous les calculs d'intervalles qui y interviennent. Ces notes de bas de page contiennent aussi, pour la commodité du lecteur, des informations sur la musique grecque antique, sur les diverses appellations des notes, sur les tonalités, les tétracordes, les espèces d'octaves, les genres, les modes et les systèmes de notation de cette musique, montrant comment elles diffèrent d'auteur en auteur, ainsi que sur la poésie, le chant et les instruments des Anciens.

Le chapitre 6, intitulé *Notes se rapportant à des écrits sur la musique d'auteurs modernes*, contient des notes de Christiaan Huygens dans lesquelles il commente des écrits de musiciens modernes, c'est-à-dire ceux du XVI^e et du XVII^e siècle, comparant leurs méthodes de division des intervalles et leurs théories sur la consonance, sur le tempérament, le chant, et sur d'autres sujets musicaux. Tout au long de ses commentaires, Huygens corrige des erreurs commises par ses prédécesseurs. La liste d'auteurs qu'il considère

inclut Salinas, Zarlino, Maillart, Kircher, Mersenne, Van der Elst, Simpson, Perrault, Werckmeister et Salmon. Plusieurs chapitres des *Istitutioni harmoniche* (1558) de Zarlino sont analysés et discutés. Le texte original de Huygens est en latin, avec certains paragraphes en français. La version que nous en offrons est entièrement en français. Comme pour le chapitre 5, les notes de bas de page que nous avons ajoutées au chapitre 6 sont des compléments aux notes de Huygens et ont pour but de préciser certaines de ses idées ainsi que de faciliter la compréhension du lecteur. Dans d'autres textes, et notamment dans sa *lettre à Basnage de Beauval*, reproduite au chapitre 11, Huygens expliquera que la différence entre les approches de la musique par les Anciens et les Modernes réside dans le fait que ces derniers ont découvert « que la pluralité des consonances est nécessaire et que toute l'harmonie des concerts en dépend ».

Les chapitres 5 et 6 n'ont pas uniquement une portée historique, mais ils nous renseignent sur la pensée musicale de Christiaan Huygens, dans laquelle les problèmes de consonance et de tempérament jouent un rôle central. Ces questions, qui le préoccupaient durant plusieurs années, sont traitées de manière détaillée dans les textes présentés dans les autres chapitres du présent volume.

Le chapitre 7 s'intitule *L'origine du chant*. Il commence par la phrase suivante : « L'origine du chant vient des consonances. » Huygens y aborde la question de savoir pourquoi les Anciens considéraient tel ou tel intervalle comme consonant. Le lecteur est conduit à celle de savoir la raison pour laquelle ces consonances procurent du plaisir, et à celle de l'explication du son à l'aide du nombre de pulsations et du classement des consonances suivant le degré d'agrément, de douceur ou de bonté (Huygens utilise les trois termes), des questions qui furent considérées par Descartes, Mersenne et d'autres avant lui, et plus tard, par Leibniz, Rousseau, et surtout Euler. Il termine par la phrase suivante, prédisant que le nombre 7 devrait être utilisé aussi pour les proportions donnant lieu à des consonances et anticipant les théories d'Euler et de Rameau, au XVIII^e siècle, sur l'utilisation de ce nombre en musique : « Cependant à bien examiner la chose et sans préjugé l'on trouvera que le nombre de 7, comparé à d'autres, n'est pas incapable de produire une consonance, mais que celles qu'il produit ne sont pas compatibles avec les consonances déjà établies, ni même si bonnes. »

Le chapitre 8, intitulé *Division du monocorde*, est un chapitre très technique, originellement écrit en latin, dont nous offrons une traduction française. Cet écrit de Huygens est sans introduction, et il consiste essentiellement en des calculs détaillés représentés sous la forme de tables relatives à des divisions de l'octave et à des tempéraments. Huygens s'attelle à la tâche de trouver le tempérament qui se rapproche le mieux de la justesse des quintes et des quartes, tout en essayant de garder les tierces et les sixtes les plus proches possible de leurs rapports idéaux. Il propose des tempéraments au quart de comma et au septième de comma. Pour ses calculs, Huygens utilise les logarithmes, un objet mathématique qui, comme il l'a déclaré lui-même à plusieurs reprises, constitue un outil de calcul important en musique. Nous avons inclus en notes de bas de page plusieurs calculs qui

complètent ou expliquent ceux du texte de Huygens (qui eux-mêmes sont assez nombreux). À certains endroits, nous avons corrigé (en note) des valeurs erronées du texte original.

Huygens commence le chapitre 9, intitulé *Autres considérations sur la gamme diatonique*, par la question de savoir pourquoi « parmi toutes les nations » on chante les mêmes intervalles de tons et demi-tons, et de plus, dans le même ordre. Il en développe une explication attrayante basée sur notre perception des consonances et de leur succession, impliquant des phénomènes d'anticipation et de souvenir de tels intervalles.

Le chapitre 10, intitulé *Pièces sur le chant antique et moderne*, comporte quatre pièces, concernant les sujets suivants : (1) pièce intitulée *Tempo giusto*, comprenant des remarques sur la durée des notes : partant du fait que les notes individuelles ont des durées relatives (dans l'ancien chant, il y avait les *longæ* et les *breves*, tandis que dans la musique moderne il y a les noires, les croches, les doubles croches, etc.), Huygens, pour pouvoir donner pleinement un sens à cela, affirme la nécessité de pouvoir les mesurer avec un appareil comme le pendule (il faut se souvenir que le métronome n'existait pas encore) ; (2) pièce intitulée *Les divers modes*, à propos des modes et des genres, avec leurs différences et leurs variations suivant les auteurs et les époques : Huygens considère qu'il y a seulement deux modes (et non pas douze), qui sont le majeur et le mineur ; (3) pièce intitulée *Différence de hauteur, par rapport aux tons des instruments, résultat de la justesse du chant*, comprenant des réflexions sur la justesse des intervalles dans le chant et ceux produits par des instruments, et sur les raisons qui conduisent à l'utilisation d'intervalles qui s'écartent de la justesse théorique ; (4) pièce intitulée *Les Anciens connaissaient-ils le chant polyphonique ?*, contenant des remarques sur l'usage ou l'absence de la polyphonie chez les Anciens, avec des références à Salinas et Wallis sur cette question : Huygens penche pour le fait que la polyphonie n'existait pas dans la musique grecque antique.

Le chapitre 11 est une collection de pièces écrites par Huygens sur la musique, réunies sous le titre *Le nouveau cycle harmonique*. On en donne ici une traduction française. Ces pièces contiennent la base et le développement de la théorie de Huygens sur la division de l'octave en 31 intervalles égaux, un tempérament qu'il recommande tant pour les instruments que pour la voix. Huygens découvre que les différences entre les intervalles de cette division de l'octave et ceux du tempérament mésotonique connu à son époque (un tempérament obtenu en essayant d'avoir le plus de tierces justes sans trop fausser les quintes, et que l'on appelle parfois « tempérament mésotonique ordinaire ») sont indiscernables. L'ensemble des pièces réunies dans ce chapitre constitue probablement l'apport principal de Christiaan Huygens à la théorie de la musique, et, en tous les cas, c'est celui qui eut le plus de retentissement au XX^e siècle. La question de l'influence de ces idées est abordée dans les chapitres 17 et 18 du présent volume. La théorie proposée par Huygens dans *Le nouveau cycle harmonique* est accompagnée de calculs très détaillés d'intervalles musicaux. Le chapitre contient en particulier la lettre de Huygens à l'historien Henri Basnage de Beauval, rédacteur de l'*Histoire du journal des savants*, dans laquelle il expose les idées principales de sa nouvelle théorie sur les intervalles et le tempérament où il est question aussi

de consonance et d'accord des instruments, qu'il place dans un contexte historique et qu'il adapte aux besoins de la polyphonie moderne. La question générale à laquelle Huygens propose une solution est celle de savoir quelles sont les consonances qui tolèrent le mieux des modifications. Cette question était importante, du fait que l'on est obligé de tempérer les intervalles. Sa réponse est qu'il faut garder intactes les octaves (rapport 2/1), ensuite autant que possible les quintes (rapport 3/2), et ainsi de suite, les consonances définies par des nombres de plus en plus grands pouvant admettre des modifications que celles qui sont définies par des nombres plus petits ne tolèrent pas. En particulier, ceci a conduit Huygens à accepter le nombre 7 dans les entiers définissant les consonances, anticipant, comme on l'a vu plus haut, les théories de Leonhard Euler au siècle suivant.

Le chapitre 12, intitulé *Règles de l'accompagnement* est un texte court sur l'accompagnement.

Le chapitre 13 contient des extraits du *Cosmothéoros* (Cosmotheoros, Sive de Terris Cœlestibus, Earumque Ornatu, Conjecturæ), publié pour la première fois en latin en 1698, dernier ouvrage de Huygens, connu par le grand public surtout parce qu'il y énonce des conjectures sur d'éventuelles vies extraterrestres. Nous avons choisi de réunir certains passages de ce livre dans lesquels Huygens nous livre certaines réflexions sur l'acoustique et la musique des occupants éventuels d'autres planètes. Ces pages nous font réfléchir à la question de savoir distinguer dans quelle mesure ce que nous savons des propriétés physiologiques de l'ouïe dont nous sommes dotés, de la science de l'harmonie et de tout ce qui est relié à la musique et au son, est propre aux habitants de notre terre ou bien pourrait se trouver aussi chez des habitants d'autres planètes n'ayant jamais eu de contact direct avec nous. Ce faisant, Huygens part du principe que ces derniers connaissent le « plaisir de la musique », dans sa dimension immuable. Huygens est probablement le premier auteur à avoir abordé de manière précise la question de savoir si notre musique dépend du lieu ou du milieu où l'on vit, à un niveau extraplanétaire.

La partie III de ce volume concerne plus particulièrement la théorie physique du son, et elle est constituée par les chapitres 14 à 17.

Le chapitre 14 est intitulé *Expériences sur le son* et il contient huit textes plus ou moins courts sur ce sujet. Parmi ces textes, sept font partie d'une série d'écrits réunis par l'éditeur du t. XIX des *Œuvres* sous le titre *Le son* ; le 8^e est tiré du même volume. Dans ces textes, Huygens décrit plusieurs réalisations physiques permettant d'étudier des phénomènes physiques sur le son : expériences sur le tremblement des cordes tendues par des poids, dans le but de faire entendre les harmoniques (écrit intitulé *Expérience projetée pour voir les « tremblements entremêlés » d'une corde*) ; expériences sur des pièces métalliques en forme de parallélépipède permettant d'étudier l'acoustique des cymbales (pièce intitulée *Vibration d'une verge ou d'une lame soutenue en deux endroits ou encastrée dans un mur à l'une de ses extrémités*) ; expériences sur la vitesse de la propagation du son dans l'air et dans l'eau (pièces intitulées *Du son en général, et plus spécialement des tons musicaux. Propagation du son par l'air et par l'eau* et *Vitesse du son dans l'air*) ; expérience sur l'écho (pièce intitulée *Échos successifs des marches*

d'un escalier. Tons des tuyaux d'orgue); expérience sur la détermination de la fréquence absolue d'un son (pièce intitulée *Détermination expérimentale de la fréquence des vibrations correspondant à un certain ton. La longueur d'onde*); expérience sur des flûtes et des tuyaux (pièce intitulée *Expériences diverses*); et expérience sur la transmission du son dans l'eau (pièce intitulée *Expérience de Huygens de 1674 pour essayer si le son se fait entendre à travers le vide, à laquelle se rattache une expérience pour voir si le son se transmet par l'eau*).

Le chapitre 15, intitulé *La voix humaine*, contient un texte de Christiaan Huygens sur la phonétique, dans lequel il étudie les propriétés de la voix humaine, fournissant en particulier une description de la façon dont les organes humains (gorge, larynx, lèvres, etc.) se déforment pour produire des sons correspondants aux diverses lettres de l'alphabet, faisant une distinction entre les syllabes prononcées au début ou à la fin d'un mot, etc. Huygens distingue aussi entre elles les façons de prononcer les lettres en latin et en français. Le texte original est en latin, et nous en proposons une traduction française.

Le chapitre 16 contient une pièce intitulée *Découverte de la théorie de l'isochronisme des vibrations*, dans laquelle Huygens nous livre une théorie mathématique de l'isochronisme basée sur les propriétés géométriques de la cycloïde. La pièce constitue l'un des textes importants de l'acoustique musicale, car Huygens y résout, par une démonstration mathématique, une question difficile sur la production du son, à savoir, la relation entre la fréquence d'une corde vibrante et la tension de cette corde. En fait, Huygens, dans cette pièce, répond à une question que Mersenne lui avait posée 27 ans plus tôt, dans une lettre datée du 16 novembre 1646.

La dernière partie du volume (partie IV) est consacrée aux développements de la théorie du tempérament à 31 degrés (division de l'octave en 31 parties), antérieurs et ultérieurs à celle de Christiaan Huygens. Elle contient deux chapitres, les 17 et 18.

Le chapitre 17 est intitulé *Le tempérament égal à 31 parties (1555-1739)*. Il contient une présentation des recherches sur la division de l'octave en 31 degrés, la plupart d'entre elles ayant été conduites avant les travaux de Huygens sur ce sujet. On y mentionne, entre autres, des instruments comme l'*archicembalo* et l'*arciorgano* réalisés par Nicola Vicentino, le *clavemusicum omnitonum* de Vito Trasuntino, le *cembalo pentarmonico* de Giovanni Battista Doni, le *cembalo onnicordo* de Francesco Nigetti, et d'autres instruments utilisant des divisions de l'octave en 31 parties, donnant des tables précises des tempéraments utilisés dans l'accord de ces instruments.

Le chapitre 18 est intitulé *Adriaan Fokker et la composition avec 31 sons (1938-2018)*. Adriaan Fokker (1887-1972) était un physicien néerlandais qui, découvrant les travaux de Christiaan Huygens sur le tempérament à 31 intervalles égaux, entama des recherches sur la musique. Il devint théoricien de la musique et compositeur. Utilisant les travaux de Huygens comme base d'une nouvelle théorie musicale et d'un nouveau mode de composition, il composa suivant le tempérament à 31 intervalles égaux. Fokker discuta aussi de la relation entre les travaux de Huygens sur la musique et ceux de Leonhard Euler sur l'utilisation de la septième harmonique et le nombre 7 et sur la

classification en genres. En parlant des travaux de Fokker, on met en relief le principal apport de Christiaan Huygens dans la composition musicale du XX^e et XXI^e siècle. Ainsi, le chapitre 18 contient une présentation de plusieurs instruments de musique à clavier, construits au XX^e siècle, capables de produire les 31 sons de Huygens revus par Fokker. Ce chapitre comprend aussi une description commentée de plusieurs compositions musicales du XX^e et du XXI^e siècle basées sur ces 31 sons. Le chapitre est suivi d'une annexe répertoriant un nombre important d'œuvres contemporaines en trente et unièmes d'octave. Ces œuvres sont la preuve de l'impact direct de l'œuvre théorique de Christiaan Huygens dans la musique d'aujourd'hui.

RENZO CADDEO, DIPARTIMENTO DI MATEMATICA, PALAZZO DELLE SCIENZE, VIA OSPEDALE 72, 09124 CAGLIARI, ITALIA, CADDEO@UNICA.IT

XAVIER HASCHER, UNIVERSITÉ DE STRASBOURG, DÉPARTEMENT DE MUSIQUE, FACULTÉ DES ARTS, BÂTIMENT LE PORTIQUE, 14 RUE RENÉ DESCARTES - BP 80010 - 67084 STRASBOURG CEDEX, FRANCE, XHASCHER@UNISTRA.F

FRANCK JEDRZEJEWSKI, COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE, SACLAY, INSTN, 91191 GIF-SUR-YVETTE CEDEX, FRANCE, FRANCKJED@GMAIL.COM

ATHANASE PAPADOPOULOS, INSTITUT DE RECHERCHE MATHÉMATIQUE AVANCÉE CNRS ET UNIVERSITÉ DE STRASBOURG, 7 RUE RENÉ DESCARTES - 67084 STRASBOURG CEDEX, FRANCE, ATHANASE.PAPADOPOULOS@MATH.UNISTRA.FR