HAL
open science

La sympathie dans les cordophones à clavier : de l'organologie à l'esthétique

Christophe d'Alessandro

To cite this version:

Christophe d'Alessandro. La sympathie dans les cordophones à clavier : de l'organologie à l'esthétique. 2022. hal-03911896

HAL Id: hal-03911896

https://hal.science/hal-03911896v1

Preprint submitted on 23 Dec 2022

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.

La sympathie dans les cordophones à clavier : de l'organologie à l'esthétique.

Christophe d'Alessandro
LAM - Institut Jean le Rond ∂'Alembert,
Sorbonne Université - CNRS, UMR 7190
4, place Jussieu (case 162) 75252 Paris Cedex 05 FRANCE

Résumé :
Nous étudions la *sympathie* en tant qu'élément organologique, phénoménologique et esthétique des cordophones à clavier (famille des clavicordes, clavecins, pianos), tant pour le timbre que pour les modes de jeu, les styles d'interprétation et l'écriture. Du point de vue organologique, différents systèmes d'étouffoirs existent, placés sur divers segments de cordes, pour certains types d'instruments, mais pas pour tous. Ils définissent, de façon permanente ou de façon intermittente sous le contrôle de l'instrumentiste, les cordes ou ensembles de cordes mises en vibration sympathique. Du point de vue phénoménologique, la sympathie présente tout une gamme d'effets sonores, qui s'apparentent à la *réverbération* et à la *résonance*. Du point de vue esthétique, la sympathie est soit statique, une donnée du timbre de l'instrument (par exemple pour le clavicorde ou les cordes aliquotes du piano), soit dynamique, contrôlée et évoluant dans le temps. Le contrôle dynamique de la sympathie dans la *pédalisation* est devenue un des éléments esthétiques du jeu pianistique au cours de l'évolution musicale. *L'instrument comme corps résonant* a pris de l'importance dans la musique contemporaine : le jeu ou le chant dans l'instrument, la percussion, le piano préparé sont autant de façons d'exploiter la résonance pour créer des sonorités, des modes de jeu, des figures musicales nouvelles. Même si les cordophones à claviers ne sont généralement pas considérés comme des instruments à cordes sympathiques, c'est dans cette famille d'instruments que la sympathie a dépassé le stade d'élément statique du timbre instrumental pour devenir un élément de discours musical et de son interprétation, élément avec lequel on compose.

La sympathie dans les cordophones à clavier

La *sympathie*, c'est-à-dire la mise en vibration de segments de cordes passifs par d'autres segments de cordes, actifs, joue un rôle important pour les cordophones à clavier (famille des clavicordes, clavecins, pianos). La sympathie, reconnue depuis au moins le début du 16e siècle comme un élément constitutif du timbre, est souvent prise en considération dans la conception et le réglage de de ces instruments Au cours de l'évolution de cette famille, la sympathie occupe une place de plus en plus importante dans les modes de jeu, les styles d'interprétation et d'écriture, jusqu'à devenir un idiomatisme dans l'écriture pianistique, avec l'avènement de la pédalisation au tournant du 19e siècle. Le propos de cet article est d'étudier la sympathie dans cette famille d'instruments, dans une dimension historique, en partant des données acoustiques et organologiques, en passant par des aspects phénoménologiques pour aboutir aux conséquences et usages esthétiques. Nous espérons démontrer dans cet exposé que les cordophones à clavier (désormais dénommé simplement « claviers », puisqu'il ne sera pas question ici des autres types d'instruments à clavier) bien que rarement ou jamais considérés comme des instruments à cordes sympathiques, forment probablement la famille d'instruments qui a développé la plus grande variété d'usages musicaux de la sympathie, et même un usage raisonné du de la sympathie, rendu possibles par le contrôle dynamique des dispositifs mécaniques d'étouffement.

Acoustique et phénoménologie de la sympathie

Excitation et résonance de l'instrument

La production du son dans les claviers, c'est-à-dire d'une vibration de l'air dans l'espace avoisinant l'instrument répond au schéma suivant :

- Un système d'excitation manœuvré par le doigt met en mouvement un segment de corde ;
- La corde vibre, avec sa fréquence de résonance, et transmet son mouvement à la table d'harmonie et à toute la structure de l'instrument. Ainsi, la table d'harmonie et toute la structure, éventuellement d'autres segments de cordes par sympathie, sont mises en vibration mécanique.
- L'ensemble de ces vibrations mécaniques se transmet à l'air au voisinage de l'instrument, et produit une vibration de l'air, c'est-à-dire un son. Le son produit au voisinage de l'instrument rayonne dans l'espace environnant et parvient à nos oreilles.

Il convient de distinguer la partie de l'instrument qui forme le système excitateur (la « mécanique » de l'instrument, faite de touches, plectres ou marteaux etc.), et la partie de l'instrument qui forme le système résonnant et rayonnant.

En plus de la corde, d'autres systèmes vibrants interviennent dans la production du son, avec leurs propres fréquences de résonance : la table d'harmonie, le chevalet, la ceinture ou le couvercle de l'instrument par exemple. L'instrument est construit pour équilibrer les réponses de tous ces systèmes vibratoires à l'excitation initiale afin de produire le son particulier recherché par le facteur.

VIbration des cordes

Le son initial provient de l'excitation des cordes, qui sont des fils souples (métalliques en général pour les claviers, mais parfois en boyau ou en nylon) tendus. La corde possède généralement 3 segments :

- De la pointe d'accroche au sillet : S_{AS} ;
- Du sillet au chevalet : S_{SC} ;
- Du chevalet à la cheville d'accord : S_{CH} ;

Un quatrième segment entre le sillet et la position de la tangente S_{ST}, qui sert de sillet mobile, se rencontre dans le clavicorde. Les chevilles sont à gauche (parfois à droite) pour les instruments « carrés » (c'est-à-dire rectangulaires, avec les cordes plus ou moins parallèles au clavier) et à l'avant pour les instruments « à queue ». Les pointes d'accroche sont du côté opposé.

La partie des cordes actives, excitée par le système excitateur est celle entre le sillet et le chevalet. C'est cette partie qui est réglée, en longueur, tension, masse linéique (matériau et diamètre) pour donner la note voulue, dont la fréquence fondamentale ou fréquence du premier harmonique, vaut (en première approximation, pour un fil infiniment souple) suivant la formule de Mersenne (T : tension de la corde, L : longueur vibrante de la corde, μ : masse linéique de la corde) : $F_0 = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$. À cette fréquence fondamentale s'ajoutent tous les autres harmoniques, dont les fréquences sont multiples de F_0 , données par :$F_n = nF_0 \; pour \; n = 2,3,4, \ldots$ avec des amplitudes qui décroissent dans l'aigu avec le rang n de l'harmonique. Lorsque le segment de corde active entre en vibration sous l'action du système excitateur, elle vibre avec une hauteur musicale F_0 et elle peut provoquer la vibration sympathique de tous les segments de cordes non étouffés, en privilégiant ceux dont les fréquences correspondent à F_0 ou F_n.

Cordes actives et sympathiques

Une même corde comprend donc plusieurs segments dans les cordophones à clavier, dont un segment S_{SC}, entre le sillet et le chevalet, est mis en vibration par un marteau, un plectre, ou une tangente, c'est le segment actif (par la suite nommé « *corde active* »). Cette vibration se transmet aux extrémités de la corde, sillet et chevalet, puis à tout l'instrument. Elle peut ainsi se transmettre aux autres segments de la même corde, et à tous les segments des autres cordes. Sous certaines conditions, par une excitation indirecte, ces segments, S_{AS}, S_{SC}, S_{CH} entrent eux même en vibration sympathique, on les dénommera par métonymie « cordes sympathiques ». Ainsi, pour une même corde, la sympathie peut

intervenir entre le segment actif de la corde S_{SC} et un autre segment de la même corde S_{AS}, S_{CH}. Pour des cordes différentes 1 et n, la sympathie peut intervenir entre le segment actif de la corde 1 S_{SC1} et un autre segment de la corde n S_{ASn}, S_{SCn}, S_{CHn}.

Deux conditions sont nécessaires pour qu'un phénomène de sympathie intervienne entre deux segments de corde :

1. Le mouvement doit se transmettre entre les segments de corde, c'est-à-dire qu'ils doivent être mécaniquement liés, plus ou moins directement (comme deux segments d'une même corde qui sont en continuité) ou indirectement (reposant sur le même chevalet, la corde active met en vibration le chevalet, qui transmet le mouvement à la corde sympathique). L'excitation de la corde sympathique est donc secondaire, ce n'est pas une excitation directe par le système excitateur de l'instrument.
2. La corde sympathique doit pouvoir vibrer librement, dont ne pas être étouffée par un étouffoir ou un contact qui empêche ou qui amortit sont mouvement.

La corde sympathique répond à l'excitation secondaire qui lui est transmise avec la fréquence fondamentale ou les fréquences harmoniques qui correspond à ses propriétés : longueur, tension masse linéique. Par sa vibration, elle contribue au son global de l'instrument, en ajoutant ses propres fréquences à celles de la corde active, avec éventuellement des phénomènes de battement, de prolongation du son, de coloration spectrale, tous les effets acoustiques provoqués par la vibration simultanée de plusieurs cordes.

L'amplitude de réponse de la corde sympathique dépend des conditions d'accord et de liaison mécanique entre corde sympathique et corde active. Ainsi corde active et sympathique peuvent être accordées, ou pas. Elles peuvent aussi être en relations harmoniques (octave, quinte) et posséder des harmoniques communs, qui peuvent être accordés ou pas. L'effet de la vibration sympathique est donc plus ou moins sensible en fonction des quatre types de cas suivants :

1. Bonne liaison mécanique et bon accord du fondamental ou des harmoniques
2. Faible liaison mécanique et bon accord du fondamental ou des harmoniques
3. Bonne liaison mécanique et désaccord du fondamental ou des harmoniques
4. Faible liaison mécanique et désaccord du fondamental ou des harmoniques

Notons que dans le cas 1, par exemple avec des cordes attachées à un même point et bien accordées, les deux cordes peuvent interagir fortement, avec un des conséquences sonores particulières. Il en est ainsi par exemple des doublets ou triplets de corde d'une même note pour le piano. Le couplage renforce nettement l'effet sonore de la corde sympathique, qui sonne plus fort, et peut s'amortir plus rapidement.

La vibration par sympathie apparaît *inévitablement* pour un cordophone, surtout si les cordes sont nombreuses, puisque la mise en vibration d'une des cordes de l'instrument se transmet, plus ou moins, à toutes les parties de l'instrument à cause des liaisons mécaniques[1]. La question de favoriser ou d'atténuer cette sympathie se pose donc pour les facteurs d'instruments : ils vont utiliser ces possibilités afin d'obtenir des effets sonores particuliers. D'un point de vue phénoménologique, le phénomène sympathique apparait suivant deux grandes catégories, que nous dénommerons *réverbération sympathique* et *résonance sympathique*.

Réverbération sympathique ou sympathie à bande large

En acoustique des salles, la réverbération apparait lorsque des réflexions multiples de l'onde sonore prolongent l'excitation sonore initiale. Pour les cordophone, la réverbération apparaît lorsqu'une corde active met en mouvement un grand ensemble de cordes sympathiques, qui répondent sur une large gamme de fréquences. La réverbération est caractérisée par sa durée, le temps de décroissance de la réponse, ou temps de réverbération, dans les différentes bandes de fréquence. Elle est également caractérisée par la coloration spectrale, les fréquences privilégiées de la réponse, avec des pics fréquentiels ou résonances, pour certaines fréquences. L'effet résultant apparaît comme un halo

[1] Voir pour la harpe, Le Carrou Jean-Loïc, Gautier François, Dauchez Nicolas and Gilbert Joël, Modelling of sympathetic string vibrations. Acta Acustica united with Acustica, 91(2):277–288, 2005 et Le Carrou Jean-Loïc, Gautier François and Badeau Roland. Sympathetic string modes in the concert harp. Acta Acustica united with Acustica, 95(4):744–752, 2009.

sonore, qui prolonge le son. La réverbération est un phénomène à large bande spectrale, c'est-à-dire qui se manifeste sur une gamme de fréquence étalée dans le spectre. Le système excitateur, la source du son, n'est pas affecté par la réverbération, tout comme la réverbération d'une salle ne change pas les propriétés vibratoires propres des instruments qui y jouent : systèmes excitateur et système réverbérant sont en première approximation découplés.
Dans le cas des claviers, un effet de réverbération est obtenu par exemple en abaissant la pédale de droite du piano. Par sympathie toutes les cordes actives de l'instrument réverbèrent les notes jouées. Les cordes sympathiques offrent un précèdent, par des moyen acoustique et mécanique, aux dispositifs électro-acoustique, électroniques, ou numériques de réverbération artificielle. C'est un procédé ancien pour donner l'illusion d'un espace acoustique agrandi, le premier procédé de « spatialisation » de la source sonore, qui donne par exemple au minuscule clavicorde la réverbération d'une cathédrale.

Résonance sympathique : sympathie à bande étroite.

Certaines cordes sympathiques peuvent sonner particulièrement fort dans un instrument, renforcer particulièrement une note particulière, et émerger du halo sonore. L'effet produit donne à la limite un sifflement avec une hauteur tonale bien définie. Il s'agit d'une résonance sympathique. Au contraire de la réverbération, la résonance sympathique agit sur une fréquence précise et bien accordée : c'est une sympathie à bande étroite. Cette sympathie à bande étroite peut être un défaut de l'instrument ou au contraire être recherchée pour améliorer le timbre, comme nous le verrons.
La sympathie fait intervenir deux systèmes similaires, ici deux segments d'une même corde ou deux segments de cordes différentes dont le mouvement est commun à un endroit, par couplage mécanique. La corde sympathique est mise en mouvement par la corde active. Elle répond avec sa fréquence de résonance, ainsi que ses harmoniques. Lorsque la corde active et la corde sympathique sont bien accordées, des phénomènes d'interaction se produisent. Par exemple, le son peut se prolonger, paraître plus fort, les deux cordes peuvent s'accorder entre elles. La résonance sympathique est d'autant plus importante que les deux cordes sont fortement couplées mécaniquement et bien accordées. Contrairement à la réverbération sympathique, la résonance sympathique modifie les propriétés vibratoires de la corde active. Ainsi par exemple, dans l'accords des unissons, un infime décalage des cordes donne un son plus long et plus riche, car l'unisson mathématiquement parfait entraîne un couplage fort et un amortissement rapide du son[2].

Les familles d'instruments à clavier et la sympathie

Les cordophones à clavier apparaissent au XIVe siècle en Europe, en associant un système mécanique d'excitation commandé par une clavier à un monocorde ou une cithare. L'iconographie comprend quelques dizaines de représentation datant du moyen-âge tardif, le plus ancien instrument effectivement conservé étant un clavicythérium (à cordage vertical et à plectre, au Royal College of Music de Londres[3]) de la seconde moitié du 15e siècle. Quant à la sympathie, il faut considérer pour chaque instrument le mode d'excitation des cordes jouée, les dispositifs d'étouffement des segments de cordes joués ou des segments de cordes non joués mais susceptibles de sympathie. En considérant les mécanismes d'excitation, marteau, tangente ou plectre, trois grandes familles apparaissent

1. Famille des instruments à cordes pincées par un plectre : épinette, virginal, clavecin, clavicytherium, clavicymbalum, clavecin-luth, …
2. Famille des instruments à tangente-sillet : monocorde à clavier, clavicorde lié, clavicorde libre.

---

[2] L'accord des unissons au clavicorde est discuté dans : Bavington Peter, Clavichord Tuning and Maintenance Keyword Press, London, 2007, p. 12 et Barnes John, Coupling between clavichord unisons and its effect on tuning, Het Clavichord, Year 2, N°3, Netherlands Clavichord Society 1989. Pour le piano, voir l'article fondateur : Weinreich Gabriel, Coupled piano strings. The Journal of the Acoustical Society of America, 62(6):1474–1484, 1977 et plus recent: Woodhouse Jim, A necessary condition for double-decay envelopes in stringed instruments. The Journal of the Acoustical Society of America, 150(6):4375–4384, 2021.
[3]Wells Elizabeth, Royal College of Music Museum of Instruments, Catalogue Part II, Keyboard Instruments, London, 2000, p. 27-35.

3. Famille des instruments à cordes frappées par un marteau ou une tangente libre : pianoforte, piano, piano à tangente, pantaleon, …

Notons que quelques exemples instruments hybrides ont également existé, comme le clavicorde-pantaleon[4] (tangente et marteaux) ou le clavecin-piano (plectres et marteaux).

Des mécanismes d'étouffoirs, quand ils existent, contrôlent de façon permanente, ou de façon intermittente par le jeu de l'instrumentiste, les cordes actives :

1. Instruments sans étouffoirs pour la corde active : clavicymbalum, clavicytherium, pantaléon.
2. Instruments avec étouffoirs pour la corde active, sans dispositif de contrôle des étouffoirs : épinette, virginal, clavecin, clavicorde.
3. Instruments avec étouffoirs pour la corde active et dispositif de contrôle des étouffoirs : pianoforte, piano, piano, piano à tangente

Les segments de cordes passifs sont étouffés ou non par des bandes de feutre, en général de façon permanentes.

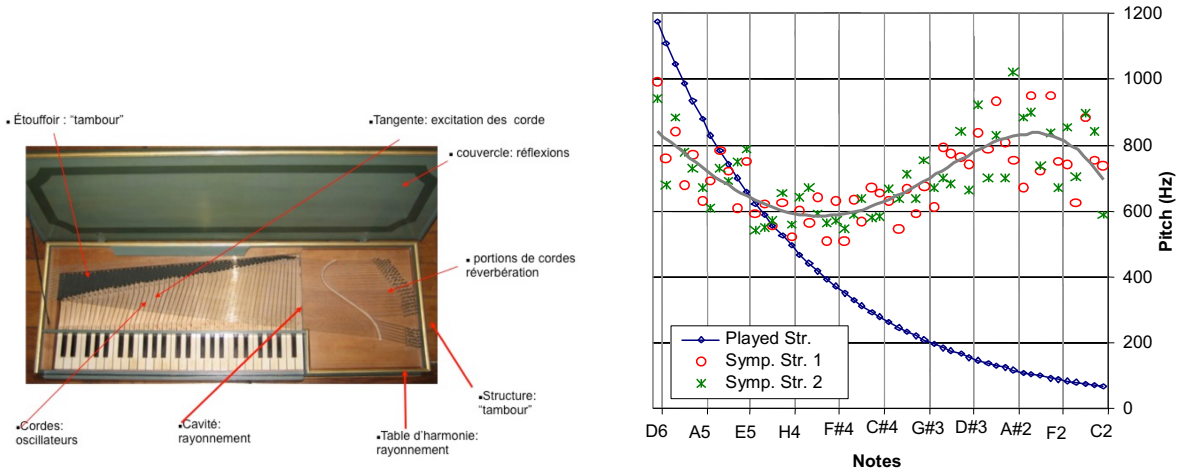

Figure 1: un clavicorde, à gauche : les segments de cordes sympathiques sont à droite de l'instrument. À droite, fréquences fondamendales des segments actifs des cordes (notes jouées) comparées aux fréquences fondamentales des segments sympathiques.

Réverbération sympathique dans le clavicorde

Les cordes du clavicorde se divisent en trois segments, comme le montre la Figure 1. La tangente fait office de sillet en même temps que de système excitateur. Le premier segment est entre la pointe d'accroche et la tangente. Ce segment est étouffé par une bande d'étoffe de feutre. Lorsque la tangente est en contact avec la corde, un second segment, entre la tangente et le chevalet sur la table d'harmonie forme la partie vibrante active de la corde. Lorsque la touche retombe, ce segment est étouffé par la bande d'étouffoir à droite de la corde, et elle cesse de sonner. Le troisième segment se situe entre le chevalet et la cheville d'accord S_{CH} . Ces segments de corde ne sont jamais étouffés dans les clavicordes : elles agissent comme des cordes sympathiques, qui apportent de la réverbération au son relativement faible de l'instrument. Ainsi le plus petit des instruments à clavier est-il équipé d'une petite chambre de réverbération acoustique, qui lui apporte un effet comparable à celui d'une salle, une dimension sonore monumentale[5] dans un mouchoir de poche.

La Figure 1 (à droite) montre la répartition fréquentielle des cordes sympathiques S_{CH} en regard des cordes jouées pour un clavicorde (à gauche). Les longueurs des cordes sympathiques correspondent à une zone fréquentielle de réverbération entre 550 et 1000 Hz. L'effet acoustique est de prolonger un peu le son de l'instrument, de l'élargir spectralement pas un halo réverbérant et de l'amplifier

[4] Brauchli Bernard, The clavichord. Cambridge University Press,1998.

[5] d'Alessandro Christophe and Katz Brian F.G., Tonal quality of the clavichord: The effect of sympathetic strings. In Proceedings of the International Symposium on Musical Acoustics ISMA '04, pages 21–24, 2004.

perceptivement par la réverbération. Si on étouffe ces cordes sympathiques S_{CH}, le son de l'instrument paraît plus sec, moins long, moins riche.
L'effet est bien connu dans le clavicorde, il est cité dans plusieurs traités de facture instrumentale dès le 16e siècle par Virdung[6], puis au 17e par Mersenne[7] ou au 18e par Adlung[8]. Notons que Mersenne considère également la possibilité de cordes sympathiques entre la pointe d'accroche et le sillet, sur la gauche des cordes « Il faut encore remarquer le petit cheualet droit O P, lequel eſt couuert de pointes de fer, qui déterminent la longueur harmonique des chordes, qui paſſent iuſques à Q O, où leurs boucles ſont attachées à d'autres pointes de fer. ». Cet effet ne me semble pas ou pas très significatif en pratique pour plusieurs raisons : ces segments de corde sont très courts, donc aigu et peu perceptible ; ils sont peu excités car la corde vibre peu près du sillet ; ils ne reposent pas sur une table d'harmonie susceptible de faire rayonner leur vibration.
Il existe à ma connaissance un seul clavicorde équipé de véritables cordes sympathiques additionnelles. Cet instrument scandinave de H. Jansen (1754)[9] possède un ensemble de cordes tendues sous la table d'harmonie, dont la seule raison d'être semble un apport supplémentaire de réverbération sympathique. L'instrument n'étant pas en état de jeu, il est difficile d'apprécier l'effet de cet apport.

Réverbération sympathique dans les instruments sans étouffoirs

Les premiers claviers à plectre ou à marteau, le clavicymbalum ou le dulce melos décrit par Arnaud de Zwolle[10] (citer) par exemple, montrent un mécanisme dépourvu d'étouffoir. À la suite de ce texte et avec l'exemple unique de clavicythérium du 15e siècle conservé, les reconstitutions modernes de clavicythérium ou clavicymbalum médiévaux sont dépourvues d'étouffoir. Le son correspondant rappelle celui de la cithare, avec une réverbération permanente des toutes les cordes jouées S_{SC}.
Cette réverbération sympathique semblable à l'effet d'une cithare semble bien correspondre au style modal des musiques du moyen-âge tardif.
L'étouffoirs, attachés aux sautereaux, apparait dans le clavecin au cours du 16e siècle. Ainsi la polyphonie et la modulation deviennent plus lisibles, le jeu rapide du clavier donne lieu à moins de confusion sonore à cause de la réverbération. L'étouffoir apporte au clavecin la possibilité d'articulation, comme à l'orgue ou au clavicorde, par le contrôle précis de l'extinction du son. Cette recherche d'articulation semble prendre le pas sur la recherche de richesse du timbre par la réverbération que l'on rencontrait encore au 15e siècle, puisque tous les clavecins seront désormais munis d'étouffoirs.
Les claviers sans étouffoirs réapparaissent curieusement au 18e siècle par engouement pour le cymbalum. Un virtuose exceptionnel, Pantaleon Haberstreit se produit au début du 18e siècle dans les cours d'Europe, en jouant un grand cymbalum de sa conception. Comme tous les cymbalum l'instrument est joué par de petits marteaux ou mailloches et ne possède pas d'étouffoir. Pour imiter cet instrument aussi remarquable que difficile à jouer, sont construits des pianofortes carrés, « épinettes à marteau de bois dur », dépourvu d'étouffoirs. Ces instruments, voir la Figure 2, sont dénommés dans plusieurs sources anciennes des « pantaleon » ou « pantalon ». La réverbération sympathique est permanente, ce qui rend la musique un peu confuse, mais qui donne un son plus riche et apparemment plus fort. Les pantalons semblent avoir été assez abondant, en particulier dans le monde germanique dans la seconde moitié du 18e siècle. Le pantalon est moins riche de possibilités expressives que le pianoforte : il interdit l'articulation, le silence entre les notes disparait par manque d'étouffement du son une fois la note jouée.

---

[6] Virdung Sebastian, Musica Getutscht, Bâle, 1511.
[7] Mersenne Marin, Harmonie universelle, contenant la théorie et la pratique, Sébastien Cramoisy, Paris, 1636.
[8] Adlung Jakob, Musica mechanica organoedi: Das ist: Gründlicher Unterricht von der Struktur, Gebrauch und Erhaltung, &c. der Orgeln, Clavicymbel, Clavichordien und anderer Instrumente, in so fern einem Organisten von solchen Sachen etwas zu wissen nöhtig ist, volume 1, FW Birnstiel, 1768.
[9] Aanstad Odd, Two Unusual Clavichords, The Galpin Society Journal, Vol. 43 (Mar., 1990), pp. 147-150
[10] Le Cerf Georges et Labande Edmond René, *Les Traités d'Henri-Arnault de Zwolle et de divers anonymes (Paris : Bibliothèque nationale, ms. latin 7295)*, vol. 4 de Documenta musicologica: Handschriften-Faksimiles, Cassel, Bärenreiter, 1932 (réimpr. 1972), 61 p.

Le registre de réverbération sympathique

Le pianoforte carré, un instrument qui devient abondant à partir de la fin des années 1760, est équipé d'étouffoirs pour chaque note. Ainsi, comme au clavecin, l'articulation est possible. Cependant, l'attrait pour la sonorité du pantalon pousse les facteurs de pianoforte à inventer un mécanisme pour libérer les étouffoirs sur une partie ou l'ensemble des notes de l'instrument. Les pianofortes carrés anglais seront pour la plupart, depuis les premiers instruments de Zumpe jusqu'à la fin du siècle, munis de deux registres séparés, appelés par des boutons à gauche du clavier, pour soulever la moitié des étouffoirs vers le grave et vers l'aigu[11].

Ainsi l'effet de réverbération du pantalon, grave et/ou aigu, peut être rendu à volonté par l'activation des registres. À l'inverse un troisième bouton au contraire atténue la résonance des cordes, comme le registre de luth du clavecin, en accolant une petite pièce de peau ou de feutre aux cordes. Les premiers modèles de piano à queue, par Gottfried Silbermann sont munis de registres d'étouffoirs. Contrairement au clavicorde, les segment S_{ch} des cordes sont systématiquement étouffé dans les pianofortes : la réverbération sympathique est contrôlée uniquement par les registres de soulèvement d'étouffoirs des cordes actives. L'usage des registres prépare et anticipe la pédalisation, c'est-à-dire le contrôle dynamique de la réverbération sympathique[12].

La pédale : contrôle de la réverbération sympathique

De nouvelles possibilités expressives apparaissent lorsque les registres des étouffoirs sont remplacés par une genouillère puis par une pédale. Les instruments de Sébastien Erard sont dès le début (dans les années 1780) munis de genouillère puis d'une pédale « forte » qui sera par la suite systématiquement installée sur les pianofortes carrés puis à queues, et sur tous les modèles de pianos jusqu'à nos jours.

En passant du registre à la pédale, le musicien peut désormais jouer de façon dynamique avec la réverbération sympathique. La réverbération sympathique passe par cette innovation organologique du statut d'effet de timbre au statut d'élément à part entière du discours musical.

Figure 2: le chevalet de réverbération de Clementi, qui agit sur les segments sympathiques à droite, pour un piano carré.

Le chevalet de réverbération »

En poussant cette logique de contrôle dynamique de la réverbération sympathique, Clementi invente le chevalet de réverbération ou « bridge of reverberation » en 1818[13]. Un chevalet supplémentaire sur la table d'harmonie des pianos carrés permet d'utiliser les segments S_{ch} des cordes, qui rappelons le, sont en principe étouffés dans les pianofortes carrés. Cette seconde pédale forte permet d'ajouter au pianoforte, à volonté, la réverbération sympathique typique du clavicorde, en plus de la pédale des étouffoirs. L'invention ne sera pas reprise par d'autres facteurs, et n'aura pas de postérité.

---

[11] Harding Rosamond E. M. The Piano-Forte: Its History Traced To The Great Exhibition Of 1851Cambridge University Press; 1933.

[12] Goy Pierre, L'utilisation des registres dans la musique française de pianoforte au début du XIXe siècle, Musique Images Instruments, 11, Paris, CNRS, 2009.

[13] Clementi Muzio, harmonic swell and bridge of reverberation, brevet anglais, Londres, 1818

Probablement parce que l'effet obtenu n'est pas très différent, voire plus faible, de celui de la pédale des étouffoirs, tout en rajoutant un mécanisme compliqué.

La pédale tonale

La troisième pédale, pédale sostenuto ou pédale tonale est inventée par Boisselot et présentée à l'exposition des produits de l'industrie de Paris en 1844 : « L'invention du piano à sons soutenus à volonté offre aux pianistes et aux compositeurs des ressources nouvelles, car elle rend possible l'exécution d'un chant en notes liées et de longues valeurs, sans qu'on soit obligé de laisser le doigt sur la touche, tandis que dans le même temps, on peut faire entendre des passages en notes brèves et piquées. Les travaux de MM. Boisselot père et fils, ont été équitablement récompensés par une médaille d'or. »[14].

Cette pédale permet de maintenir soulevé les étouffoirs des touches enfoncées, même lorsqu'on les relâche. Elles continuent ainsi à sonner, puis peuvent résonner par sympathie lorsque d'autres notes sont jouées. Cette pédale ne prendra véritablement son essor que plus tard, lorsque l'invention sera copiée par Steinway[15]. Les pianos de concert moderne offrent la 3ème pédale, qui reste plus rare sur les instruments d'étude. La pédale tonale donne un effet de résonance plutôt que de réverbération, dans la mesure ou les cordes sympathiques sonnent à des hauteurs précises : une note ou un accord plutôt qu'un halo sonore.

Résonance sympathique dans le clavicorde

Un examen des fréquences fondamentales pour les segments de cordes jouées S_{ch} et les segments de cordes S_{ch} sympathiques montre que pour certaines notes ces fréquences sont quasiment identiques. Dans ce cas, si la liaison mécanique entre les deux segments de corde permet une bonne transmission du mouvement, un phénomène de résonance sympathique peut prendre place. La corde sympathique dans ce cas émerge, semble presque siffler. Si l'effet devient trop fort et donc gênant dans l'harmonisation de l'instrument, il est aisément corrigé en étouffant la résonance indésirable par l'insertion d'un morceau d'étoffe ou de feutre au contact de la corde sympathique.

Résonance sympathique dans les pianos : échelle duplex, cordes aliquotes

La résonance sympathique met en relief une note. Elle peut être exploitée pour améliorer le timbre de l'instrument, en particulier pour renforcer son registre aigu (naturellement plus faible à cause de cordes plus fines et plus légères).

L'échelle Duplex de Steinway utilise la partie S_{ch} de la corde, non étouffée, en réglant précisément sa fréquence pour qu'elle coïncide avec le fondamental ou un partiel de la note jouée S_{ch} . Ainsi les deux segments accordés contribuent-ils au son des notes de l'instrument[16], en réglant et renforçant le timbre.

Les cordes Aliquotes de Blüthner[17] brevetées en 1877sont de véritables cordes sympathiques additionnelles. Une quatrième corde est ajoutée au triplet de corde de chaque note dans l'aigu. Cette quatrième corde « aliquote » n'est pas frappée par le marteau, et résonne donc uniquement par sympathie, pour renforcer le timbre. Le nombre de cordes de l'instrument est donc augmenté. Il faut noter que la pédale *una corda* (installée dès les premiers pianos de Silbermann dans les années 1740) utilisent de fait des cordes aliquotes : lorsque l'on déplace le clavier pour que le marteau ne frappe qu'une ou deux cordes sur les 3 cordes pour une notes, les cordes non frappées résonnent sympathiquement. Un autre prédécesseur des cordes aliquotes est le « piano octavié » présenté par les frères Boisselot en même temps que la pédale tonale en 1844 à l'exposition des produits de l'industrie. Ici, le piano est équipé de 5 cordes par note, dont deux cordes à l'octave, qui résonnent par sympathie lorsqu'elles ne sont pas jouées. Une pédale permet de les jouer et ainsi de jouer des octaves automatiquement, comme avec un registre d'orgue. Un effet de résonance entre cordes existe

---

[14]. Anders, G.E. « Exposition des produits de l'industrie. Pianos. MM. Boisselot » Revue et gazette musicale de Paris,(26), 30 juin 1844, p. 219-221.

[15] Sturm Fred, The Invention of the Sostenuto Pedal. Piano Technicians Journa, p. 24-26, 2011.

[16] Öberg Fredrik et Askenfelt Anders Acoustical and perceptual influence of duplex stringing in grand pianos. The Journal of the Acoustical Society of America, 131 (1), P. 856-871, 2012

[17] BlüthnerJulius, Aliquote-Pianoforte -Construction für alle Gattungen des Pianoforte, brevet allemand, 1877.

également au clavicorde : il renforce l'aigu de l'instrument, avec parfois une résonance excessive qui laisse sonner une corde sympathique à la manière presque de la pédale tonale, comme un sifflement[18].

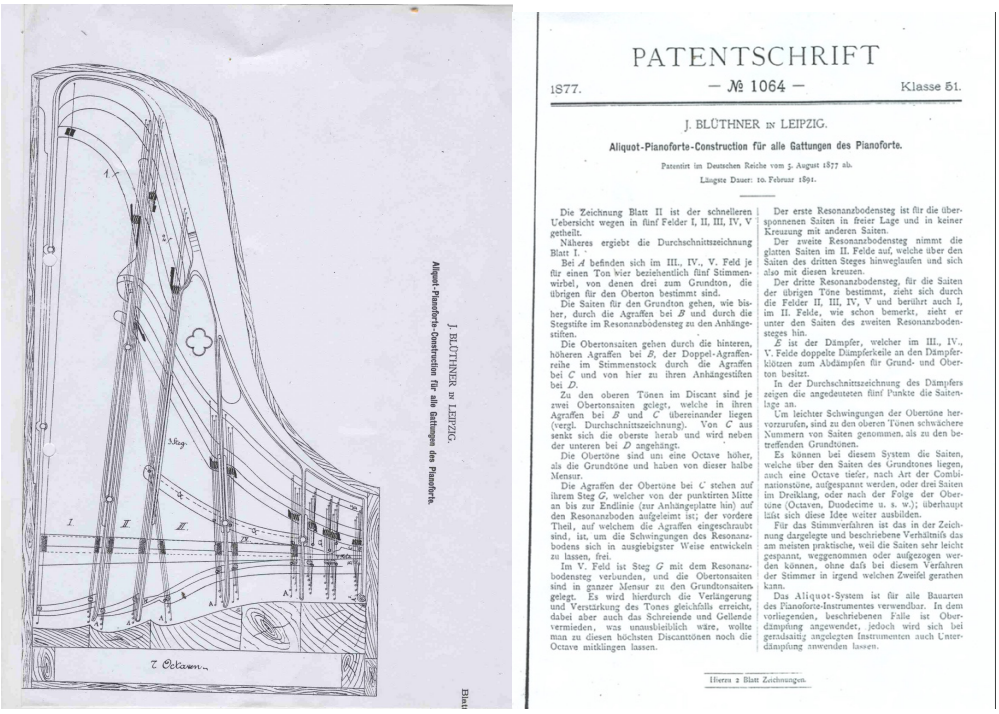

Figure 3: les cordes aliquotes du piano, brevet Blüthner, 1877.

Esthétique de la sympathie

La vibration sympathique de segments de corde est un phénomène vibroacoustique inévitable de par la construction des cordophones à clavier : il se rencontre dès qu'un instrument possède un ensemble de cordes mécaniquement liées par des structures plus ou moins rigides. Ce phénomène peut être désirable ou indésirable, atténué ou amplifié, développé et utilisé ou rejeté suivant le goût, le style et le langage musical. La sympathie est soit statique, une donnée du timbre de l'instrument, soit dynamique, contrôlée pendant un moment temporel et/ou une zone fréquentielle.

Sympathie et timbre

La *sympathie statique* est recherchée comme éléments de l'esthétique du timbre, sa brillance, sa portée sonore, pour le prolongement du son. Les cordes sympathiques participent au timbre de l'instrument, suivant deux types d'usages. Le premier usage est celui de la réverbération dans le clavicorde. Les segments entre chevalet et chevilles d'accord réverbèrent le son des cordes actives par sympathie. L'effet est un prolongement et un renforcement subjectif du son, mais qui ne brouille pas le discours. Il semble que cet effet, connu et recherché dès le 16e siècle, soit de plus en plus apprécié dans les instruments tardifs, dont les tables d'harmonies (et donc les segments sympathiques) s'allongent. Le second usage de la sympathie pour le timbre est le renforcement par résonance sympathique de la sonorité des notes individuelles. L'échelle duplex et les cordes aliquotes du piano moderner sont l'aboutissement de cet usage de la résonance sympathique pour l'harmonisation du piano.

Sympathie et articulation

L'esthétique de l'articulation dans les cordophones à clavier présente deux pôles distincts, que nous désignerons par pôle des « cordophones-percussion » et celui des « cordophones-orgue ». Le pôle des « cordophones-percussion » est celui des instruments sans étouffoirs de notes. Toute note jouée provoque une réverbération importante de toutes les cordes actives. Les premiers instruments de la famille des clavecins, le clavicymbalum ou le clavicythérium, sonnent ainsi comme des tympanons

[18] Jiolat Jean-Théo, d'Alessandro Christophe and Le Carrou Jean-Loïc. Whistling in the clavichord, The Journal of the Acoustical Society of America, in press, 2022.

ou des cithares, avec un halo sonore permanent. Cet effet, qui disparait dans le clavecin avec étouffoir et remis au goût du jour, au début du 18e siècle, pour imiter le tympanon. Des pianofortes sans étouffoirs, les pantalons, apparaissent et plongent l'auditeur dans un halo sonore permanent, au risque de brouiller le discours.

Dans le pôle des « cordophones-percussion », seule l'attaque de la note compte. Le relâchement de la note n'a aucun effet sur le son. Les possibilités d'articulation du discours sonore sont donc réduites à l'attaque. L'autre pôle est celui des « cordophones-orgue », pour lesquels un étouffoir de note permet de contrôler l'extinction du son en plus de son attaque. L'analogie avec l'orgue vient de ce contrôle du début comme de la fin du son. Le clavicorde, le clavecin, le pianoforte avec étouffoir et le piano appartiennent à ce pôle. Cette possibilité d'articulation permet aux claviers un jeu qui présente des analogies avec la voix, la parole et le discours.

Figure 4: les registres de réverbération sur un pianoforte Zumpe (Cobbe Collection, vers 1760), et la méthode de piano de Steibelt, qui mentionne la pédalisation ((1810).

Sympathie, registration et pédalisation

Le contrôle de la *sympathie dynamique* est un élément de la spectromorphologie du discours musical. La « pédalisation » est devenue un des éléments esthétiques du jeu pianistique. L'introduction des registres d'étouffoir, puis des genouillères et pédales d'étouffoir dans le pianoforte permet de nouveaux effets sonores dont le langage musical s'est emparé. L'emploi des registres et des pédales commence à être noté dès le début du 19e siècle dans les partitions et à apparaître dans les méthodes de piano[19]. Par exemple, la méthode de Daniel Steibelt[20] décrit l'usage de la pédale pour le système français à 4 pédales du pianoforte mis au point par Sébastien Erard. Dès les années 1830 l'usage de la pédale au piano est devenu un idiomatisme pianistique, qui participe au jeu virtuose de l'instrument[21]. L'usage de la pédalisation évolue au long du 19e siècle, jusqu'à l'apparition de chapitres développés ou d'ouvrage sur le sujet. L'usage de la pédale tonale est moins développé et plus tardif : il est souvent exigé dans la musique pour piano depuis le second 20e siècle jusqu'à nos jours.

[19] Goy Pierre, L'art de la pédalisation : peut-on jouer d'après les Urtexte ?, Revue en ligne du CNSM de Paris. Voir également, Czerny Carl, Vollständige theoretisch-practische Pianoforte-Schule op. 500, 1839.
[20] Steibelt Daniel, Méthode pour le piano-forté, Paris, c. 1810..
[21] Voir également, Czerny Carl, Vollständige theoretisch-practische Pianoforte-Schule op. 500, 1839.

L’instrument comme corp sympathique

L’instrument comme corps sympathique a pris de l’importance dans la musique contemporaine depuis presque un siècle. Le jeu ou le chant dans l’instrument, la percussion, le piano préparé sont autant de façons d’exploiter la résonance pour créer des sonorités, des modes de jeu, des figures musicales nouvelles par des techniques de jeu étendues. En soulevant la pédale forte, la pédale tonale tout ou partie de l’instrument peut servir de chambre de réverbération pour le jeu percussif, ou pour le son d’un instrument ou de la voix « dans le couvercle », proche des cordes. L’insertion d’objets durs entre les cordes peut rendre sympathiques certains segments de corde.

Remarques conclusives

Nous espérons avoir montré que les cordophones à claviers, qui ne sont généralement pas considérés comme des instruments « à cordes sympathiques », forment une famille d’instruments pour lesquels la sympathie a dépassé le statut d’élément statique du timbre instrumental pour devenir une composante à part entière du discours musical, de la composition à l’interprétation. Au piano, le contrôle de la sympathie fait partie l’apprentissage technique. En apparaissant dans la notation, l’usage de la sympathie devient un élément de langage.

La sympathie est inévitable dans les cordophones à clavier. Elle n’est pas toujours désirable. À l’inverse de la recherche de sympathie comme agrandissement ou renforcement sonore, se sont développés des mécanismes d’assourdissement des instruments. Le jeu de luth des clavecins, diverses espèces de sourdines, la pédale *una corda* du piano luttent contre la sympathie. Cette recherche d’étouffement est une esthétique du son sec et du son court, complément dialectique de l’esthétique du son réverbéré, prolongé et agrandi.