

Recherches et fantaisies sur le clavicorde

Christophe d'Alessandro

Lutheries-Acoustique-Musique
Institut Jean Le Rond D'Alembert
Sorbonne Université - CNRS

Recherches

- Fonctionnement acoustique du clavicorde
- Paradoxes du clavicorde
- Résonance et sympathie

Fantaisies

- Principes esthétique : symbiose acoustique-électronique
- Du monumental à l'intime
- Composition de l'instrument augmenté
- Jeu de l'instrument augmenté
- Musique avec l'instrument augmenté

Recherches

- ❖ Le fonctionnement acoustique du clavicorde
 - la tangente frappe la corde, mais la corde est plus rapide
 - on frappe là où ça fait le moins mal

- ❖ Les paradoxes dans le jeu du clavicorde
 - de la vitesse mais sans déplacement
 - les avantages du contrôle continu

- ❖ Réverbération et sympathie dans le clavicorde
 - une cathédrale dans une boîte à chaussure
 - plus on s'aime, plus on se dispute

Fonctionnement acoustique du clavicorde

▪ Étouffoir : "tambour"

▪ Tangente: excitation des corde



▪ couvercle: réflexions

▪ portions de cordes
réverbération

▪ Structure:
"tambour"

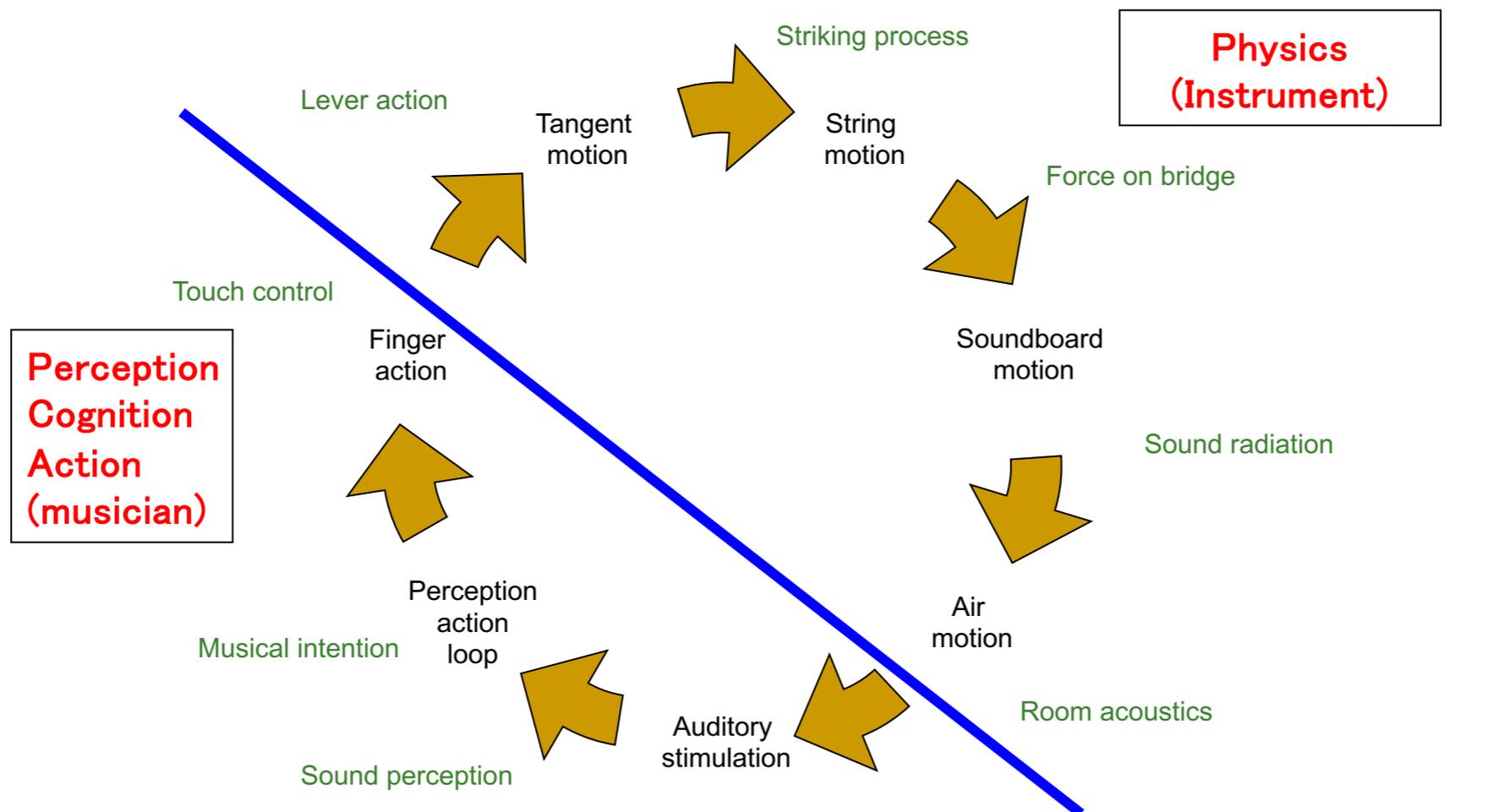
▪ Cordes:
oscillateurs

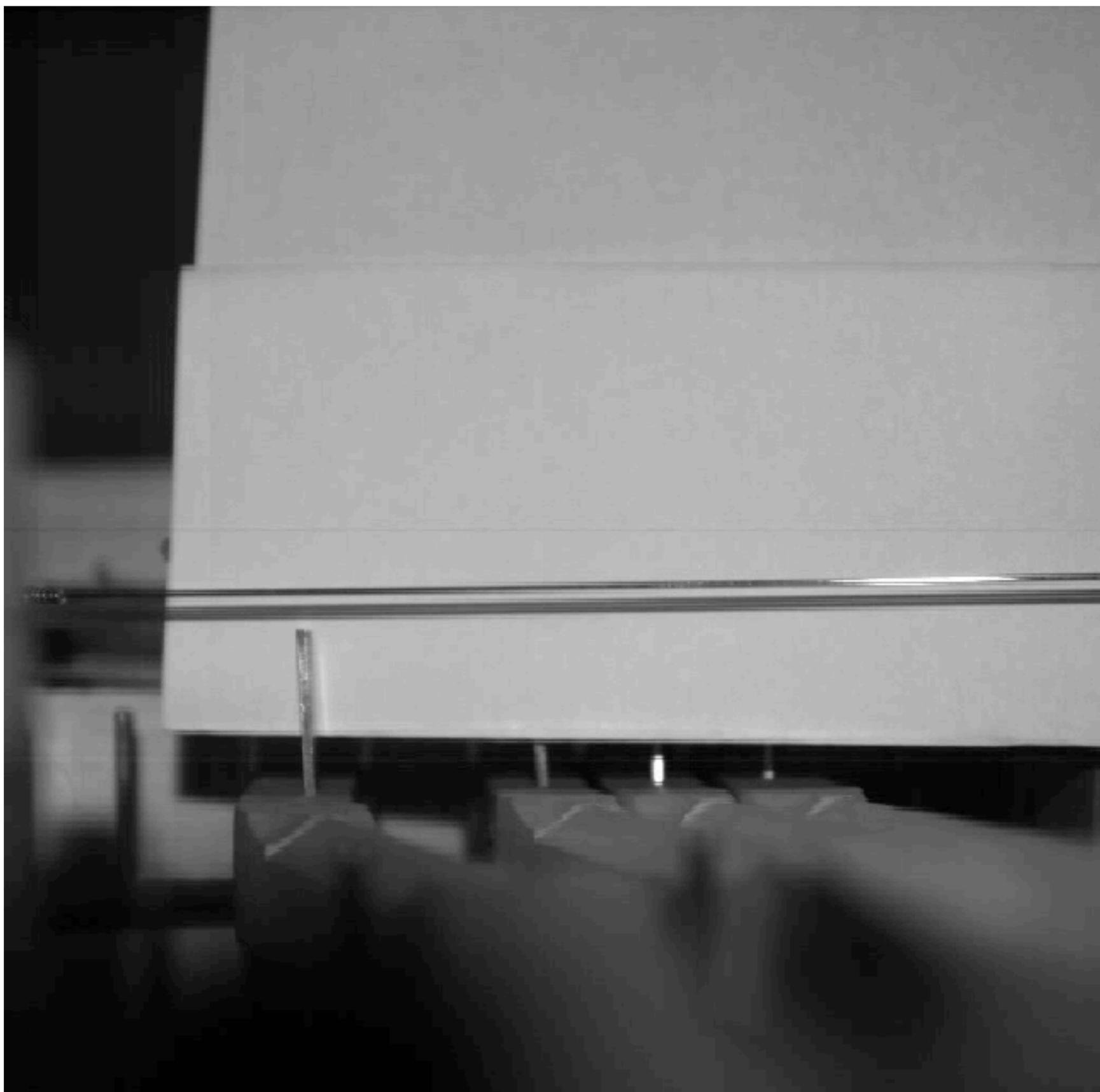
▪ Cavité:
rayonnement

▪ Table d'harmonie:
rayonnement

La boucle du jeu au clavicorde

The player/instrument loop







Production du son dans les cordophones à clavier

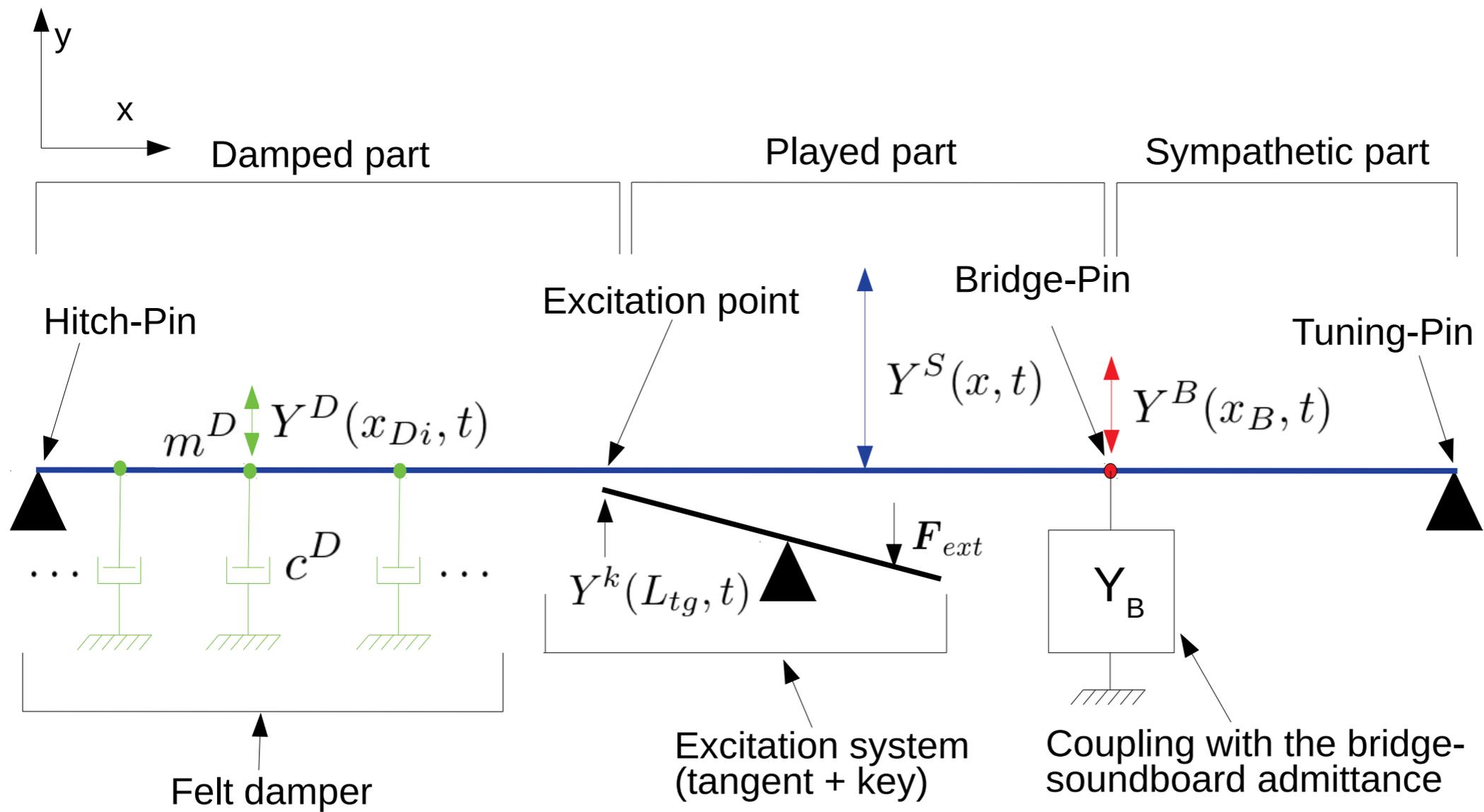
La production du son, c'est-à-dire d'une vibration de l'air dans l'espace avoisinant l'instrument répond au schéma suivant :

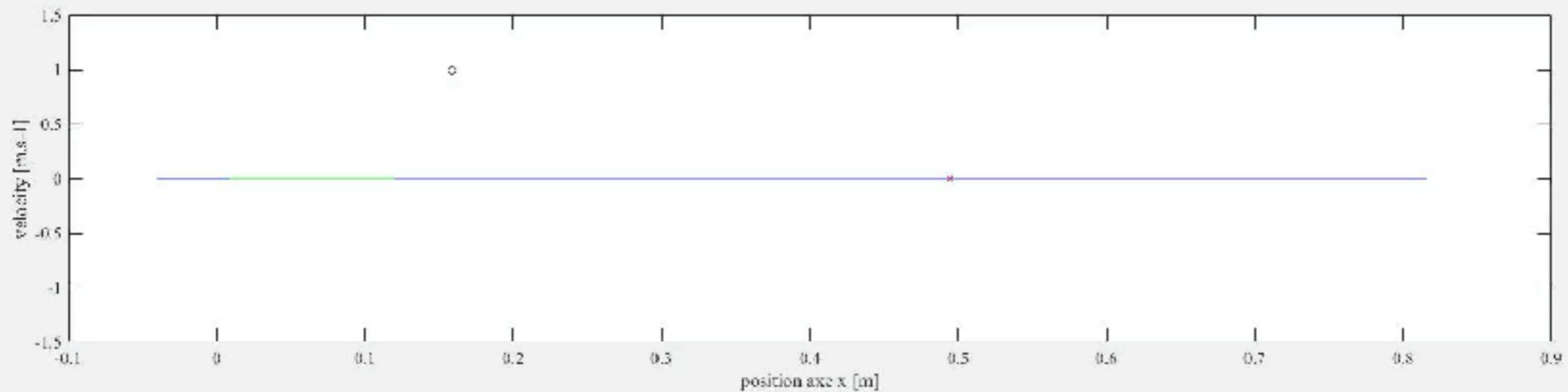
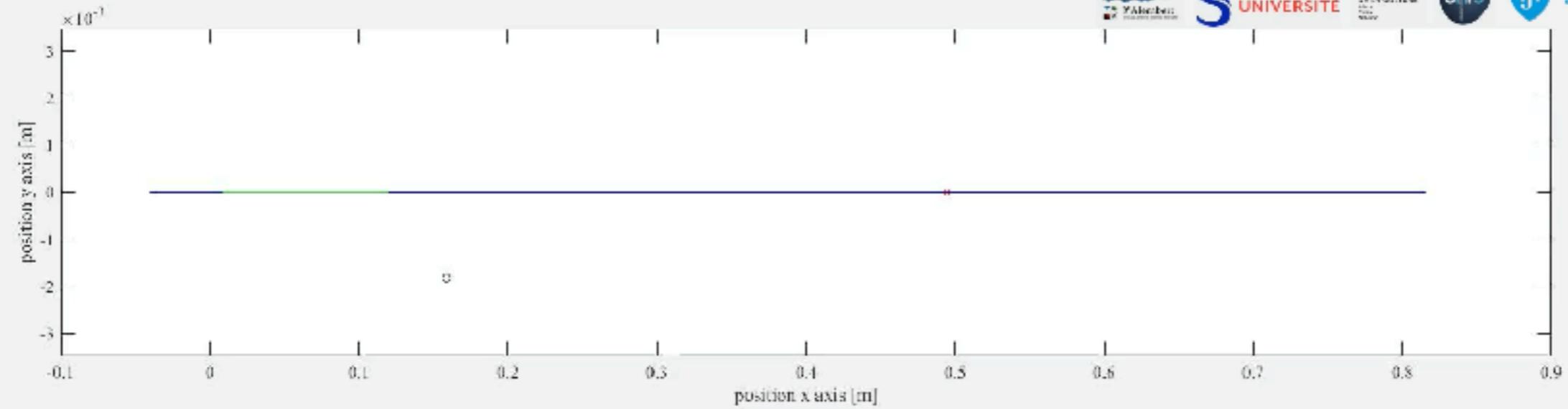
- Un système d'excitation manœuvré par le doigt met en mouvement la corde
- La corde répond sur sa fréquence de résonance et transmet son mouvement à la table d'harmonie et à la structure de l'instrument.
- La table d'harmonie et éventuellement la structure rayonnent le son dans l'espace environnant.

D'autres systèmes sont résonants dans les cordophones à clavier, avec leurs propres fréquences de résonance : la table d'harmonie par exemple, le système touche-doigt-corde, ou le système des cordes couplées par l'étouffoir dans le clavicorde.

D'autres modes de production du son existent, en excitant l'instrument ou ses parties autrement.

Modèle vibre-acoustique



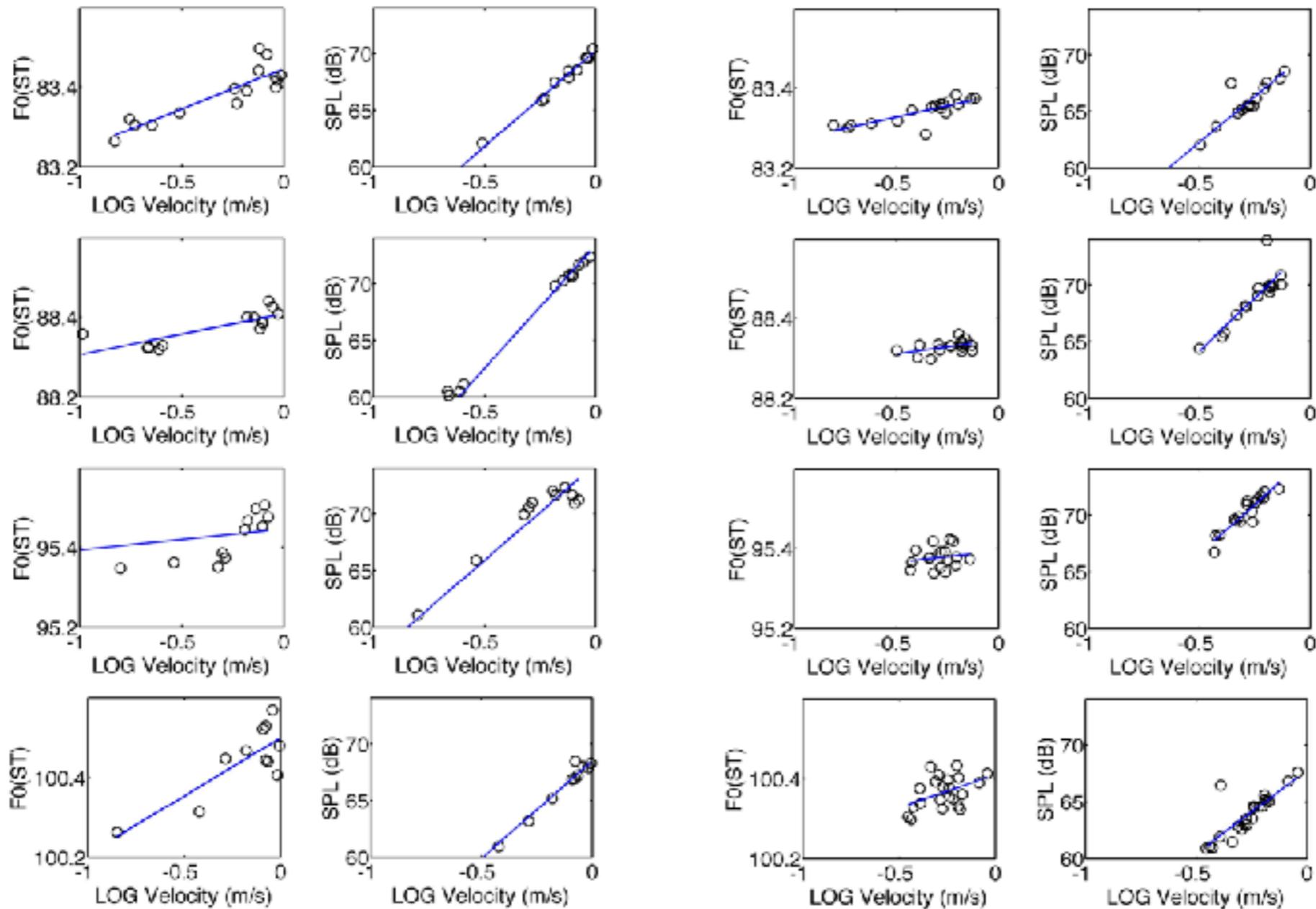


Paradoxe du clavicorde



Toucher poussé

Toucher tiré



Réverbération et sympathie

Cordes actives et cordes sympathiques

Une même corde comprend plusieurs segments dans les cordophones à clavier :

- Entre la pointe d'accroche et le sillet
- Entre le sillet et la pointe de chevalet
- Entre la pointe de chevalet et la cheville d'accord
- Éventuellement (clavicorde), entre l'étouffoir et la tangente, qui fait office de sillet mobile

La sympathie peut intervenir entre le segment actif de la corde, en général entre sillet et pointe de chevalet d'une part, et un autre segment de la même corde d'autre part, ou bien d'autres cordes.

Couplage et accord des systèmes vibratoires

Pour qu'un phénomène de sympathie intervienne, deux systèmes vibratoires, ici deux cordes ou segments de corde, doivent être mécaniquement couplés. Ce couplage peut être plus ou moins fort. On distinguera les cas du :

Couplage fort, dans lequel par exemple les cordes sont attachées à un même point, donc vibrent ensemble à un certain endroit ;

Couplage faible dans lequel le mouvement est peu transmis d'une corde à l'autre, par une certaine fonction de transfert mécanique.

De plus, corde active et sympathique peuvent être accordées, ou pas. Elles peuvent aussi être en relation harmonique (octave, quinte) et posséder des partiels (harmoniques) communs.

L'effet de la vibration sympathique des cordes sera donc plus ou moins important en fonction du couplage et de l'accord, suivant quatre cas :

- Couplage fort et accord
- Couplage faible et accord
- Couplage fort et désaccord
- Couplage faible et désaccord

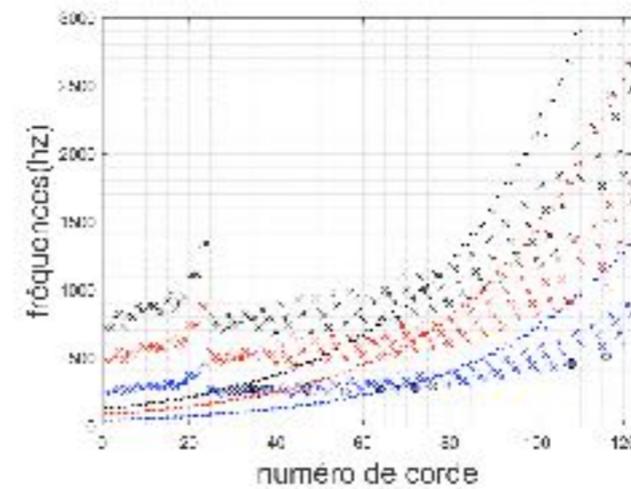
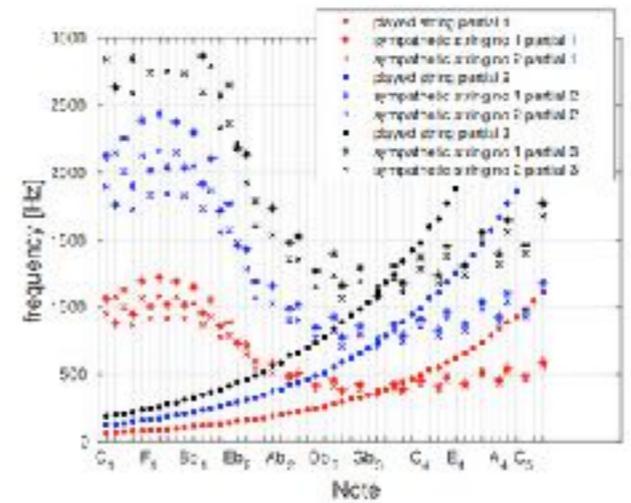
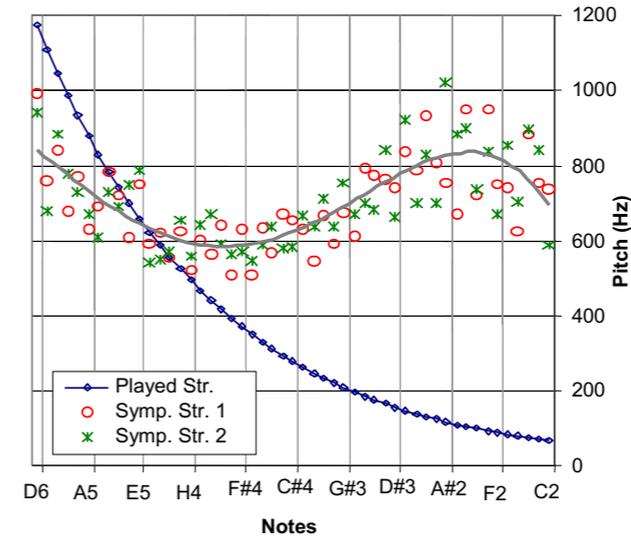
Suivant ces 4 situations, la vibration sympathique donne des effets forts différents, que l'on peut regrouper sous deux grandes catégories, la **réverbération sympathique** et la **résonance sympathique**.

Réverbération sympathique

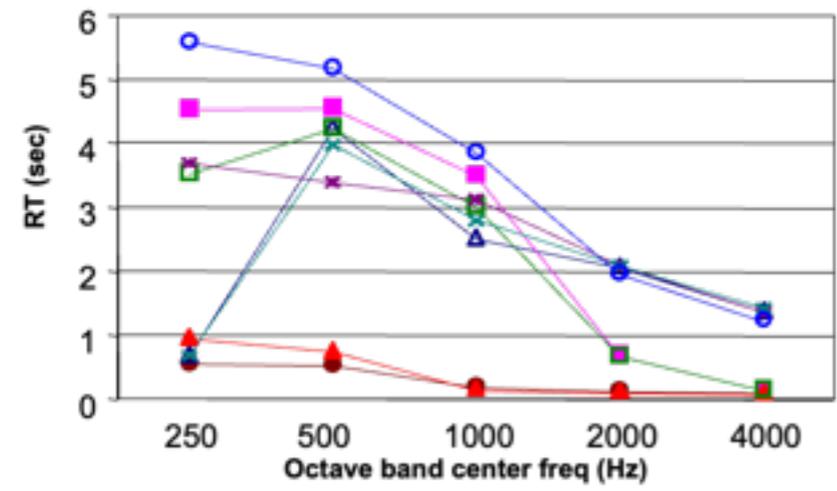
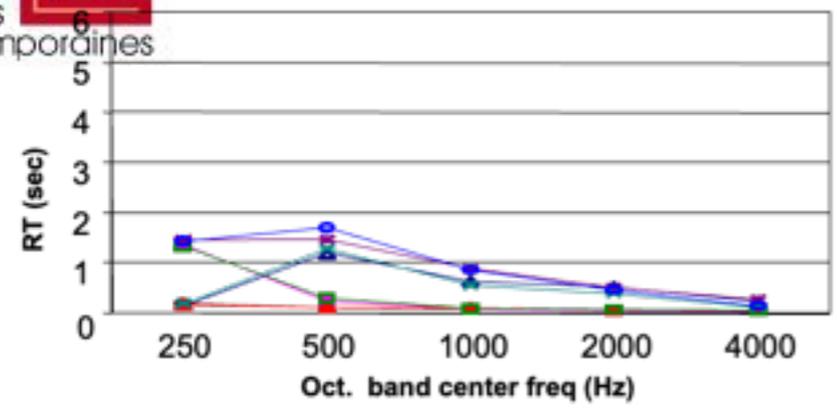
La réverbération est la propriété d'une structure à prolonger une excitation sonore par le jeu de réflexions multiples sur les parois par exemple dans un espace clos. La réverbération est surtout caractérisée par sa durée, le temps de décroissance de la réponse impulsionnelle. Elle est aussi caractérisée par le spectre de cette réponse, les fréquences privilégiées de la réponse, avec des pics fréquentiels, ou résonances, pour certaines fréquences. Ces fréquences sont peu précises et étalées dans le spectre (résonance à bande large). La réverbération correspond à une réponse fréquentielle en bande spectrale large, et un couplage faible des structures : un système excite le réverbérateur, l'autre système réverbère, mais il y a peu d'interaction, c'est-à-dire peu d'effet du réverbérateur sur la source excitatrice, tout comme la réverbération d'une salle ne change pas les modes vibratoires des instruments qui y jouent (même si elle peut changer le son résultant, bien sûr). Le réverbérateur répond de façon privilégiée sur ses fréquences, mais il n'y a pas d'accord précis.

La réverbération sympathique prolonge le son. Elle donne l'illusion d'un espace sonore agrandi, comme une salle par exemple. Contrôlée par les pédales, la réverbération permet de mettre en relief des notes ou groupes de notes pendant un temps voulu. La résonance agit sur une zone fréquentielle plutôt large, et intervient même pour des sons très courts, comme des chocs ou des attaques brèves.

Réverbération sympathique



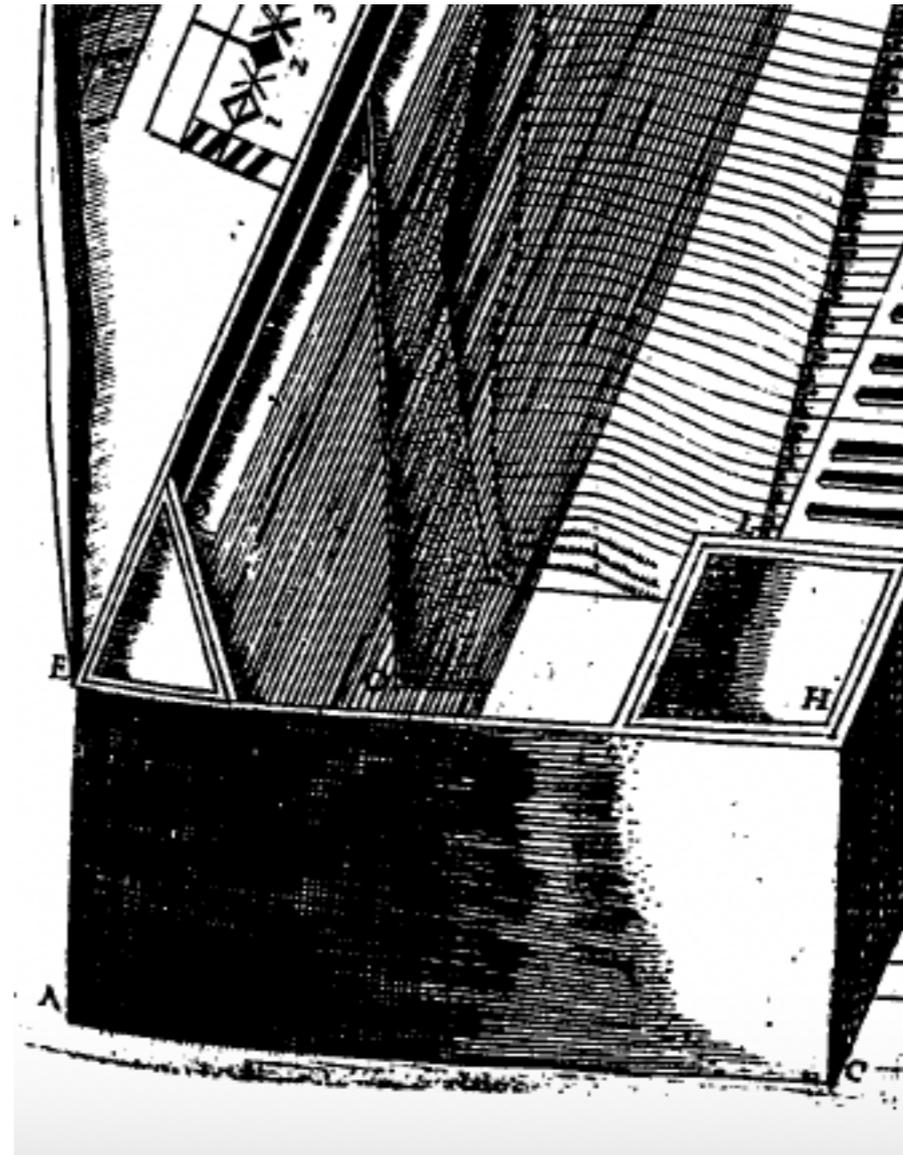
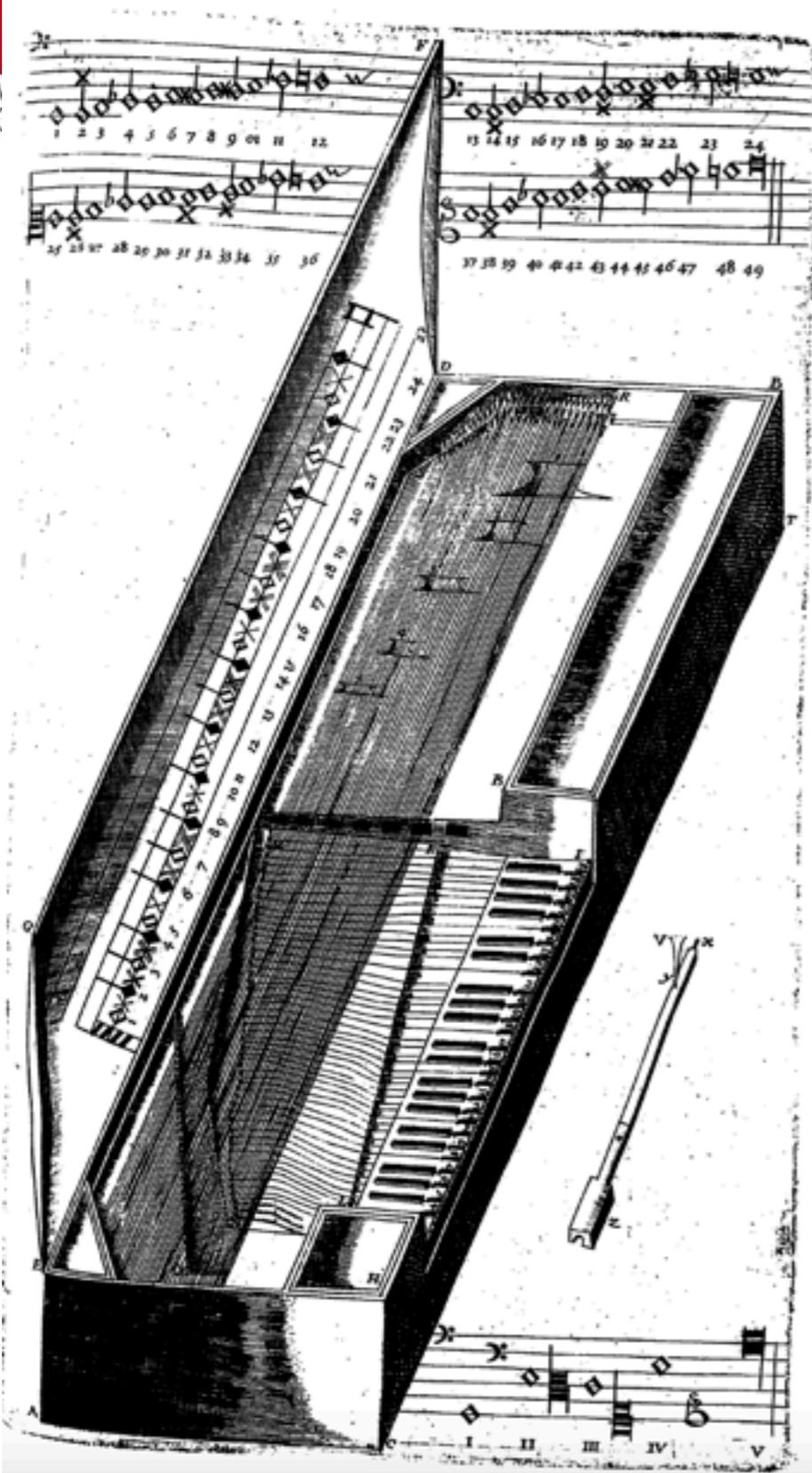
Clavicorde



- All damped
- ▲ Played strings & cavity
- Sympathetic strings & cavity
- ▲ Played & sympathetic strings
- Sympathetic strings damped
- × Cavity damped
- × Played strings damped
- Normal condition

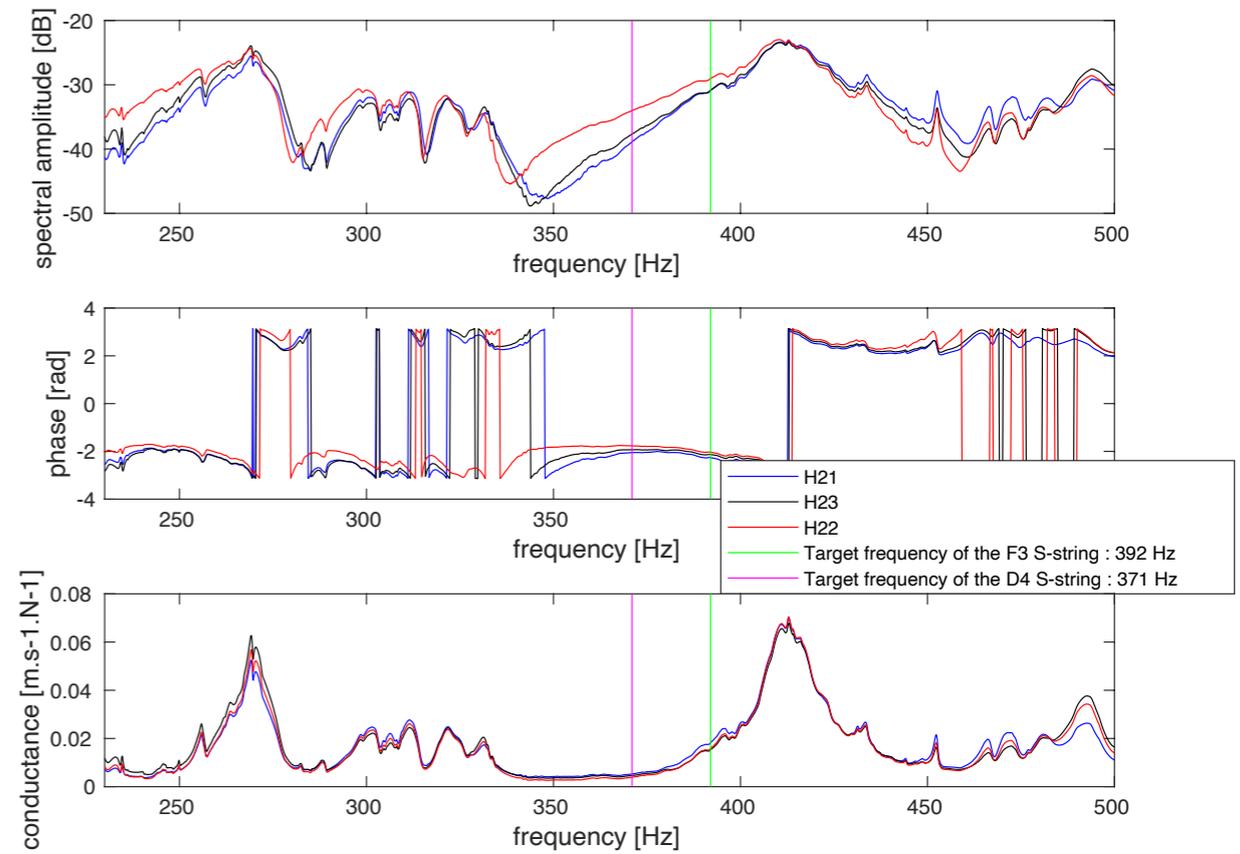
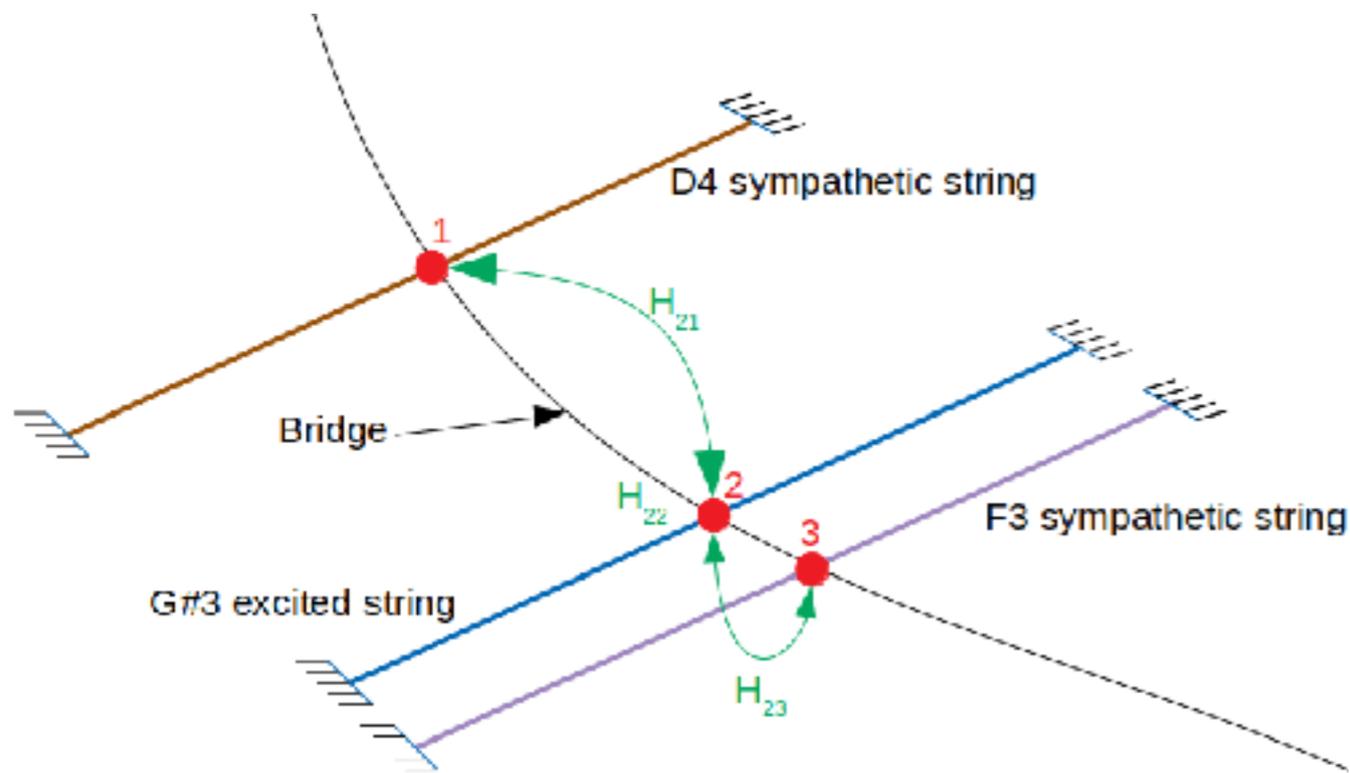


Manichordion de Mersenne (1636)

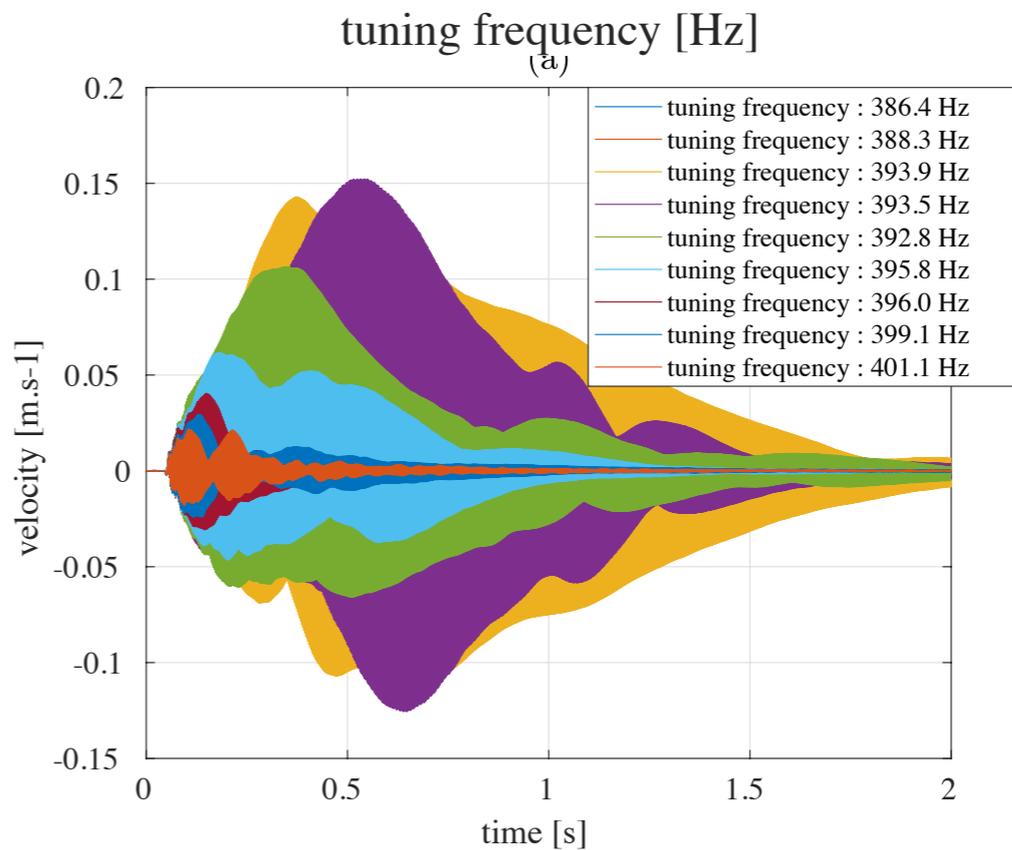
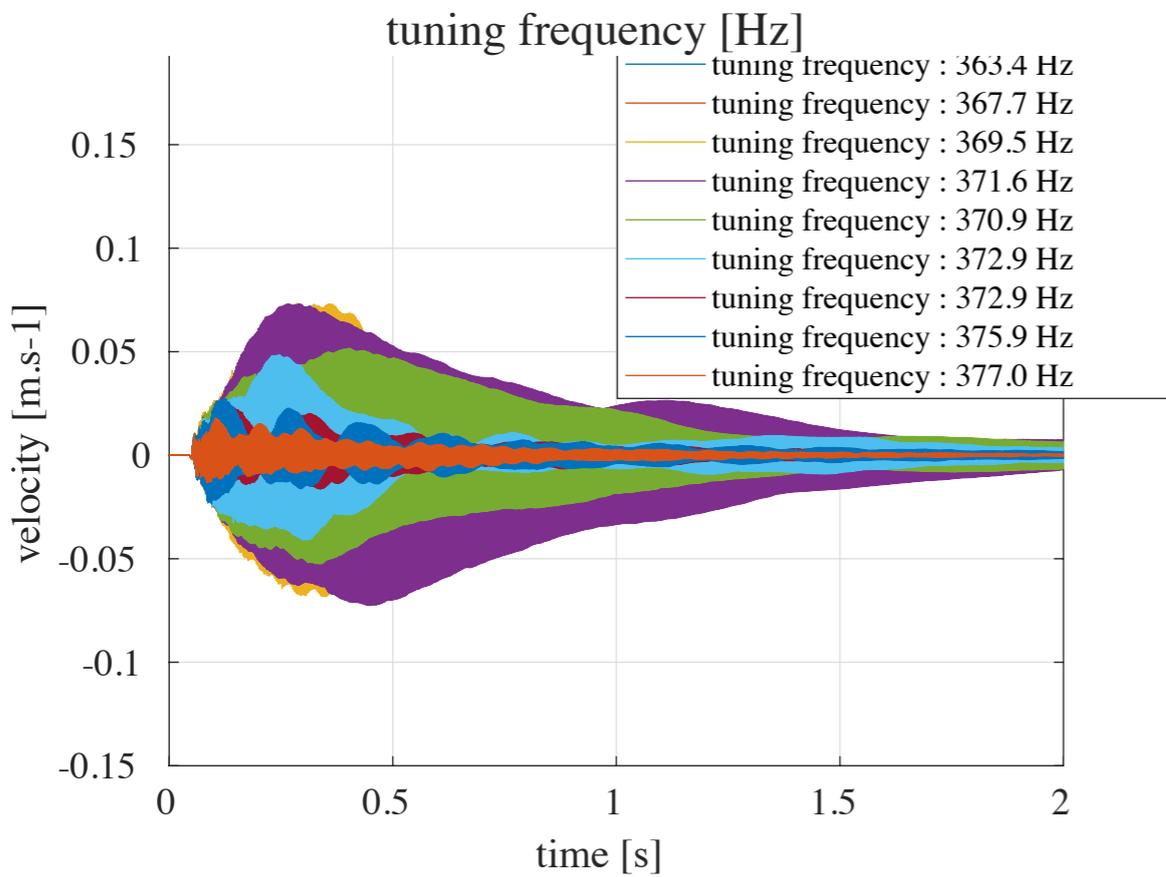
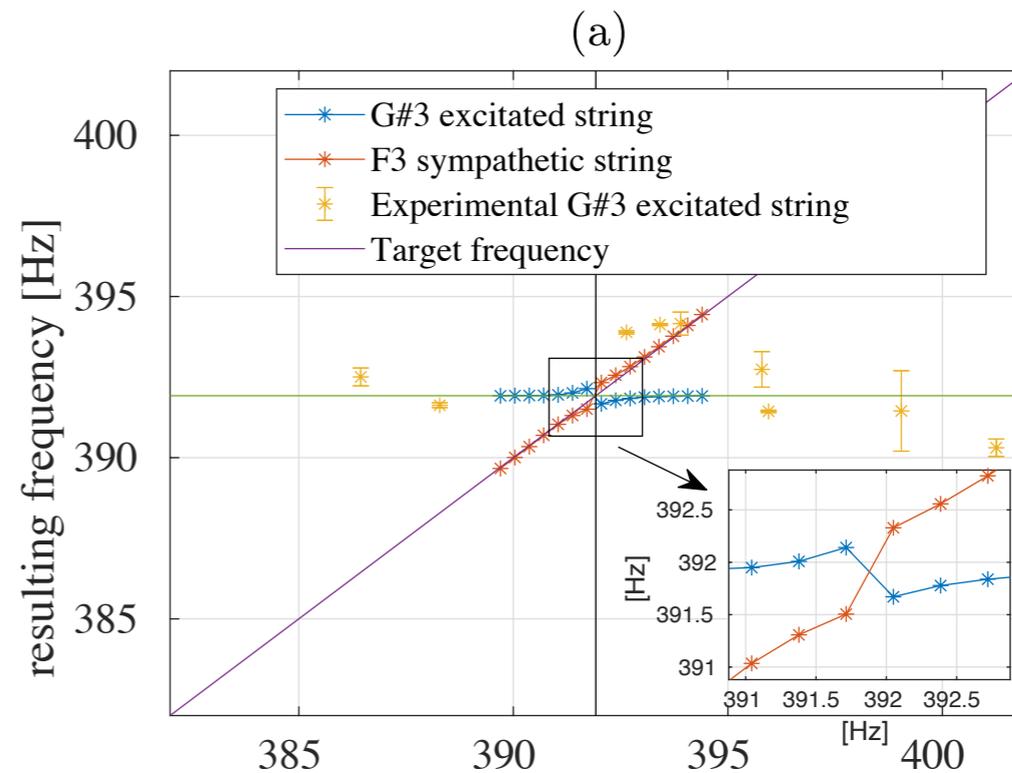
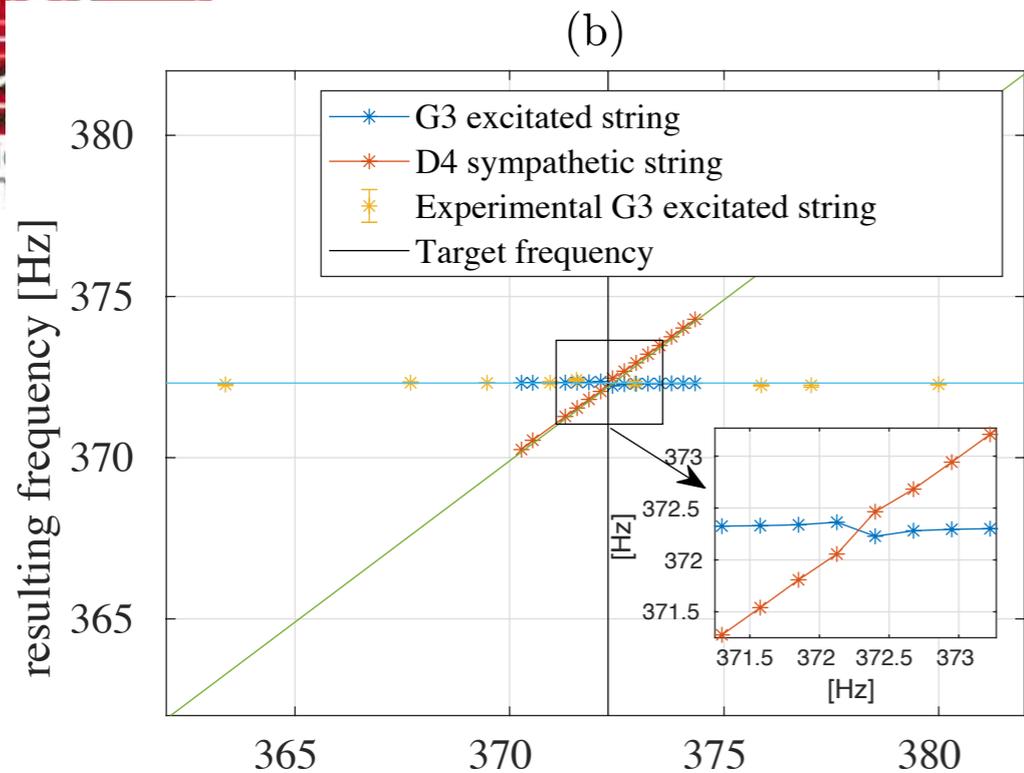


- Il faut encore remarquer le petit cheualet droit O P, lequel est couuert de pointes de fer, qui determinent la longueur harmonique des chordes, qui passent iufques à Q O, où leurs boucles font attachées a d'autres pointes de fer.

Réverbération sympathique entre sillet et pointe d'accroche



Résonance sympathique



Fantaisies

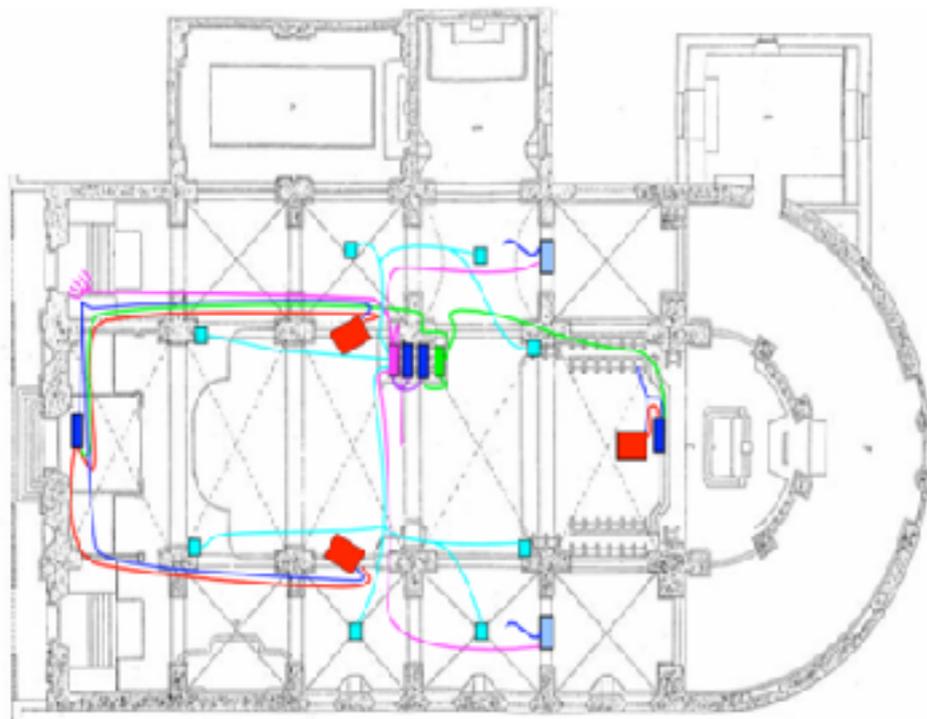
Instruments augmentés

- **Instruments électroniques (pas de vibration mécanique + diffusion enterne).**
- **Instruments électriques (capture vibratoire + diffusion externe):** guitare, piano, clavicorde (Unacorda), tout instrument (Sampo), etc.
- **Instruments électroacoustiques (son acoustique + capture vibratoire + diffusion externe):** guitare, piano, clavicorde (Unacorda), tout instrument (Sampo), etc.
- **Instruments augmentés (son acoustique + capture vibratoire + diffusion sur le corps de l'instrument):** Yamaha TransAcoustique, Hyvibe : piano, guitare

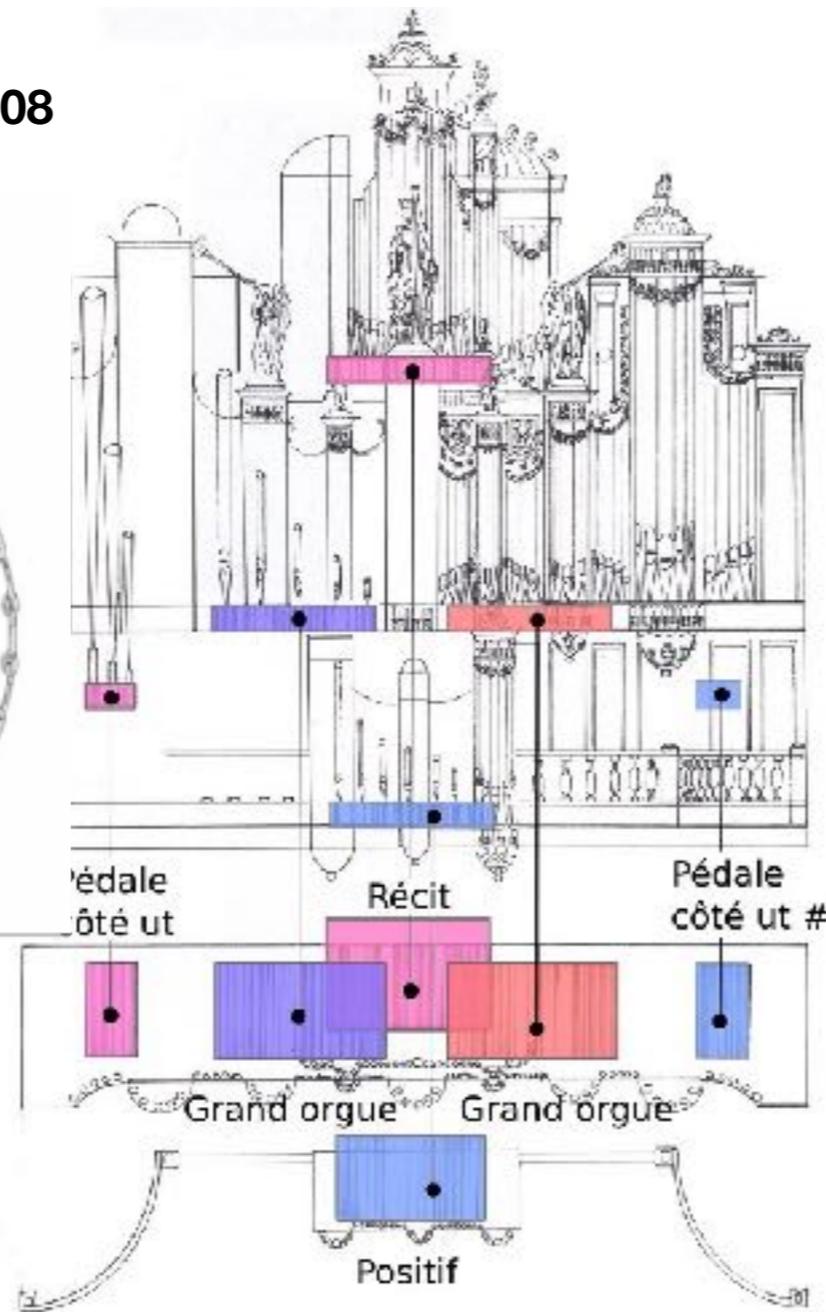


Du monumental à l'intime

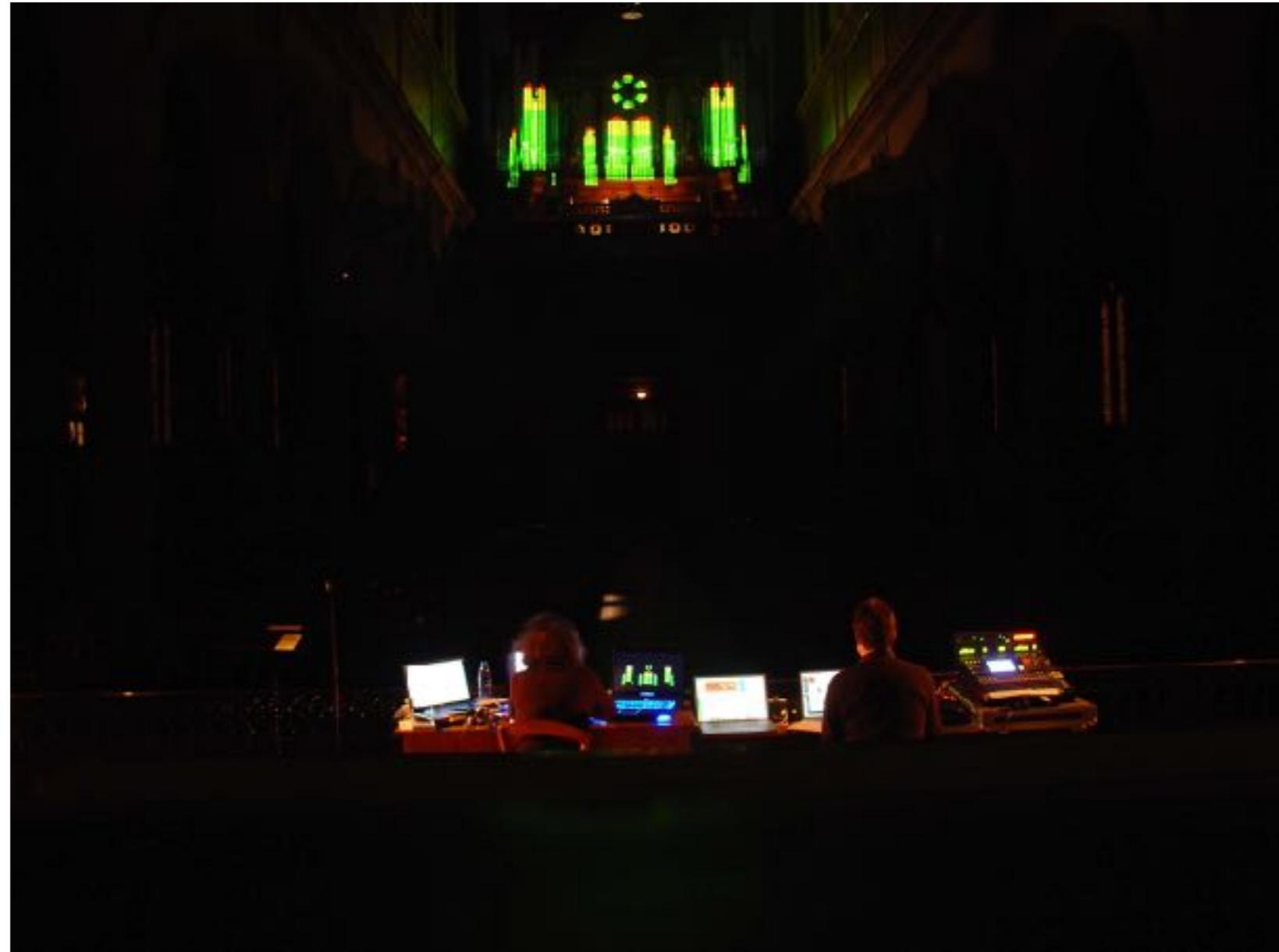
Orgue et Réalité Augmentée, Paris, 2008



Machines	Cables
■ PC	— Electric cable
■ Ethernet hub	— Ethernet cable
■ Video projector	— VGA cable
■ Audio: Mixing table + sound cards + ampli	— Audio/line cable
■ Speaker	— Speaker cable
■ Subwoofer	— ADAT cable



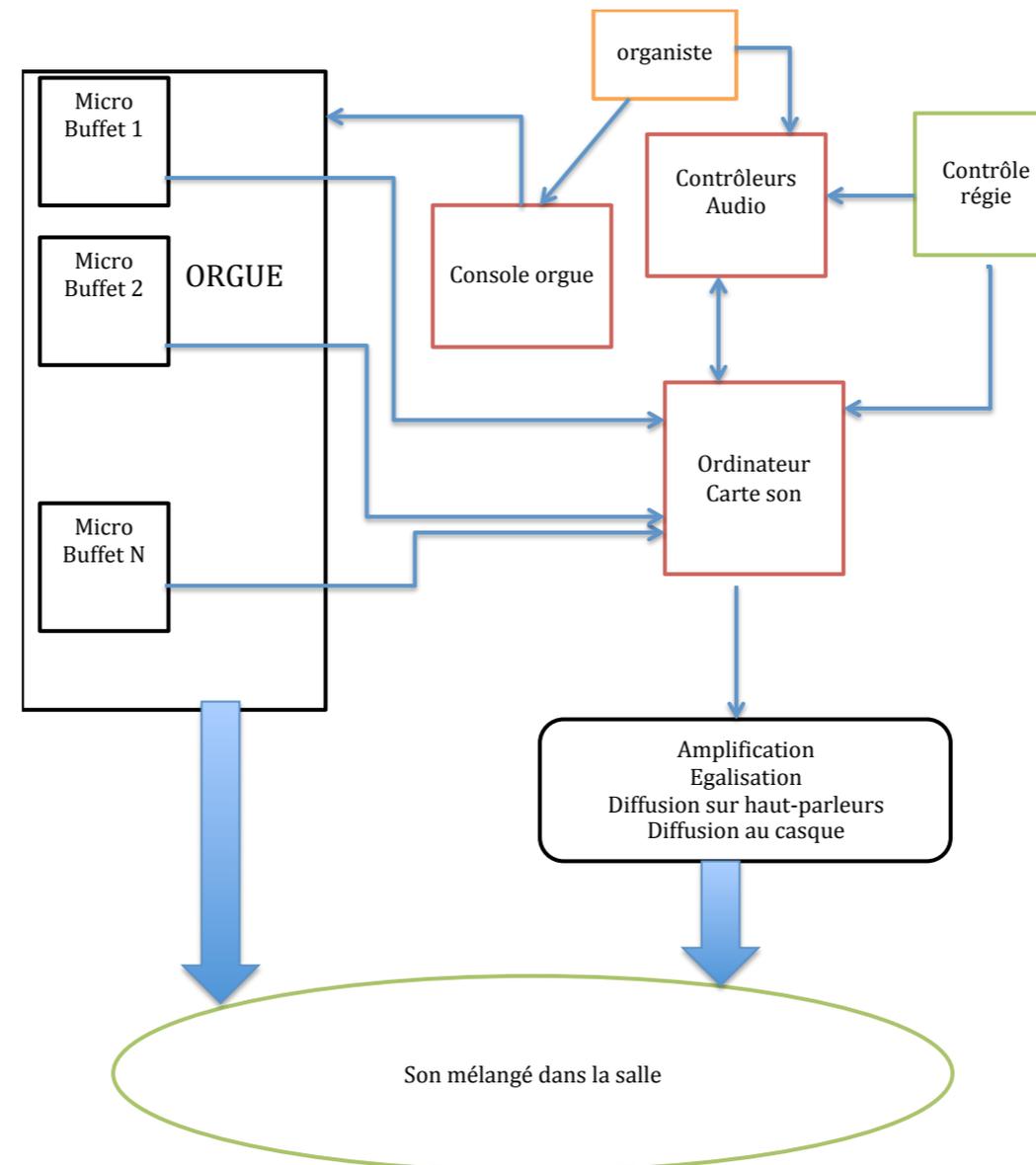
Du monumental à l'intime



Orgue et Réalité Augmentée, Lille 2010

Du monumental à l'intime

Principe ORA



Principes esthétiques

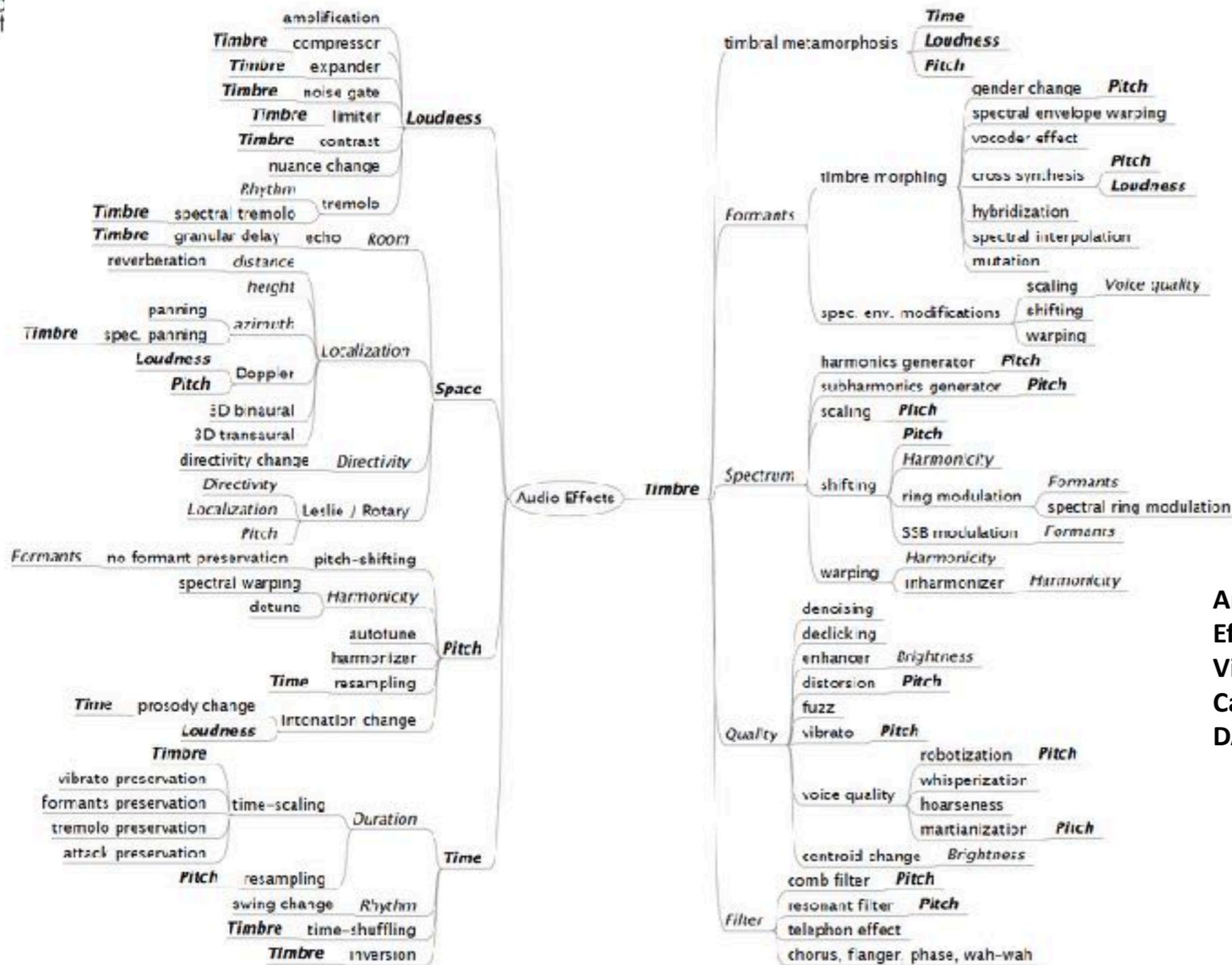
- **Symbiose** ou fusion perceptive/auditive entre la source acoustique et les sons traités par l'électroniques. Le niveau sonore est celui du clavicorde, et les sources rayonnantes sont celles du clavicorde.
- **Microphonie**, présence sonore intime, de proximité. La vibration mécanique est captée près des sources, table d'harmonie, cordes, y compris les bruits d'impact, frottements. L'oreille s'approche de l'instrument.
- **Instrumentalité** ou causalité instrumentale. Le matériel sonore provient du clavicorde, sans utiliser de source externe ou de lecture d'échantillons. Le jeu est celui du clavicorde, étendu, mais avec toutes la finesse du jeu instrumental de cet instrument.

La composition de l'instrument



- Capture de la vibration (pas du son rayonné) du clavicorde bas
- Diffusion de la vibration transformée, et rayonnement par le couvercle et la table du clavicorde haut
- Vibration sympathique des cordes du clavicorde haut

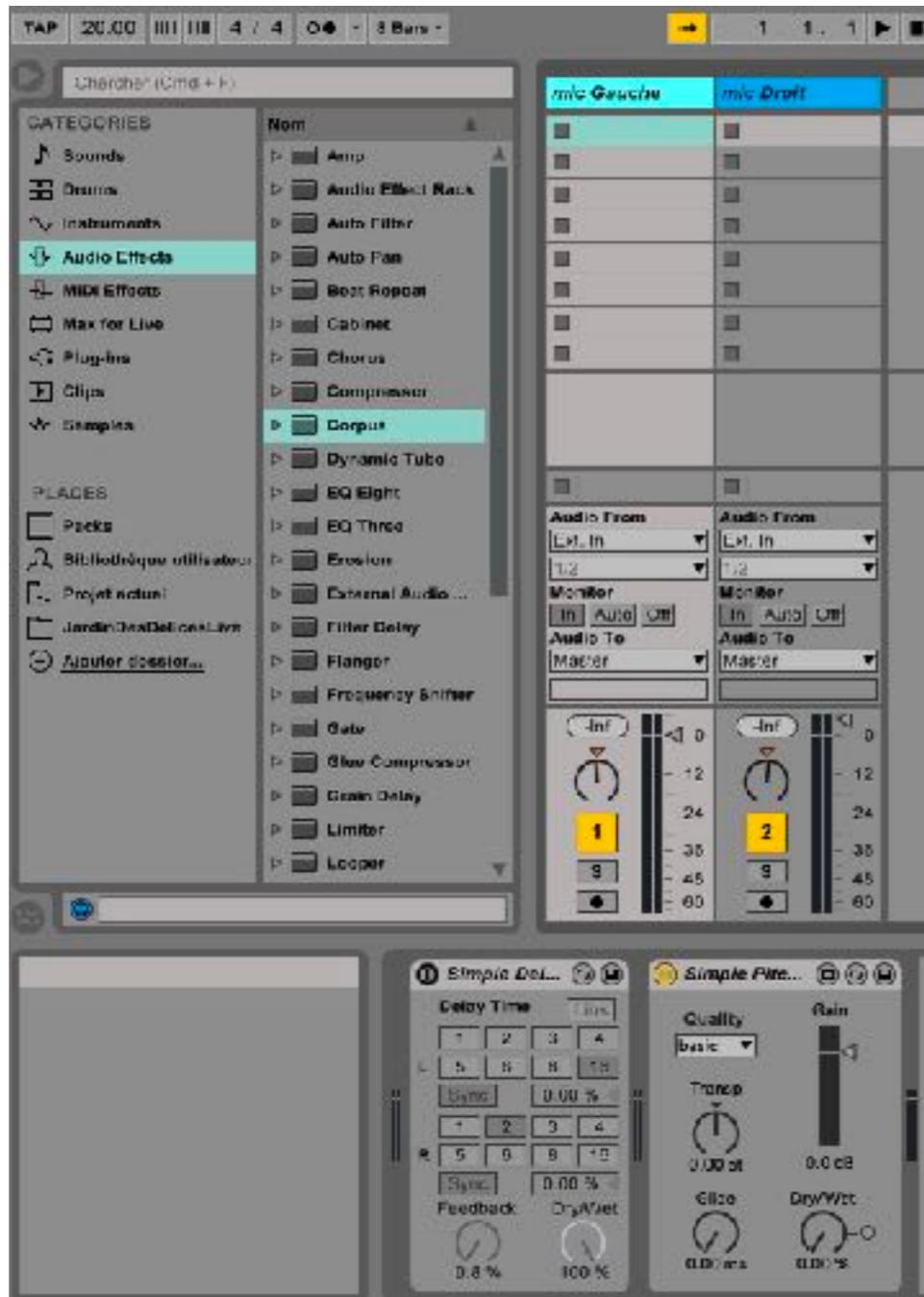
Composer l'instrument



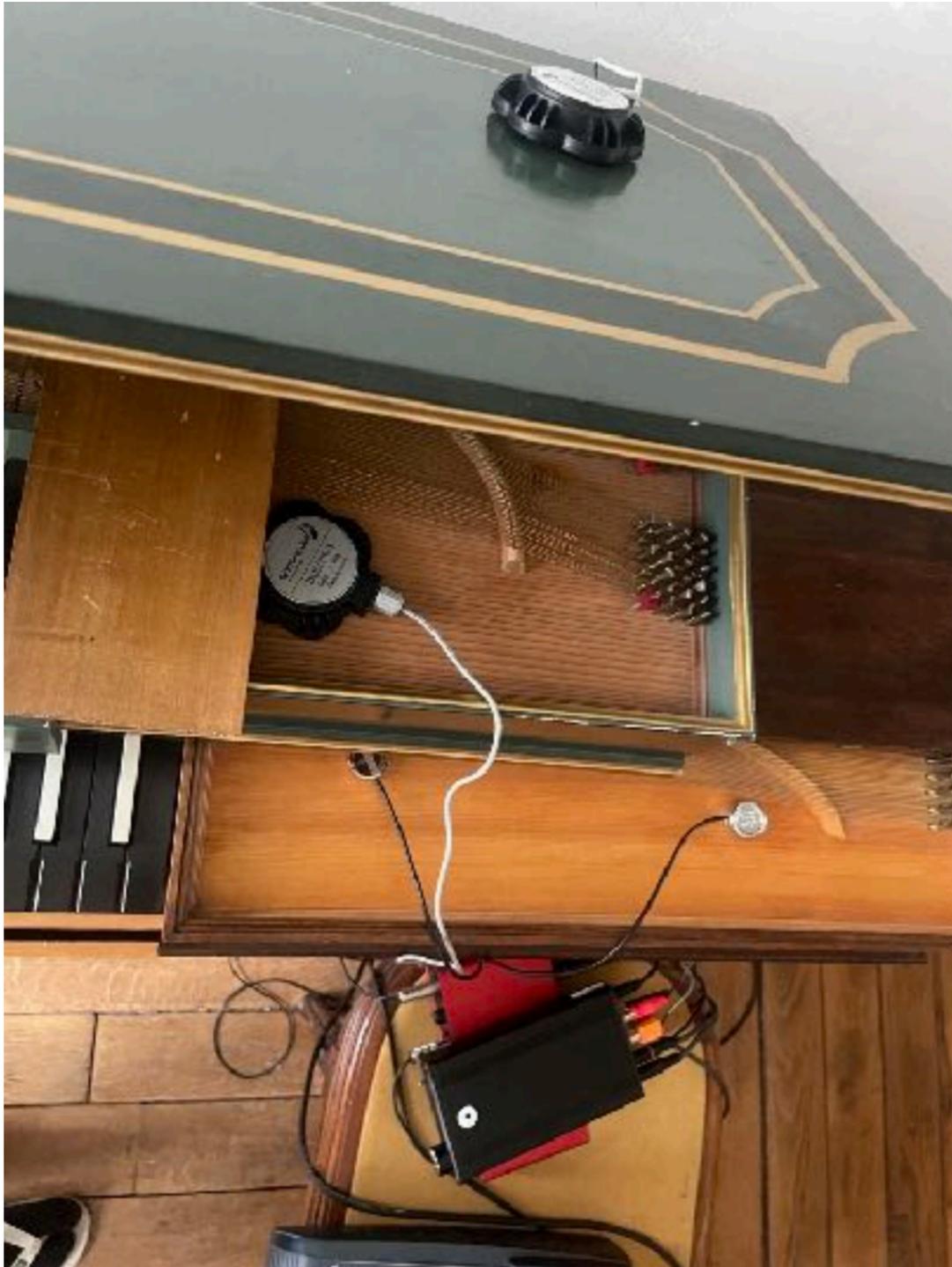
An Interdisciplinary Approach to Audio Effect Classification
Vincent Verfaillie; Catherine Guastavino;
Caroline Traube
DAFx-2006 - Montreal

Figure 4: Perceptual classification of various audio effects. Bold italic words are perceptual attributes (pitch, loudness, etc.). Italic words are perceptual sub-attributes (formants, harmonicity, etc.). Other words refer to the corresponding audio effects.

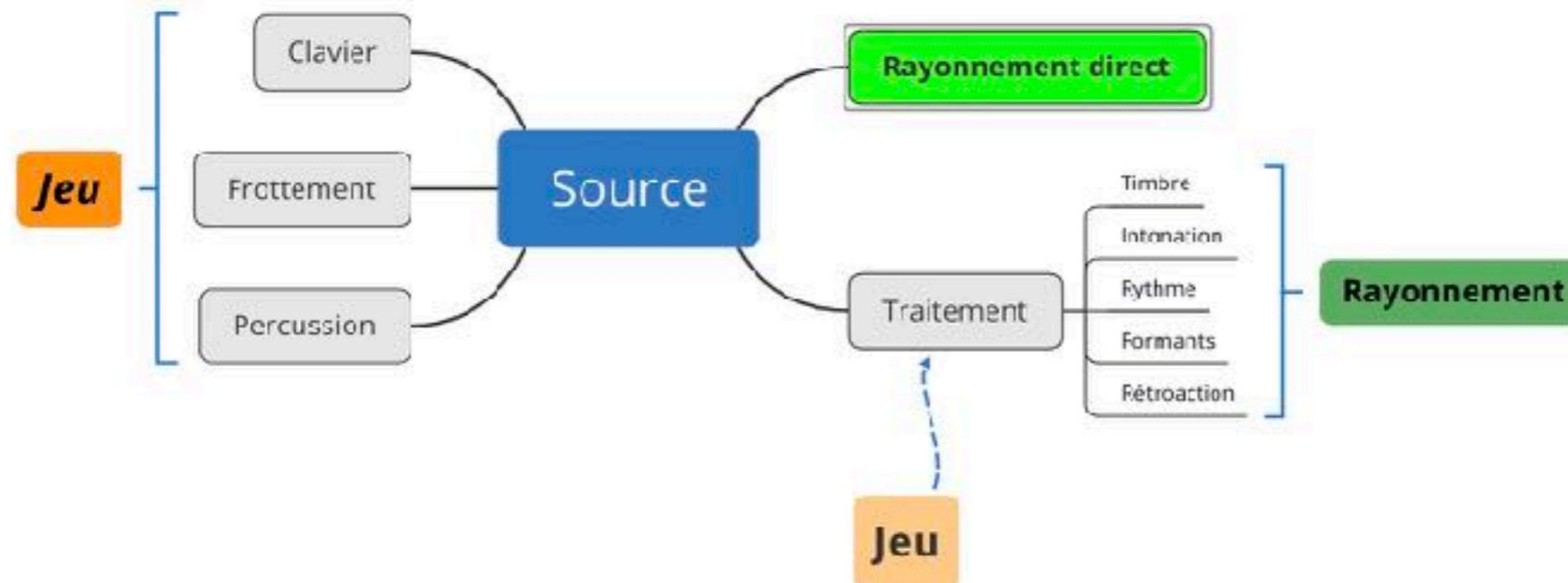
La composition de l'instrument



La composition de l'instrument



Jouer l'instrument composé



Jouer l'instrument



- Gestes de production, source sonores
 - Claviers
 - Microphonie
- Gestes de modulation
 - potentiomètres rotatifs
 - potentiomètres linéaires
- Gestes de sélection
 - claviers
 - sélecteurs

Composer avec l'augmentation

- Effets syntagmatiques:
 - Retards longs : écho, réminiscences
 - Retards multiples:
 - boucles
- Effets paradigmatiques:
 - Transposition
 - Décalages spectraux, modulation
 - Filtrage, transformations spectrales
 - Flanger, chorus
 - Tremolo, vibrato
- Suivi d'enveloppe, profils dynamiques
- Retards brefs
- Effets dynamiques
 - Retards transposés: arpèges
 - Feedback
 - Cross-synthesis, cross-talk
- Contrôle des effets
 - Par l'organiste
 - En duo

Résumé

Le clavicorde est un instrument qui invite à la recherche et à la fantaisie. Dans une première partie j'aborde quelques paradoxes acoustiques : comment exciter la corde à une extrémité, en principe fixe ? Comment jouer assez fort, c'est-à-dire donner une impulsion à la corde, mais sans la déplacer pour ne pas la tendre ? Comment accorder l'instrument en fonction de la sympathie et de la réverbération ?

Dans une seconde partie je discute de l'augmentation numérique de l'orgue et du clavicorde, dans une esthétique qui vise à la symbiose entre le monde acoustique et le monde électronique, pour l'orgue monumental comme pour le clavicorde intime. Cette symbiose permet de revisiter l'utopie ancienne d'une musique instrumentale qui jouerait avec toute l'expression et les nuances de la vocalité.

Comment noter et transmettre?

- Notation de la composition de l'instrument
 - Effets
 - contrôleurs d'effets
 - pré-réglages
- Notation des actions musicales
 - modes de jeu
 - notes/partition
 - sélections
 - contrôles

Impossible à noter ou notation implicite

- Effet rythmiques ou paradigmatiques
- Effets à rétroaction
- Combinaisons d'effets, effets en chaîne