



---

Rapport de stage de M2 ATIAM  
(*Acoustique, Traitement du signal et Informatique Appliqués à la Musique*) :

ANALYSE ACOUSTIQUE HISTORIQUEMENT INFORMÉE DE  
L'INTERPRÉTATION MUSICALE AU PIANO

---

*Auteur :*

Louis MOREAU-GAUDRY

*Direction de stage :*

Benoît FABRE : *Équipe Lutheries, Acoustique, Musique, Institut d'Alembert*

Jeanne ROUDET : *Institut de Recherche en Musicologie (Iremus)*

Février - Juillet 2016

## Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu Benoît Fabre pour son écoute et ses nombreux conseils, Jeanne Roudet pour son ouverture et son enthousiasme et aussi Jean Haury pour son expertise et son grand entrain. Merci aussi à Hugues Genevois, Boris Doval et Sylvie Brély pour l'intérêt qu'ils ont porté pour cette étude. Un grand merci aussi à Téo pour sa grande implication et son énergie.

Je tiens également à remercier tous les pianistes ayant participé aux expériences, dans l'ordre alphabétique : Valentin Barray, Anne-Lise Gastaldi, Luca Montebugnoli, Vincent Mussat et Edoardo Torbianelli.

Merci également à Laurent pour son aide sur le dispositif, et Maxime pour le réglage et l'accord du piano, ses précieuses connaissances sur l'instrument et sa sympathie.

Merci aux doctorants et membres du LAM pour leur accueil.

# Sommaire

<b>Résumé</b>	<b>i</b>
<b>Préambule / Avertissement</b>	<b>ii</b>
<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>1 Contexte et objectifs de l'étude</b>	<b>2</b>
1.1 État de l'art . . . . .	2
1.1.a Acoustique et contrôle instrumental au piano . . . . .	2
1.1.b Performance musicale et psychologie cognitive . . . . .	4
1.1.c Styles d'exécution et interprétation historiquement informée . . . . .	6
1.2 Objectifs de l'étude . . . . .	8
<b>2 Méthodes</b>	<b>9</b>
2.1 Cadre d'étude . . . . .	9
2.1.a Quelle pièce jouer? . . . . .	9
2.1.b Qui joue? . . . . .	10
2.1.c Comment jouer? . . . . .	10
2.1.d Sur quel instrument a été réalisé l'expérience? . . . . .	11
2.1.e Dans quelles conditions? . . . . .	11
2.1.f Résumé des expériences . . . . .	12
2.2 Dispositif . . . . .	13
2.2.a Captation du contrôle instrumental . . . . .	13
2.2.b Analyse des relations entre données MIDI et audio . . . . .	15
2.3 Présentation des données de contrôle . . . . .	19
<b>3 Analyse des résultats</b>	<b>21</b>
3.1 Le point de vue des pianistes/sujets . . . . .	21
3.1.a Profils . . . . .	21
3.1.b Déroulement . . . . .	22
3.1.c Ressenti . . . . .	23
3.1.d Validité de la mise en situation . . . . .	23
3.2 "Pianiste" ou "fortepianiste"? . . . . .	26
3.2.a Une réalisation contrastée dès les premières mesures . . . . .	26
3.2.b Contrastes sur l'ensemble du nocturne . . . . .	28
3.3 Quelles adaptations aux différentes consignes proposées? . . . . .	28
3.3.a Adaptation aux consignes de jeu écrites . . . . .	28
3.3.b Adaptation à un changement de timbre via la synthèse sonore . . . . .	30

<b>Conclusion et Discussion</b>	<b>31</b>
<b>A Calcul du niveau SPL</b>	<b>36</b>
<b>B Données de contrôle instrumental complémentaires</b>	<b>38</b>
B.1 Gestion de la pédale <i>forte</i> . . . . .	38
2.1.a Expérience 1 : Exercice Chabouillé Saint-Phal . . . . .	38
2.1.b Expérience 2/3 : Nocturne Kalkbrenner . . . . .	39
B.2 Gestion du tempo moyen pour les expériences 2 et 3 . . . . .	39
B.3 Vitesse midi et recouvrement de la mélodie pour l'expérience 1 . . . . .	40
<b>C Partitions et documents fournis aux pianiste</b>	<b>41</b>
C.1 Expérience 1 : Exercice Chabouillé Saint-Phal . . . . .	41
C.2 Expérience 2/3 : Nocturne de Kalkbrenner . . . . .	43

## Résumé

Cette étude, à l'interface entre musicologie et acoustique musicale, porte sur l'interprétation musicale et le contrôle instrumental pour le piano, dans le répertoire romantique de la première moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle. Alors que les études musicologiques portant sur l'interprétation, sont généralement réalisées à partir d'enregistrements audio ; ici un piano équipé de capteurs optiques sous le clavier nous permet d'étudier l'interprétation au travers du contrôle instrumental. L'enjeu de nos travaux est de mettre en évidence des stratégies individuelles d'interprétation, qui seront analysées au regard de l'expérience musicale de nos sujets. Cette dernière inclue la formation des pianistes sujets et plus particulièrement de leur acculturation à des textes historiques sur l'interprétation, contemporains du répertoire choisi. L'autre enjeu de cette étude est d'approcher la question de l'adaptation à l'instrument du style interprétatif et du contrôle instrumental au travers d'un artefact utilisant la synthèse sonore de sons de piano par modèle physique.

Pour répondre à ces enjeux, nous étudierons des paramètres d'interprétation au moyen des informations de contrôle (clavier et pédales) du piano, du son rayonné, de vidéos des mains, de questionnaires et d'interviews des pianistes sujets. Deux catégories de sujets ont été sollicitées pour cette étude qui diffèrent par leur acculturation aux textes historiques. Les paramètres étudiés sont déterminés par les éléments de style interprétatif qui distinguent le style historique contemporain du style actuel, tel qu'il est classiquement enseigné aujourd'hui. Les résultats montrent que le cadrage musicologique précis des expériences permet une analyse cohérente des stratégies d'interprétation et de contrôle.

## Préambule

Le stage présenté dans ce rapport s'intègre dans un projet de recherche mené conjointement entre acousticiens et musicologues autour de l'analyse historiquement informée de l'interprétation. Le projet s'est déroulé de mars à juillet 2016 au sein de l'institut d'Alembert à l'UPMC (Université Pierre et Marie Curie), au sein de l'équipe LAM (Lutherie, Acoustique, Musique) autour du stage de Master 2 de Louis Moreau-Gaudry de février à juillet et du stage de Master 1 de Téo Sanchez de mai à juillet 2016.

L'étude de la bibliographie autour de l'analyse de l'interprétation au piano a permis à Louis Moreau-Gaudry d'affiner le cadre de l'étude et de mettre en place la première expérience présentée dans ce rapport. Le travail de Téo Sanchez a pu débiter au jour de cette première expérience, et se porte initialement sur la caractérisation du dispositif (liens entre les données audio et MIDI, calibrage de la chaîne d'acquisition audio) ainsi que sur la modification du piano nécessaire à la seconde expérience présentée dans ce rapport.

La suite du travail, de l'élaboration de la seconde expérience à l'extraction des données et l'analyse des résultats a été réalisé conjointement, aussi nous avons choisi de présenter deux rapports de stage aux contenus identiques, intégrant des contributions et corrections mutuelles.

Benoît Fabre

# Introduction

La thématique centrale de ce stage est l'étude de l'interprétation musicale dans le jeu du pianiste sous les angles de l'acoustique musicale et de la musicologie. Plus particulièrement, l'objectif est de relier l'étude du contrôle instrumental à une étude historique et culturelle des styles interprétatifs. Dans un premier temps, nous essayerons dans d'identifier les intérêts, enjeux et limites de ces deux approches et de voir dans quelle mesure une complémentarité est nécessaire.

L'étude du contrôle instrumental est un champ de l'acoustique musicale qui a pris un essor important ces dernières années. Il s'agit d'étudier et de modéliser la réponse mécanique et acoustique d'un instrument de musique lorsqu'il est sollicité par un musicien, par exemple le jeu de l'archet du violoniste [DAC09], la gestion de la respiration du flûtiste [VFC15] ou bien le geste de pincement du harpiste [CLCF13]. L'étude de l'interprétation – et notamment des intentions musicales – pourrait permettre de prolonger ces travaux et de leur donner un cadre de lecture plus structuré.

Une branche récente de la musicologie s'intéresse aux évolutions des styles d'interprétation de la musique écrite occidentale. Les analyses proposées se basent sur des traités ou témoignages de l'époque mais aussi sur des enregistrements audio qui peuvent remonter jusqu'au début du XX<sup>ème</sup> siècle [Coo10]. L'enjeu de cette approche est de retracer les évolutions des différents courants et écoles de jeu au cours de l'histoire, en ne se basant pas seulement sur la partition [Coo14] mais également sur l'analyse du jeu du pianiste. En effet, l'étude du contrôle instrumental pourrait permettre d'explorer concrètement la diversité des approches interprétatives d'un même répertoire, résultant d'une évolution complexe.

Le cadre global de ce travail est donc d'étudier l'interprétation musicale par le contrôle instrumental. L'instrument choisi est le piano, choix motivé par la possibilité de capter directement le résultat du contrôle instrumental sur le clavier. Le répertoire pour piano étant vaste, les œuvres choisies se concentrent sur un style de composition suffisamment distant historiquement mais familier des pianistes actuels. Les pianistes sollicités pour cette étude ont été sélectionnés pour leurs profils et formations pianistiques contrastés mais ayant cependant une familiarité avec le style de composition des œuvres fournies.

# Partie 1

## Contexte et objectifs de l'étude

### 1.1 État de l'art

#### 1.1.a Acoustique et contrôle instrumental au piano

Le son produit par le piano est le résultat d'un couplage complexe entre la touche, le mécanisme d'échappement, le marteau, les cordes, la table d'harmonie et son rayonnement dans une pièce [AJ90, AJ91]. L'étude du contrôle instrumental au piano présuppose une bonne compréhension du fonctionnement de l'instrument, afin de mieux cerner la nature de ce contrôle. Comment les réglages effectués sur le piano peuvent-ils influencer le son produit et le toucher de l'instrument ? De quoi est composé le son produit par le piano ?

#### Mécanique et toucher

Le piano peut être classiquement vu comme un instrument de musique constitué d'un excitateur (le marteau), d'un résonateur (les cordes) couplés à une structure de rayonnement (la table d'harmonie). On peut distinguer deux sous-ensembles distincts et sépa-

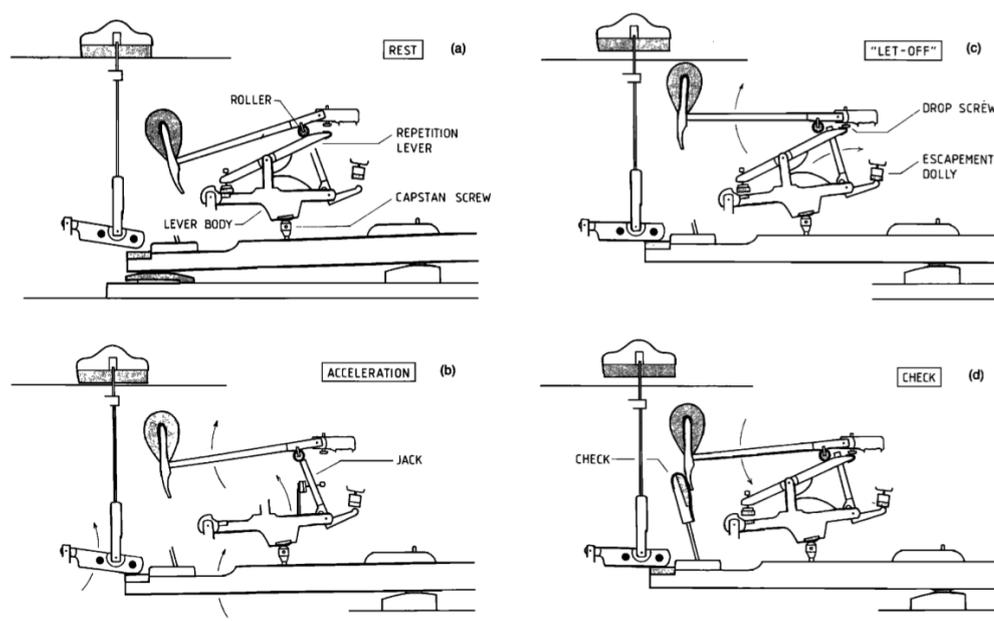


FIGURE 1.1 – Etape de déclanchement du mécanisme du clavier de piano à queue [AJ90]

rables dans un piano : l'ensemble clavier et mécaniques et l'ensemble cordes, structure et table d'harmonie. Le jeu du pianiste est indirect : il ne frappe pas directement les cordes avec les marteaux comme dans le jeu du cymbalum, mais actionne les marteaux au moyen de mécaniques (leviers, échappement, attrape) "lanceurs" de marteau. Le contrôle du son est donc dépendant du clavier de l'instrument et de son réglage.

Le étapes de l'excitation des cordes (1,2 ou 3) correspondant à une note, résumées par Anders Askenfekt [AJ90] peuvent être décomposées en quatre étapes schématisées sur la figure 1.1 :

- (a) La position de repos : le marteau repose sur le levier de répétition (*roller*) qui lui-même repose sur le chevalet (*lever body*). La touche est maintenue en position haute par le poids du marteau et du chevalet. De même, l'étouffoir est posé sur les cordes, exerçant une force liée à son poids.
- (b) L'accélération du marteau : pendant que le pianiste enfonce la touche, l'étouffoir se soulève, la touche entraîne le chevalet vers le haut. Le bâton d'échappement (*repetition lever*) pousse le rouleau et entraîne le marteau.
- (c) L'échappement ("*left-off*") : le bâton d'échappement (*jack*) est stoppé par le bouton d'échappement (*drop screw*) et le sommet du bâton est éloigné du rouleau du marteau par rotation. Le marteau, maintenant libre poursuit son mouvement vers les cordes. Le levier de répétition est arrêté en position d'attente par la vis de rechute.
- (d) L'attrape : le marteau retombe sur le levier de répétition. L'attaque peut alors être répétée via le mécanisme de double échappement ou une fois la note relâchée.

Suite à cette description, on peut ici noter quelques éléments utiles pour la suite :

- La mécanique du piano actuelle est issue d'une évolution complexe [CJ87] et les descriptions présentées ici sont valables pour des pianos à queue moderne à l'instar du piano utilisé pour les expériences de cette étude. Cette mécanique est en partie différente pour des pianos anciens ou des pianos droits.
- L'ensemble de la mécanique induit un retard entre la butée de la touche et le contact marteau/corde. Ce retard est dépendant de l'intensité avec laquelle la note est jouée [AJ90]. L'ordre de grandeur de ce retard va de 20 ms pour des nuances *piano* à -10 ms pour des nuances *forte*.
- Une partie du réglage du piano consiste à égaliser le mécanisme des notes pour que le contact de fond de touche soit synchronisé pour une nuance *mf*.
- La distance d'échappement est également importante : plus cette distance est courte, plus la durée du mouvement libre du marteau est petite et plus la précision de contrôle est importante. En effet, elle augmente la partie de la trajectoire du marteau pendant laquelle le pianiste peut accélérer le mouvement par la force qu'il applique. Une distance plus courte permet également de rendre l'instrument plus sonore, ce qui peut parfois être gênant dans des petits espaces. Inversement, un échappement trop précoce interdit les nuances *piano* et force ainsi l'instrumentiste à jouer *forte*



## Quelle mesure de l'exécution musicale ?

Au sein de ces études, plusieurs descripteurs de l'exécution au piano sont récurrents :

- le décalage temporel entre deux attaques successives, noté IOI (*Inter Onset Interval*) sur la figure 1.3. Ce descripteur est souvent utilisé pour quantifier une variation de tempo et notamment un ralenti en fin de phrase musicale (*ritenuto*). Bruno Repp a ainsi analysé 28 versions de la pièce *Träumerei* de Robert Schumann<sup>1</sup> interprétées par plusieurs pianistes [Rep92]. Il remarque ainsi que les *ritenuto* en fin de phrase – via une analyse des IOI – sont modélisables par une parabole. Les pianistes ne suivant pas cette régularité dans leurs ralentis, tels Alfred Cortot<sup>2</sup> ou Stanislav Bounine<sup>3</sup> sont donc situés, courbe à l'appui, comme "excentrique" et "distordus" [Rep92][p. 258].

Une autre application de l'IOI est d'apprécier le décalage temporel à l'attaque entre une note basse jouée à la main gauche et une note mélodique jouée à la main droite. Ce phénomène a été analysé et quantifié à plusieurs reprises [Rep96, Goe01]

- la décalage temporel entre la fin d'une note et le début de la suivante, notée sur la figure 1.3 KOT (*Key Overlap Time*) si ce décalage temporel est négatif et KDT (*Key Detached Time*) si ce décalage est positif. Ces descripteurs peuvent être reliés à des caractéristiques de phrasé *legato* et *staccato* [BUB00].

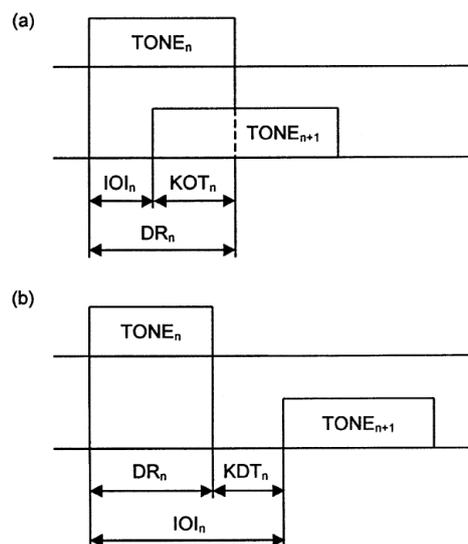


FIGURE 1.3 – définition des différents descripteurs utilisés [BUB00]

Parmi les études récentes notables, on peut citer l'étude sur le jeu du pianiste Nikita Magaloff (1912-1992) sur l'intégrale des oeuvres de Chopin pour piano seul [GFW10]. Les données proviennent d'un clavier équipé pour capter le contrôle instrumental, qui a été utilisé dans le cadre d'une série de récitals que Magaloff a donné à Vienne en 1989. Toutes les partitions ont été numérisées puis extraites via une technologie de reconnaissance optique de partition. Toute la performance a été ensuite alignée avec les partitions, tous les arpegges, ornements et trilles ont été écartés manuellement de

<sup>1</sup> issu des *Scènes d'enfants (Kinderszenen)*, opus. 15, 1838

<sup>2</sup>EMI 3C 153-53794M [1947]

<sup>3</sup>DG 427315-2 (CD) [1988]

l'analyse. Un point central était d'observer les stratégies de décalage temporel entre main gauche et main droite. Au dessus de 30 ms, ce décalage devient perceptible et significatif selon Goebel. De plus, on observe que ce décalage est très peu présent pour les pièces rapides et virtuoses et est au contraire le plus présent sur le corpus des Nocturnes.

Si les données ainsi récoltées constituent une base d'une grande richesse, les analyses proposées se réfèrent sans justification et de manière plus ou moins explicite à des concepts musicaux tels le *legato*, *staccato* ou bien le *tempo*. Le passage de l'observation à l'analyse musicale semble n'être guidé que par l'intuition musicale des auteurs.

Toutes ces études utilisent une méthodologie ascendante (*bottom-up*) : il s'agit de mesurer un certain nombre de descripteurs élémentaires et de remonter ensuite à une modélisation ou une interprétation du rôle musical de chacun de ces éléments. Un écueil possible de l'approche ascendante est que des phénomènes musicaux différents peuvent être analysés de la même manière par leur apparente proximité.

Il apparaît donc que ces approches apportent de nombreuses informations sur l'exécution musicale des pianistes, dont l'interprétation reste problématique par défaut d'un cadre structuré. Les approches de la musicologie systématique<sup>4</sup> apportent des éléments de réponse à ces questions, basées sur la psychologie cognitive de la musique (voir [Slo85])

### 1.1.c Styles d'exécution et interprétation historiquement informée

Les études provenant du champ de la psychologie cognitive sont riches d'enseignements sur la manière dont on perçoit et conçoit la musique mais elles tendent à mettre de côté le contexte culturel et social des œuvres musicales abordées. Mine Doğantan-Dack [DD14] reproche ainsi à ces études d'aborder la musique et l'expressivité musicale en tant que phénomène universel, indépendamment de références stylistiques et historiques.

Dans le cas de la musique écrite, la lecture de la partition est le résultat d'une construction subjective et culturelle de l'interprète. Cette partition peut alors prendre selon les cas un rôle descriptif ou prescriptif [See58]. Une partition descriptive est une indication de ce que l'instrumentiste doit faire, comme par exemple une tablature de guitare ou de luth tandis qu'une partition prescriptive constitue un ouvrage de ce que le compositeur souhaite entendre. L'idée d'une partition de référence neutre est donc mise à mal par cette ambivalence de la partition.

Selon Nicholas Harnoncourt, il existe de nombreux chevauchements entre ces deux lectures pour la musique baroque et classique et c'est l'étude du contexte historique et stylistique qui peut permettre de doser sagement ce rapport [Har85]. Ce rapport à l'histoire et à la partition est au cœur de l'approche d'interprétation dite historiquement informée qui a pris un essor important dans les années 1980. Il est aussi intéressant de noter que la notion d'authenticité et de fidélité à la partition a fait l'objet d'un important débat [Fab01]. Pour Harnoncourt, l'étude des sources historiques doit permettre un renouvellement de la vie musicale contemporaine.

*Aujourd'hui, on a définitivement balayé le concept d'authenticité dans ce qu'il véhiculait de plus naïf (jouer comme à l'époque) pour penser l'interprétation*

---

<sup>4</sup>branche de la musicologie qui traite des aspects physiques, physiologiques, psychologiques et sociologiques de la musique, par opposition à la musicologie historique

*comme la recherche d'une exécution vivante, contemporaine (elle ne peut pas être autre chose), mais qui s'appuie sur une étude du contexte.* [Har85, p. 49]

Une autre approche de l'interprétation, plus proche de la *music theory* américaine, et plus largement en héritage de l'analyse Schenkerienne, a pris un essor très important après la deuxième guerre mondiale. Dans ce cas là, c'est l'analyse de la partition qui doit servir à transmettre les intentions musicale du compositeur, ce que Cook appelle l'approche *score-to-performance*[Coo10].

Les pratiques musicales ont évoluées au cours du temps et l'étude discographique permet de retracer en partie cette histoire. Pour un même répertoire, plusieurs approches peuvent coexister au sein d'une même période, et ces approches sont elles-mêmes interconnectées [Fab14].

Le parti pris de notre étude est de considérer la pluralité des approches interprétatives sans se préoccuper de jugements esthétiques, c'est à dire de ne pas prendre de parti pris quant à la pertinence musicale d'une approche par rapport à l'autre.

## 1.2 Objectifs de l'étude

L'objectif central du travail présenté est d'explorer les relations entre plusieurs éléments qui sont en jeu dans une exécution musicale que sont le style compositionnel, le style interprétatif, les propriétés mécaniques et acoustiques de l'instrument, l'acculturation de l'instrumentiste aux éléments historiques de l'époque de la composition, tels que les instruments et les textes écrits.

Dans ce cadre général, plusieurs questions de recherche sont posées :

1. Peut-on mettre en évidence des stratégies individuelles d'interprétation au travers du contrôle instrumental ?
2. Peut-on distinguer des stratégies individuelles de contrôle des stratégies interprétatives ?
3. Peut-on approcher la question de l'adaptation du style interprétatif et du contrôle instrumental au travers d'un artefact utilisant la synthèse sonore de sons de piano par modélisation physique ?

Pour mener cette expérience deux hypothèses sont faites :

1. La partition ne constitue pas une référence valable du style interprétatif. Ce n'est qu'un reflet des intentions musicales du compositeur, car beaucoup d'éléments interprétatifs n'y sont pas indiqués. Il vient alors la nécessité de cadrer une référence de style interprétatif grâce à une lecture musicologique permettant alors d'assimiler des différences observées à des différences de contrôle et d'intentions.
2. Si des stratégies individuelles d'interprétation existent, alors elles sont liées à l'expérience musicale, y compris à l'acculturation aux éléments historiques donnés lors des expériences.

Enfin, plusieurs protocoles ont été conçus. Au sein de ces protocoles, le cadrage méthodologique précédemment évoqué a permis de fixer et relier aussi bien des éléments techniques tels que le choix d'un dispositif instrument/captation, le choix des estimateurs et critères d'analyse, mais aussi des éléments musicaux tels que le choix des pièces musicales et des instrumentistes sujet des expériences.

## Partie 2

# Méthodes

### 2.1 Cadre d'étude

Cette partie a pour but de présenter les protocoles des expériences que nous avons mis en place. Ces expériences ont été conçues dans la continuité des problématiques évoquées précédemment (§1.2).

#### 2.1.a Quelle pièce jouer ?

Le besoin de se référer à un style interprétatif explicite et cohérent nous amène à choisir des partitions musicales :

- à priori inconnues des pianistes sujets, ceci afin d'éviter un déséquilibre entre pianistes connaissant et ne connaissant pas la pièce.
- qu'il n'y ait pas d'enregistrement accessible sur internet pour éviter que les sujets ne soient influencés par ces enregistrements,
- d'un style compositionnel qui leur soit familier
- pour lesquelles nous sommes en mesure de proposer des éléments écrits historiques pouvant servir d'outil de lecture pour l'analyse des styles interprétatifs.
- qui demandent une charge de travail convenable pour les pianistes sujets dans les temps de l'expérience.

Les deux pièces sélectionnées s'inscrivent dans le répertoire du piano romantique en France dans la première moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle, ce qui répond bien aux exigences précédemment évoquées. Pour la première expérience, nous avons choisi un extrait de la méthode *L'étude du piano* de 1839 par la professeuse Ernestine Chabouillé-St-Phal<sup>1</sup>. Pour les expériences suivantes, nous avons choisi le 3<sup>ème</sup> Nocturne des *3 Nocturnes, Op.187* de Friedrich Kalkbrenner (1842)<sup>2,3</sup>

- **Pourquoi l'étude de Chabouillé-St-Phal ?** Cette partition a été principalement choisie car elle est accompagnée d'un paratexte c'est à dire d'un texte explicatif donnant des consignes de réalisation, écrites par Chabouillé-St-Phal elle-même. L'originalité de ce paratexte est qu'il donne des indications très précises

---

<sup>1</sup>Archivé à la Bibliothèque Nationale de France. Notice : FRBNF42899210

<sup>2</sup>*Idem*, Notice : FRBNF43070424

<sup>3</sup>Les deux partitions sont présentes dans l'annexe C

de contrôle, parfois à la note près : "*Les deux sol se feront comme les deux ut du commencement ; le point qui vient après le sol ne devra valoir que les trois quart et demi d'une double croche, et la double croche qui le suit devra compter pour une double croche plus un demi-quart. C'est dans la même proportion, ou dans une proportion équivalente, que doivent se faire dans un chant les notes pointées.*"

De plus, la relative simplicité technique de cet extrait nous a permis de mettre les pianistes sujets en situation de déchiffrage. L'idée sous-jacente était d'observer les automatismes de déchiffrage dans le contrôle instrumental des sujets.

- **Pourquoi le nocturne de F.Kalkbrenner ?** Cette pièce s'inscrit dans un contexte historique proche de la pièce de Chabouillé-St-Phal. La forme du Nocturne est alors une forme musicale répandue et est encore présente de nos jours dans le répertoire des pianistes actuels notamment au travers des Nocturnes de Chopin. De plus, cette pièce est plus longue et plus expressive, ce qui permettrait au pianiste de mieux s'impliquer dans la réalisation musicale. Enfin, ce Nocturne est peu connu aujourd'hui et n'offre aucune référence discographique aux pianistes, limitant l'influence éventuelle d'autres pianistes sur leurs jeux.

### 2.1.b Qui joue ?

Cinq pianistes ont participé à notre étude dont trois pianistes professionnels et deux étudiants de très haut niveau. Ils ont été sollicités par les encadrants du projet pour leurs profils très contrastés. Parmi les pianistes sélectionnés, certains ont une pratique instrumentale plus spécialisée dans le répertoire du XIX<sup>ème</sup> siècle, avec une approche historiquement informée. Quatre pianistes parmi les cinq ont manifesté une implication et un intérêt important pour les expériences proposées et ont donc été sélectionnés pour les analyses présentées à la partie 3.1 Par la suite, nous nommerons les quatre pianistes sélectionnés par les lettres A, B, C et D.

### 2.1.c Comment jouer ?

L'interprétation des pièces proposées aux différents pianistes pouvant changer radicalement, entre les pianistes ou pour un même pianiste, il semble important de fixer un cadre de jeu pour mieux observer leur conception du style interprétatif de la pièce. Des textes historiques ont été ainsi donnés à lire aux participants. Ces textes suggèrent au pianiste le style interprétatif de l'œuvre.

Pour la première pièce, les indications portent sur la réalisation de l'étude de Chabouillé-St-Phal, et le contrôle instrumental, de manière précise. L'ensemble de ces consignes peut amener à une conception plus globale du style interprétatif. Les éléments abordés concernent principalement le phrasé, d'un point de vue dynamique et temporel.<sup>4</sup>

Pour la seconde expérience, le paratexte est un ensemble de texte ne portant pas sur directement sur l'œuvre.<sup>5</sup> On y trouve un extrait de la méthode de chant de Louis Lablache, des extraits de la méthode d'Hélène de Montgeroult (c.1820), et des témoignages d'élèves de Chopin issue des *Esquisses pour une méthode de piano*. La méthode de chant de Louis Lablache et la méthode de Montgeroult, qui sont recommandées parmi

<sup>4</sup>le paratexte est présenté dans l'annexe C.1

<sup>5</sup>l'ensemble des documents est présenté dans l'annexe C.2

les meilleurs ouvrages didactiques du siècle pour le chant et le piano respectivement, ont été choisis pour mettre en lumière les techniques de chant caractéristiques du *bel canto* d'une part, et les moyens de les imiter au piano d'autre part. En effet, bien qu'on pourrait à priori écarter le piano de tout concept de "vocalité" de part son appartenance aux instruments à corde frappée (et donc par son mode de jeu non-entretenu), il dispose de moyens pour donner l'illusion des caractéristiques du texte chanté [Rou04]. Cette imitation du *bel canto* est bien présente dans les œuvres des compositeurs de l'époque, et la forme du nocturne en est une illustration.

On trouve dans la méthode de Lablache des indications pour "filer les sons", sur les manières de phraser, nuancer ou de "porter la voix". La méthode de Montgeroult considère plusieurs aspects de jeu : la respiration et la ponctuation, l'émission du son à travers le jeu legato, et l'exécution des vocalises (qui sont des "envolées lyriques" à la main droite, précédant généralement la cadence). Les témoignages des élèves de Chopin portent sur la reprise de la mélodie après une respiration et sur le rôle de l'accompagnement.

Contrairement au paratexte de la première expérience, ces documents ne font que suggérer des éléments de style interprétatif au pianiste au travers de considérations générales. Il laisse libre le pianiste de les appliquer au Nocturne de F. Kalkbrenner en question mais l'encourage à porter une réflexion sur les moyens de réaliser ces conceptions interprétatives.

Lors de l'analyse des expériences, on pourra observer l'évolution du jeu avant et après la lecture du paratexte mais également entre les pianistes.

#### **2.1.d Sur quel instrument a été réalisé l'expérience ?**

Pour étudier le contrôle instrumental, un système de captation de l'action du pianiste sur le clavier et les pédales a été privilégié car il permet d'obtenir directement le contrôle instrumental effectué par le pianiste. Pour cela nous disposons d'un piano *Kawai modèle RX-2 Classic Grand Piano* équipé d'un système de captation qui sera décrit plus en détail dans la partie 2.2

#### **2.1.e Dans quelles conditions ?**

Les séances ont une durée de 1h30 à 2h30 selon les pianistes, éventuellement entrecoupées d'une ou plusieurs pauses. Un réglage fin a été effectué sur le piano au début de cette étude. La distance d'échappement a été réduite pour permettre un accompagnement optimal et très précis du marteau jusqu'à la corde. Une harmonisation des marteaux a également été réalisée. En effet, le choc répété des têtes de marteaux sur les cordes et l'humidité de l'air provoque respectivement un tassement ou un gonflement du feutre, de sorte que le timbre peut varier différemment pour chaque note du clavier. L'harmonisation consiste à "piquer" ou "tasser" les têtes des marteaux afin d'aérer ou tasser le feutre et inverser cette tendance. Ainsi, cette opération permet d'équilibrer le timbre du piano sur toute la tessiture. Enfin, un accord a également été réalisé.

## 2.1.f Résumé des expériences

Expérience	Nb de séances	Partition	Paratexte	Problématiques	Pianistes sujets	Instrument	Conditions
1	1	Chabouillé	Sans puis avec	Stratégies individuelles d'interprétation au travers du contrôle instrumental avec acculturation à un texte historique	A et B	Piano non modifié	Déchiffrage
2	2	Kalkbrenner	Sans puis avec	Acculturation à un texte historique et artefact utilisant la synthèse sonore de sons de piano par modélisation physique	C et D	Piano non modifié, puis piano de synthèse Kawai et Érard	Enregistrement studio
3	1	Kalkbrenner	Sans	Artefact utilisant la synthèse sonore de sons de piano par modélisation physique	B	Piano de synthèse type Kawai, Érard puis piano non modifié.	Enregistrement studio

TABLEAU 2.1 – Résumé des expériences

Trois expériences différentes ont été réalisées abordant les différentes problématiques via un protocole adapté. Au début de chaque séance, les pianistes prennent librement connaissance de l'instrument. Les trois expériences sont résumées dans le tableau 2.1

- **L'expérience 1**, porte sur le texte musical de Mme. Chabouillé-St-Phal, et inclue la participation des pianistes A et B. Cette expérience se déroule en trois étapes :
  1. le sujet est amené à jouer l'œuvre en situation de déchiffrage
  2. puis le pianiste sujet reçoit le paratexte de la compositrice. Il lui est demandé de rejouer le morceau en suivant au mieux les consignes du paratexte.
  3. Enfin, il peut jouer le morceau de manière libre.
- **L'expérience 2** est basé cette fois-ci sur le Nocturne de Kalkbrenner et inclue la participation des pianistes C et D. Cette expérience est divisée en deux séances espacées de 10 jours. La première consiste à jouer l'œuvre (dont la partition a été envoyée au pianiste au préalable) en situation d'enregistrement studio sur le piano non modifié. Un paratexte est donné à l'issue de la première séance. La seconde séance consiste à jouer la même pièce de manière historiquement informée, sur le piano non modifié puis sur le dispositif de synthèse de piano dont les réglages ont été choisis pour se rapprocher au mieux du son de notre piano Kawai, puis d'un piano Érard de 1849 proche de l'époque et du lieu de composition du nocturne).
- **L'expérience 3**, portant toujours sur le Kalkbrenner, inclue une seule séance et seulement le pianiste B (pour des raisons de disponibilité). La séance consiste également à jouer la pièce en situation de concert sur le dispositif de synthèse de piano (son proche du Kawai, puis Érard) et enfin sur le son de piano non modifié.

## 2.2 Dispositif

### 2.2.a Captation du contrôle instrumental

Pour capter l'action du pianiste sur le clavier et les pédales, nous disposons d'un piano quart de queue de la marque *Kawai* modèle *RX-2 Classic Grand Piano* muni d'un système de captation optique disposé sous les touches du clavier. À chaque touche est associée une languette métallique à deux niveaux (cf figure 2.1). Ces dernières passent entre deux fourches optiques lors de l'enfoncement de la touche. L'ordinateur incorporé au système calcule alors un décalage temporel entre les temps de passage des deux capteurs, donnant un temps, et une vitesse de l'enfoncement de la touche qui vont être ensuite convertis en norme MIDI (Musical Instrument Digital Instrument).

Le protocole standard de communication MIDI, permet d'accéder au jeu musical. Il code numériquement les événements musicaux et les transmet en temps réel par liaison série. Il permet l'analyse du jeu instrumental par des outils informatiques ; chaque événement musical est codé par un triplet de valeurs : date, note, intensité, constituant le protocole MIDI. Par convention, on assimile les événements de relâchement de la note ("note-off") aux notes de vélocité nulle. Dans notre cas, les informations obtenues, codées dans la norme MIDI, sont :

- La hauteur des notes jouées (le "pitch")
- Le delta time : le temps entre deux événements MIDI, qui permet d'accéder aux temps globaux d'enfoncement et de relâchement de chaque note.
- La dynamique : la vélocité MIDI de chaque note qui correspond à la vitesse à laquelle la touche est enfoncée.
- L'enfoncement de la pédale forte (sur huit niveaux)
- L'enfoncement de la pédale *Una Corda* et *Sostenuto* (de type on/off).

Tous les événements sont chronométrés et restitués par rapport au tempo de référence exprimé en BPM (Beat Per Minute). La fréquence d'échantillonnage et la précision temporelle sont donc fixées par le nombre de ticks par beats. Ici, nous avons choisi un tempo très élevé à 960 bpm afin d'avoir une grande précision temporelle. Le système échantillonnant à 96 ticks/beats, on a ainsi une fréquence d'échantillonnage à l'acquisition de 1536 Hz soit une précision temporelle de 0.65 milliseconde ce qui est largement suffisant au regard des temps de réaction liés à la perception haptique et multisensorielle hpto-auditive [RSH10].



FIGURE 2.1 – Capteur optique sous une touche du piano

De manière synchrone, nous procédons à un enregistrement audio et vidéo. Le système audio est composé de deux micros DPA 4006A omnidirectionnels de sensibilité  $s = 34.510^{-3} V.Pa^{-1}$  et d'une carte d'acquisition RME Babyface Pro. L'acquisition se fait à une fréquence d'échantillonnage de 48000 Hz et chaque échantillon est codé sur 24 bits. L'acquisition vidéo est réalisée à l'aide d'une caméra Panasonic HDC-SD100 pour permettre de relever des informations sur le doigté, la position des mains et des poignets.

Les expériences sont menées dans une salle de  $40,5m^2$  et de  $121,5m^3$  dont les murs sont partiellement couverts de rayonnages de livres. Les dimensions et la réponse acous-

tique de la salle la rendent comparable à une salle de cours de conservatoire. Les microphones sont disposés à environ un mètre du centre du piano, soit à 20 centimètres du bord droit (du côté de l'ouverture du couvercle), et à 130 centimètres au dessus du sol, soit 30 centimètre au dessus du piano.

## 2.2.b Analyse des relations entre données MIDI et audio

Lors des expériences en présence de pianistes professionnels, les morceaux seront simultanément enregistrés en MIDI et en audio à l'aide du logiciel Reaper (Rapid Environment for Audio Production, Engineering, and Recording). L'analyse du contrôle instrumental et de l'interprétation doit porter sur l'action du pianiste sur l'instrument et sur le son produit. Afin d'apprécier et d'interpréter les données enregistrées, une étape préalable a consisté à analyser les liens entre données MIDI et audio.

### Corrélation entre la vélocité MIDI et le niveau SPL

Pour cela, nous avons dans un premier temps comparé le niveau sonore estimé à partir des enregistrements audio pour quatre notes couvrant l'ensemble de la tessiture du piano (do1, do3, do5 et do7) avec la vélocité MIDI enregistrée. Le niveau équivalent sur une seconde a été calculé en partant du seuil de détection audio. Les étapes d'obtention du niveau SPL équivalent une seconde sont détaillées en annexe A.

Sur les résultats, présentés en figure 2.2, on observe une corrélation entre la vélocité MIDI et le niveau SPL (Sound Pressure Level) d'une note.

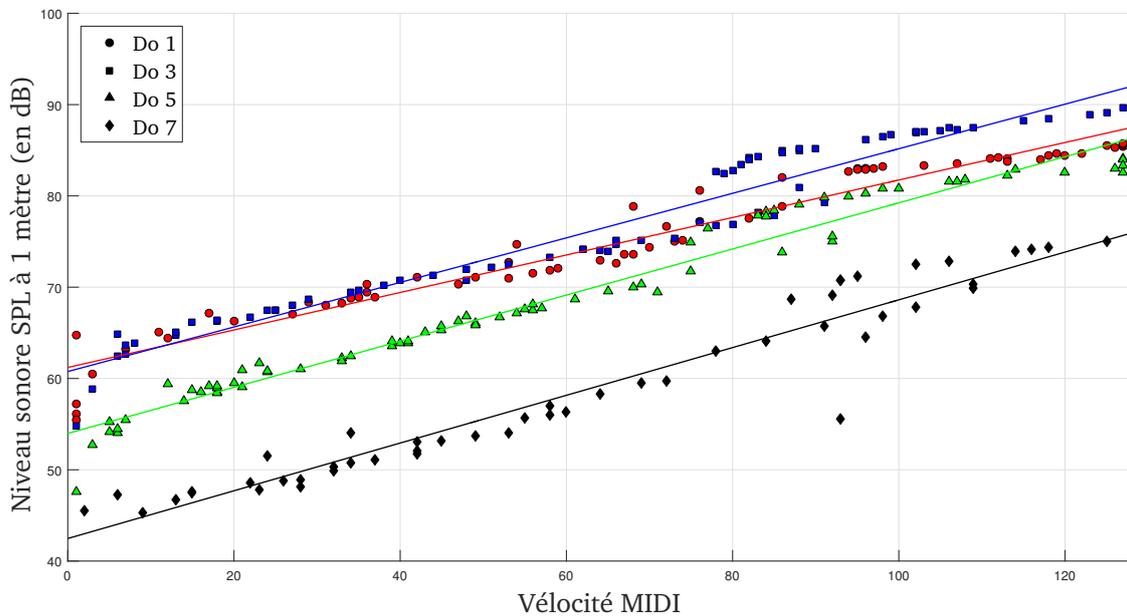


FIGURE 2.2 – Niveau SPL du piano utilisé pour l'étude en fonction de la vélocité MIDI enregistrée

On observe sur la figure 2.2, une croissance cohérente du niveau en fonction de la vélocité. Une grande vitesse de la touche entraîne le marteau plus rapidement (environ 5 fois plus rapidement [AJ91]). Ce dernier frappe alors la corde avec plus d'énergie et diffuse un son plus fort. Le niveau sonore en fonction de la vélocité MIDI semble

être linéaire. La régression linéaire pour les quatre notes de la tessiture nous donne des pentes très proches, avec un léger écart pour le do1 (courbe rouge). L'ordonnée à l'origine quant à elle croit quand la fréquence de la note jouée diminue. On estime ainsi la relation entre le niveau sonore SPL, la fréquence de la note jouée et la vélocité midi par l'équation :

$$L_{\text{dB SPL}} = F(f_0) + K * \text{Vel}_{\text{MIDI}}$$

avec  $L_{\text{dB SPL}}$  le niveau sonore SPL,  $\text{Vel}_{\text{MIDI}}$  la vélocité MIDI,  $K$  la pente supposée constante ( $K = 0.2408$ ), et  $F(f_0)$  :

$$F(f_0) = -7.62 \log_{10}\left(\frac{f_0}{f_{\text{ref}}}\right)^2 + 3.31 \log_{10}\left(\frac{f_0}{f_{\text{ref}}}\right) + 61.28$$

avec  $f_0$  la fréquence de la note jouée, et  $f_{\text{ref}} = 32.703 \text{ Hz}$ , une fréquence de référence correspondant au do1. Grâce à cette relation, on pourra ainsi estimer le niveau sonore d'une note isolée à partir de sa vélocité. Cette corrélation est difficilement utilisable pour l'analyse des résultats issus des expériences, étant donné le chevauchement permanent des sons lors du jeu de la pièce.

### **Quantification du retard entre la détection MIDI et le réel impact du marteau sur la corde.**

Pour valider à la fois l'utilisation des données MIDI comme outil de description fiable de l'action du pianiste et valider une restitution fiable du son du piano dans notre dispositif de synthèse sonore, il faut quantifier le retard entre la détection MIDI et le son produit.

Ces décalages seront à considérer dans l'analyse des données temporelles d'une part et aux temps de réaction liés à la perception multisensorielle hapto-auditive mentionnés précédemment d'autre part [RSH10]. Pour cela, nous comparerons le temps entre la détection MIDI d'une note enfoncée et le début de l'attaque dans le signal audio qui correspond, à 3 millisecondes près, à l'impact entre le marteau et la corde. En effet, les microphones étant placé à environ 1 mètre du piano, un retard systématique d'environ 3 ms lié au propagation du son dans l'air est à prendre en compte.

Dans la figure 2.3, la différence entre le début de l'attaque du signal audio d'une note et le temps de détection MIDI de la touche en fonction de la vélocité MIDI (valeur de 0 à 127) de la note est présentée. Nous avons balayé l'ensemble des vélocités possibles et réalisé cette expérience pour 4 notes couvrant la tessiture du piano. Si les valeurs sont positives, cela signifie que la détection MIDI est antérieure au contact réel du marteau avec la corde, inversement, les valeurs négatives correspondent à une détection MIDI postérieure à l'audio.

On constate sur cette figure que pour des dynamiques *pianissimo*, *piano* et *mezzo*, la détection MIDI est antérieure à l'impact réel du marteau avec la corde. Inversement, pour les *mezzoforte*, *forte* et *fortissimo*, la détection MIDI est postérieure à l'audio. De plus, les décalages temporels ne dépassent pas les 20 millisecondes, ce qui affecte peu la coordination du jeu.

Ces résultats sont conformes à la littérature concernant l'acoustique musicale du

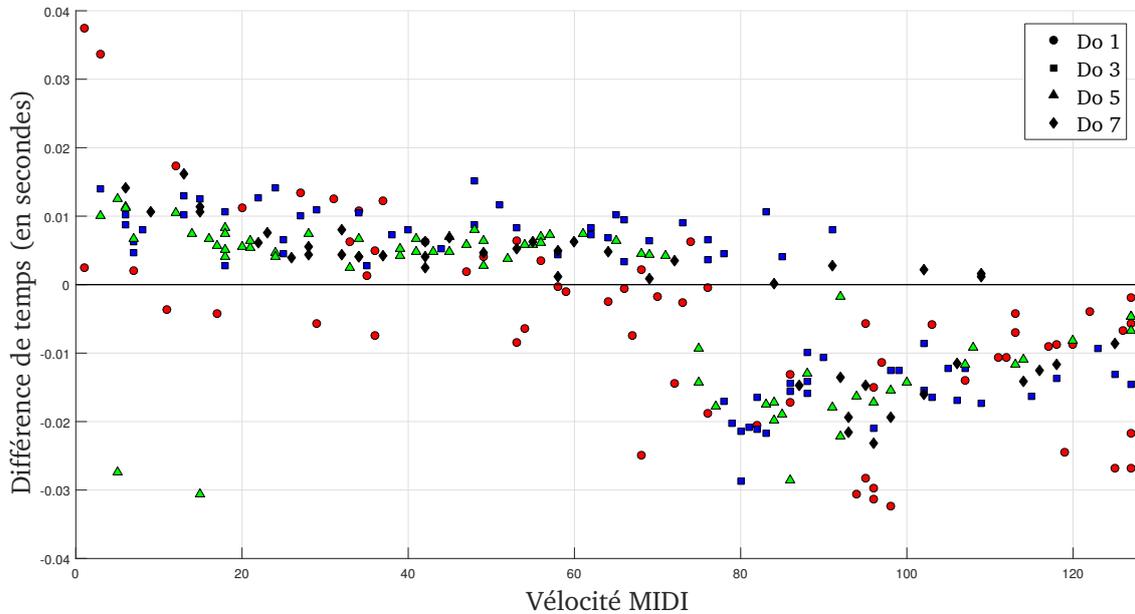


FIGURE 2.3 – Différence de temps entre le temps de début de l’attaque du signal audio et le temps de détection MIDI de la note enfoncée en fonction de la vélocité MIDI enregistrée pour cette note.

piano évoqué dans la partie 1.1.a. Ce décalage est probablement assimilé inconsciemment par les pianistes au cours de leur apprentissage. Il n’y a donc pas besoin de corriger ce retard. Dans ses travaux, Askenfelt observe la différence entre le moment d’arrivée en fond de touche et l’impact du marteau avec la corde [AJ90]. Dans notre cas, la détection MIDI se fait environ au deux tiers de l’enfoncement de la touche. Les décalages devraient donc être plus élevés pour les valeurs positives et plus faibles pour les valeurs négatives, ce qui n’est pas le cas. Cela peut être expliqué par un retard d’acquisition des informations MIDI qui compense certainement ce biais.

Quoi qu’il en soit, les valeurs de décalage que nous obtenons ne sont pas critiques et permettent d’affirmer que les données MIDI tiennent bien compte du contrôle instrumental sur le piano. On observe cependant quelques notes qui sortent de la tendance générale, pour de faibles vélocités. Elles correspondent à des notes jouées si *pianissimo*, que le marteau n’a pas atteint la corde, introduisant ainsi une fausse détection dans le signal audio.

En ce qui concerne le relâchement de la touche, on suppose qu’un décalage n’est pas critique car la descente de l’étouffoir accompagne le relâchement de la touche ce qui limite les variations en fonction de la dynamique.

### Dispositif permettant de changer le timbre du piano.

Les données issues de la norme MIDI sont utilisées comme paramètres d’entrées pour la synthèse sonore. Pour étudier l’influence du son du piano sur le jeu du pianiste, nous allons diffuser un son de piano de synthèse en temps réel lors du jeu du pianiste. Au préalable, il est impératif d’étouffer au mieux le son du vrai piano.

Initialement, le piano était équipé d’un système silencieux constitué d’une barre venant bloquer le marteau après l’échappement mais avant qu’il ne frappe la corde. Ce

système présente l'avantage d'annuler très efficacement le son du piano tout en laissant le toucher inchangé. Cependant, il nécessite un réglage de la distance d'échappement très grand (distance entre la corde et le lieu où il y a perte de liaison mécanique entre le marteau et la touche). Ce réglage singulier n'offre pas une précision et un confort de contrôle suffisant lorsque le piano non modifié est joué. En diminuant cette distance d'échappement pour améliorer le toucher, la barre vient bloquer les marteaux avant l'échappement, entraînant un changement radical du toucher (course de la touche plus faible).

Pour rendre le piano silencieux, il a donc été choisi de retirer ce dispositif et d'empêcher non pas les marteaux de frapper les cordes mais les cordes de vibrer.

Pour cela, nous les avons étouffées avec des bandes de feutre spécial (utilisés pour les étouffoirs), que nous avons fixées sur des plaques de bois. Des poids sont disposés sur les plaques pour améliorer l'étouffement. Les notes qui sonnent encore malgré ce système sont étouffées avec des bandes de feutres supplémentaires ou des coins en caoutchouc que nous avons insérés entre les cordes.

Ce dispositif étouffe le son moins efficacement que le précédent car le son d'impact entre le marteau et la corde reste présent (bien que la corde n'oscille pas). Nous l'avons sélectionné car il n'agit pas sur le clavier et n'introduit aucune modification du toucher.

Pour la synthèse sonore du piano, nous avons utilisé le logiciel *pianoteq*, logiciel permettant le contrôle MIDI en temps réel de synthèse par modélisation physique de piano. La synthèse par modèle physique est un processus de simulation numérique qui calcule en premier lieu le mouvement vibratoire d'objets physiques puis le son qui en résulte. Les paramètres d'entrées sont des caractéristiques physiques du piano que l'on veut écouter (dimensions, impédance de la table d'harmonie, dureté des marteaux, etc...). Des sons échantillonnés de bruits de pédale, d'impact marteau-corde, ou de bruits de mécanique lors du relâchement de la touche sont intégrés en complément de la synthèse physique.

Pour cette étude, deux synthèses de piano ont été utilisées :

- Une synthèse proche du son d'origine de notre piano Kawai : les paramètres de la synthèse ont été choisis par nous-même, afin d'obtenir à l'écoute un son aussi proche que possible du piano Kawai non modifié. Pour cela, nous sommes partis d'une configuration préréglée de piano à queue moderne (de type *Steinway & sons*) à laquelle nous avons modifié principalement la dureté des marteaux et fonction de la réponse dynamique.
- Une synthèse d'un piano ancien en concordance historique avec les œuvres utilisées : un piano Érard de 1849. Érard fut le premier à déposer le brevet du piano à double échappement, inaugurant le piano à queue moderne. Cet instrument est en adéquation avec le contexte des œuvres choisies. La synthèse de ce piano provient d'un lot additionnel d'instruments historiques créé dans le cadre du projet KIViR (*Keyboard Instruments Virtual Restoration*) et se base sur les collections muséales du musée Händel-Haus à Halle (Allemagne). Ce projet vise à recréer un piano historique numérique à partir d'un instrument qui n'est plus jouable, en étudiant

seulement quelques notes sur l'instrument d'origine. Ce procédé de "restauration digitale", développé par l'Institut de Mathématique de Toulouse, à l'INSA, évite de mettre l'instrument sous tension en accordant toutes les notes (avec des tensions équivalentes à une charge de plusieurs tonnes) et limite les risques de dégradation. De plus, le modèle numérique du piano ainsi obtenu peut être chargé dans un ordinateur et connecté à un clavier pour être joué par les visiteurs du musée.<sup>6</sup>

Dans les deux cas, les bruits d'impact et de mécanique de la synthèse sont supprimés car ils sont déjà présents sur notre piano étouffé.

Le système de diffusion audio est composé d'une enceinte basse fréquence *JBL Model 4518A* de bande passante d'environ 500 Hz et son amplificateur de puissance *Yamaha P2500s*, et de deux satellites *PSI audio A14-M* restituant les moyennes et hautes fréquences. Pour séparer les bandes de fréquences de ces deux types d'enceinte, on utilise un filtre de *crossover*, *JBL M552* avec une fréquence de croisement de 180 Hz. L'enceinte basse fréquence est placée au sol derrière le piano tandis que les deux satellites sont placés près des deux pieds avant du piano.

## 2.3 Présentation des données de contrôle

Les systèmes de captation du piano, présentés dans la partie 2.2, nous donnent des valeurs associées à la hauteur des notes, aux temps d'enfoncement, à la vitesse et à l'enfoncement des pédales que l'on peut représenter sous forme de pianoroll. Le pianoroll MIDI peut être vu comme une représentation actuelle du rouleau de piano pneumatique utilisé pour actionner un piano mécanique.<sup>7</sup> À partir de cette représentation du flux de notes temporel et dynamique, plusieurs indicateurs sont calculés (abordés partie 1.1.b). Les indicateurs utilisés sont :

- Le décalage temporel entre deux attaques successives, noté IOI (Inter Onset Interval). Pour une série de N notes consécutives, il est défini de la manière suivante :

$$IOI[n] = t_{\text{deb}}[n + 1] - t_{\text{deb}}[n]$$

où  $t_{\text{deb}}[n]$  est le temps du début de la n<sup>ème</sup> note de la suite de notes MIDI sélectionnée.

Dans un premier cas, ce dernier est calculé entre les notes de la mélodie à la main droite et les notes de l'accompagnement qui sont notés simultanément sur la partition. Nous utiliserons alors le terme de décalage (le terme d'asynchronie est aussi utilisé dans la littérature [Rep96]).

Dans un deuxième cas, il est calculé entre chaque note de la main gauche (hors accords). Il est alors utilisé pour décrire la vitesse d'exécution et est exprimé par la relation suivante :

---

<sup>6</sup><https://www.pianoteq.com/kivir>

<sup>7</sup>Il s'agit d'un support perforé dont la position des trous sur la largeur de la bande est associée à une hauteur de note, la longueur des perforations représente la durée de la note. Leur capacité de stockage d'information est beaucoup plus limitée car sur le rouleau la dynamique de la note jouée n'est pas accessible contrairement au MIDI.

$$\text{tempo}[n] = \frac{1}{IOI_{\text{norm}}[n].60}$$

où  $IOI_{\text{norm}}$  est une pondération de l' $IOI$  par la valeur tirée du rythme de la note correspondante (1 pour une noire, 2 pour une blanche, etc). De part sa nature, cet indicateur est parfois appelé tempo "instantané" et s'exprime en BPM (*Beat Per Minute*).

- Le décalage temporel entre la fin d'une note et le début de la suivante. Ce décalage est ici calculé sur les notes de la mélodie. Par la suite, on parlera de chevauchement pour cet indicateur.

On utilise également directement les valeurs des vélocités MIDI et d'activation de la pédale forte.

Les données de contrôle ont été examinées sur les sept séances réparties sur trois expériences différentes totalisant plusieurs heures de musique. Comme cela a été évoqué précédemment, les informations métriques issues des acquisitions doivent être associées à des notions musicales avec précaution et ce sera notamment l'objet des analyses présentées dans la partie 3.

## Partie 3

# Analyse des résultats

### 3.1 Le point de vue des pianistes/sujets

#### 3.1.a Profils

Le profil des pianistes sujets ont été évalués au travers d'un questionnaire écrit, renseigné en début d'expérience. Ce questionnaire permet de récolter des informations sur la formation, les instruments, le piano de prédilection, les compositeurs et les références pianistiques des sujets. Pour mieux cerner les deux profils opposés de pianistes que nous avons choisi, quelques informations non exhaustives du questionnaire sont résumées dans le tableau ci-dessous :

	Pianiste A	Pianiste B	Pianiste C	Pianiste D
Formation	CNSM	Enseignement supérieur de piano et fortepiano depuis 2003	CNSM	Formation de fortepianiste depuis 4 ans
Instrument habituel	Yamaha	Plusieurs pianos historiques (Queue viennois, carrés français et allemands), et pianos modernes	Steinway	Kawai SK3, Pianoforte Fritz (Vienne 1813)
Instrument de prédilection	Steinway	Queues allemands du début du XX <sup>ème</sup> siècle, fin XIX <sup>ème</sup>	Steinway	Steinway, Pleyel et Graf
Compositeurs de prédilection	Haydn, Schumann, Répertoire contemporain	Chopin, Beethoven, Schubert...	Chopin, Schubert, Ravel, Debussy, Hersant	Schubert, Chopin, Schumann, Mozart, Debussy
Figures pianistiques	Lupu, Fischer, Pires	École de descendance Chopinienne et Schumanienne	Michelangeli, Rubinstein	Alexander Lonquich, Edoardo Torbianelli
Classification	Pianiste	Fortepianiste	Pianiste	Fortepianiste

Ces réponses nous permettent de différencier deux catégories que l'on nommera abusivement "fortepianiste" et "pianiste".

### 3.1.b Déroulement

Dans les trois expériences, la phase préliminaire et de fin sont similaires. En effet, après avoir accueilli le pianiste sujet, il lui est demandé de remplir un questionnaire permettant de cerner son parcours et ses références, dont les résultats sont présentés ci-dessus. Puis il dispose du temps qu'il souhaite pour prendre connaissance de l'instrument. S'il le souhaite, il peut rester seul dans la salle pour s'échauffer avant de commencer l'expérience.

La phase finale consiste à récolter, au travers de questionnaires, le ressenti des sujets, qui sera évoqué dans la partie suivante. Ces questionnaires ouvrent sur une discussion libre avec les membres du projet présents aux expériences : Jeanne Roudet, Benoît Fabre, Louis Moreau-Gaudry et Téo Sanchez. Cette discussion est enregistré et nous en avons tenu compte pour décrire le ressenti des sujets aux expériences.

Les consignes demandées lors des trois expériences que nous avons réalisées sont détaillées ci-dessous :

**Expérience 1** Après la phase préliminaire, le pianiste dispose d'un temps non défini pour déchiffrer et s'approprier la partition de Chabouillé-St-Phal qui lui est présentée. Une fois prêt, il lui est demandé d'en réaliser une interprétation d'une seule traite. Après avoir indiqué la prise qu'il préfère, le pianiste dispose d'une pause d'une dizaine de minutes, marquant le passage à la seconde partie de l'expérience. Le paratexte est donné à lire au pianiste sujet ainsi qu'un temps d'adaptation aux consignes. Il réalise de nouveau plusieurs prises en prenant comptes des indications du paratexte. Il choisit sa meilleure prise et effectue enfin une version libre, où il n'est pas tenu de respecter les consignes du paratexte.

**Expérience 2** Lors de cette expérience, composée de deux séances, les sujets ont eu la partition du Nocturne de Kalkbrenner environ cinq jours avant la première séance, et le paratexte environ une semaine avant la seconde séance. Chaque séance se solde par un questionnaire de ressenti et une discussion.

La première séance consiste à jouer le Nocturne de Kalkbrenner sur le piano non modifié, en condition d'enregistrement studio, le nombre de fois souhaité jusqu'à obtenir une prise qui satisfait le sujet.

La seconde séance est similaire, mais se déroule en trois temps, entrecoupés d'une pause d'une dizaine de minute. Il est donné au pianiste la consigne de s'inspirer du paratexte. Chaque étape est similaire à la première séance mais se réalise sur des pianos différents. En premier, le pianiste sujet joue sur le piano non modifié, puis sur le piano de synthèse proche du Kawai d'origine et enfin sur le piano de synthèse proche d'un Érard de 1849. La pause entre les prises permet notamment d'installer les feutres sur les cordes pour la partie piano de synthèse.

**Expérience 3** L'expérience 3 est identique à la deuxième séance de l'expérience 2, à l'exception de l'ordre des réglages de pianos joués (piano de synthèse Kawai, synthèse d'Érard puis piano non modifié) et qu'elle n'inclue pas l'assimilation d'un paratexte.

### **3.1.c Ressenti**

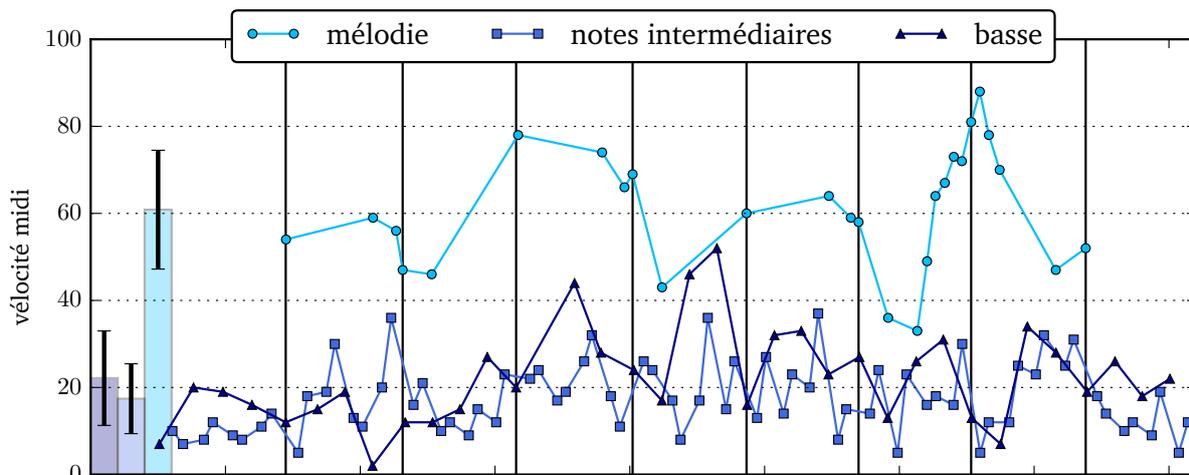
À l'issue de la première expérience, deux remarques contrastées ont retenu notre attention et ont permis d'élaborer les protocoles des expériences suivantes. Le choix de l'œuvre et la mise en situation de déchiffrage ont été remis en cause. D'une part, des éléments de typographie caractéristiques de l'époque (l'alignement des notes entre les deux portées est moins rigoureux que dans les partitions actuelles) ont été gênant lors du déchiffrage. De l'autre, le manque de potentiel expressif de l'œuvre a été évoqué. En effet, n'étant composé que de quatre systèmes et ne durant pas plus d'une minute, le morceau a suscité l'envie d'avoir davantage de support pour construire une progression dans l'expressivité. Concernant les consignes du paratexte, des avis très contrastés sont également ressortis. Ils ont été perçus comme très clairs voire triviaux pour l'un des sujets, et confus et complexes pour l'autre. À l'issue de l'expérience 1, l'un des pianistes a répondu avoir trouvé la séance très stressante (à cause de la situation de déchiffrage et de densité du paratexte), contrairement à l'autre qui n'a pas été déstabilisé. Cependant, malgré les difficultés ou l'aisance des pianistes sélectionnés, leur implication dans la réalisation de la pièce ou des consignes a été totale.

C'est à partir de ces retours que nous avons décidé de changer de texte musical et de conditions de jeu pour la seconde expérience (abandon du déchiffrage pour une mise en situation d'enregistrement studio). L'ensemble des pianistes ayant réalisé l'expérience 2 ou 3 ont été satisfaits du Nocturne de Kalkbrenner. L'envoi préalable des partitions et les conditions d'enregistrement studio ont permis au pianistes de s'impliquer pleinement dans leur réalisation et tous les sujets ont été satisfaits de leurs prestations.

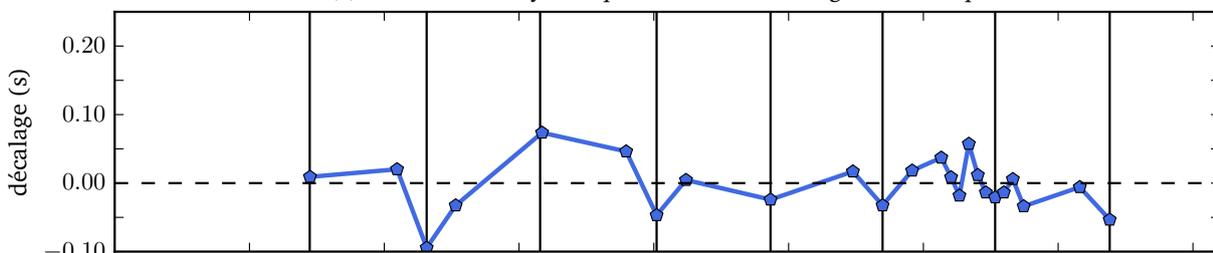
### **3.1.d Validité de la mise en situation**

Tout d'abord, le style compositionnel des œuvres proposées est bien familier des pianistes car ils ont tous mis un compositeur emblématique de la période romantique (Chopin et Schumann en particulier) dans le questionnaire de profil.

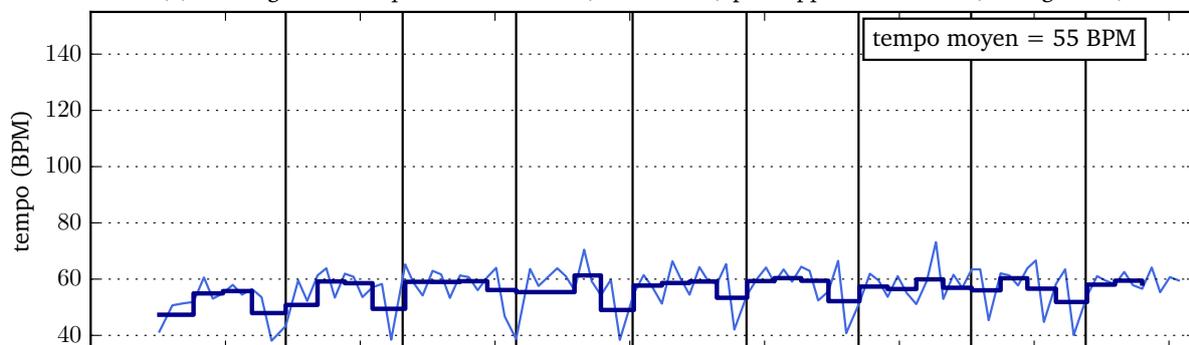
L'expérience 3 prouve la crédibilité du dispositif de synthèse sonore de piano. En effet, il est ressorti des discussions et questionnaire que le sujet n'avait pas perçu la diffusion électro-acoustique du son de piano, mais pensait que le changement de son était seulement dû à une manipulation des cordes (en étouffant qu'une corde sur trois sur chaque note) ou à un changement de la lourdeur du clavier.



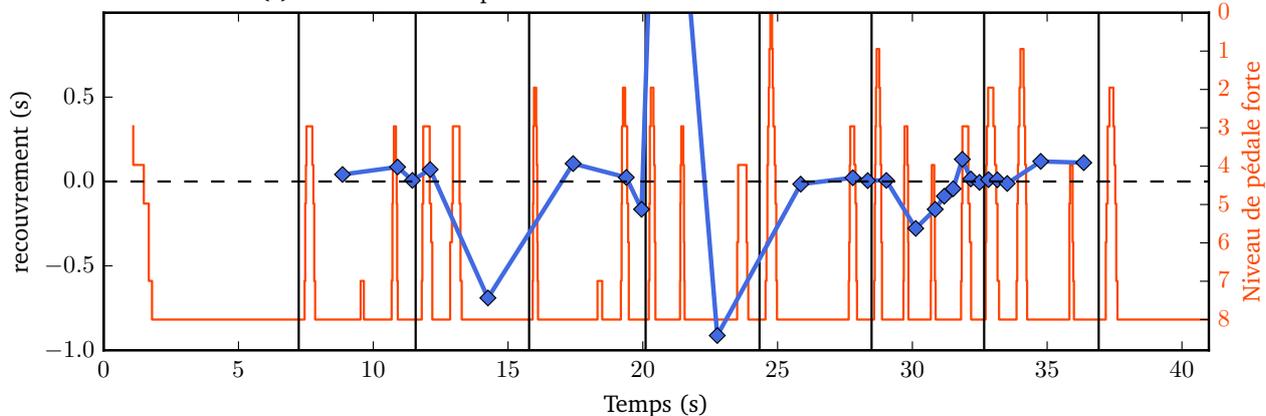
(a) évolution des dynamiques des différentes lignes mélodiques



(b) décalage de l'attaque de la mélodie (main droite) par rapport à la basse (main gauche)

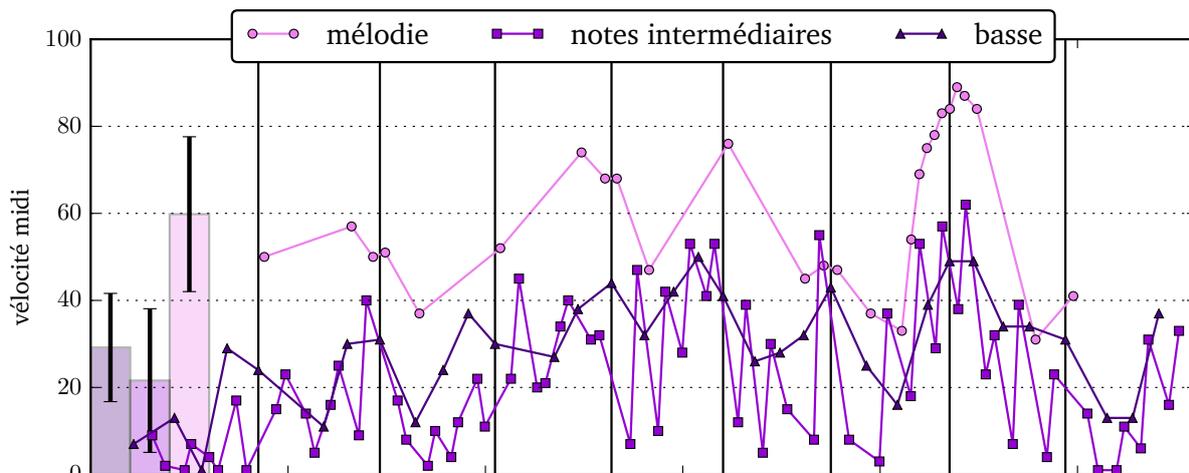


(c) évolution du tempo 'instantané' de la basse et des notes intermédiaires

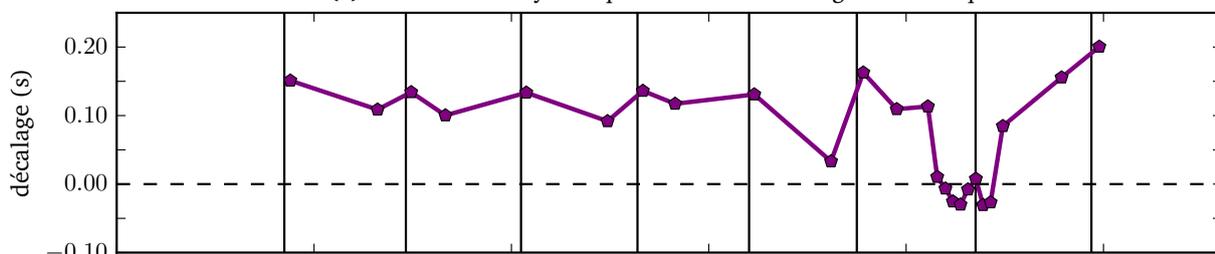


(d) Recouvrement entre les notes successives de la mélodie et utilisation de la pédale forte

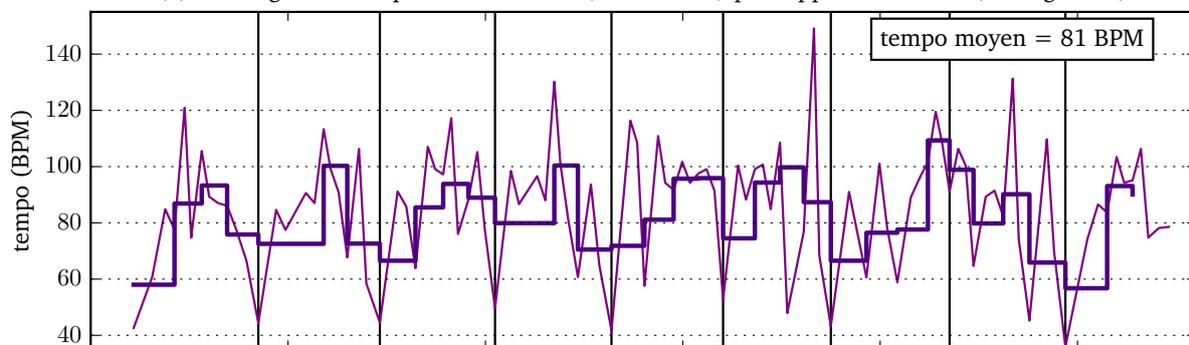
FIGURE 3.1 – Indicateurs du contrôle instrumental du pianiste C ("pianiste") sur les huit premières mesures du nocturne (expérience 2, séance 1)



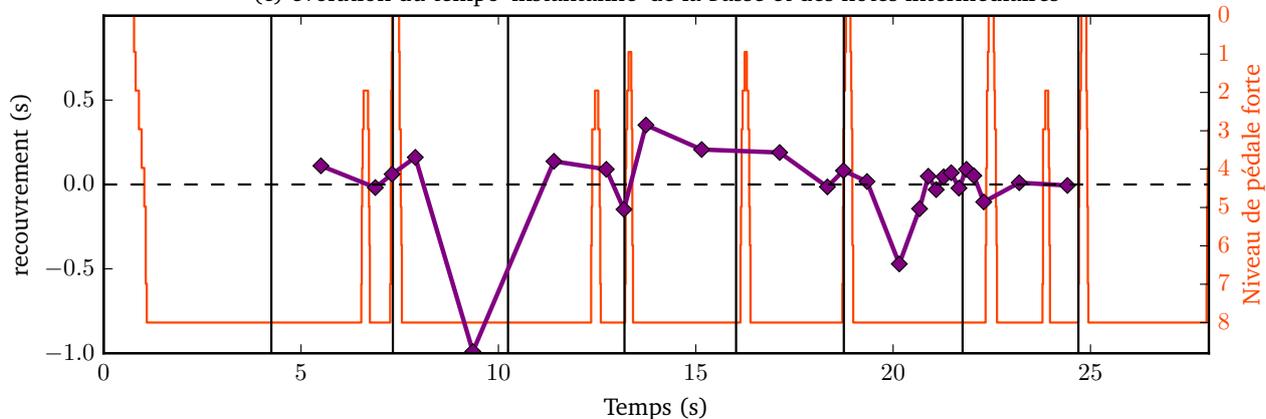
(a) Evolution des dynamiques des différentes lignes mélodiques



(b) Décalage de l'attaque de la mélodie (main droite) par rapport à la basse (main gauche)



(c) évolution du tempo 'instantané' de la basse et des notes intermédiaires



(d) Recouvrement entre les notes successives de la mélodie et utilisation de la pédale forte

FIGURE 3.2 – Indicateurs du contrôle instrumental du pianiste D ("fortepianiste") sur les huit premières mesures du nocturne (expérience 2, séance 1)

## 3.2 "Pianiste" ou "fortepianiste" ?

Les "fortepianistes" ont intégré dans leur approche de la musique étudiée différents éléments qui diffèrent de l'apprentissage traditionnel du piano. Ces éléments, basés sur des textes historiques [Fab01], guident les analyses qui suivent.

La conception d'une pièce lente comme celles étudiée (Cantabile et Nocturne) chez les "fortepianistes" est inspirée du *bel canto* [Rou04] tant sur le plan du tempo général, du rapport entre chant et accompagnement, qu'en terme de dynamique et de timing au travers de l'utilisation du *rubato*. Le terme de *rubato* est utilisé ici dans sa signification historique, c'est à dire comme un procédé expressif qui consiste à avancer ou retarder certaines notes de la mélodie par rapport à l'accompagnement effectué à la main gauche. La conception de la mélodie fait notamment appel à une utilisation importante du *legato* c'est à dire le chevauchement des notes successives et ce afin d'imiter les ports de voix <sup>1</sup>. La variation de tempo au niveau de la phrase – traditionnellement appelé *rubato* – est ici analysé en terme d'*agogique*.

Les "pianistes" intègrent dans leur apprentissage des éléments incluant une synchronisation rigoureuse "verticale" entre les deux main, le respect d'un tempo stable et la précision de l'enchaînement de deux notes successives d'une mélodie. L'utilisation de la pédale répond au besoin de faire durer des notes au delà du temps pendant lequel le doigt peut rester sur la touche lors de déplacements des mains sur le clavier, ainsi qu'à l'homogénéité sonore d'un accompagnement par exemple.

La comparaison des "pianistes" et des "fortepianistes" mais aussi la comparaison des réalisations d'un même instrumentiste repose dans ce qui suit sur ces contrastes. Les descripteurs (définis dans la partie 2.3) portant sur les aspects temporels de l'exécution en lien avec le *rubato* et *agogique* sont issus de l'*Inter Onset Interval* et correspondent au décalage temporel et au tempo "instantané". Le *legato* est analysé à partir du temps de chevauchement. Les descripteurs portant sur la dynamique de jeu sont extraits des informations de vélocité MIDI .

### 3.2.a Une réalisation contrastée dès les premières mesures

Les figures 3.1 et 3.2 comparent un extrait (la première exposition du thème du Nocturne de Kalkbrenner) entre un "pianiste" (le pianiste C) et un "fortepianiste" (le pianiste D). Les versions sélectionnées correspondent aux versions de prédilection que les deux instrumentistes ont choisi à l'issu de leur séance respective (séance 1 de l'expérience 2). La partition est affichée au dessus des deux figures. Toutes les figures correspondent au déroulement temporel des différents descripteurs sélectionnés, les traits verticaux représentant les barres de mesure de la partition.

L'analyse comparée de la dynamique via les vélocités MIDI est présentée sur les figures 3.1 (a) et 3.2 (a). Les vélocités sont affichées séparément en fonction de leur ligne musicale : la mélodie correspond à la portée supérieure, la basse correspond aux notes accentuées de la portée inférieure (notés " ^ " sur la partition) et les notes intermédiaires

<sup>1</sup> par exemple présenté dans les *Etudes pour le pianoforte* de Moschelès. (Opus 70, 1828). BNF, notice n° : FRBNF43166426

correspondent aux notes restantes sur la portée inférieure formant l'accompagnement. Chaque point représente une note et la répartition des vitesses est présentée sous la forme d'un histogramme à gauche des figures. Cette analyse montre :

- une réalisation dynamique similaire de la mélodie, avec des *crescendo* et des *decrescendo* similaires.
- une structure globale des 12 mesures soulignée par les variations de dynamique dans l'accompagnement chez le "fortepianiste", avec dans les deux cas, des valeurs plus importantes à la mesure 5 correspondant à un passage pivot dans cette exposition du thème,
- une plus grande égalité des dynamiques de l'accompagnement chez le "pianiste",
- des dynamiques plus faibles de l'accompagnement chez le "pianiste", favorisant l'émergence de la mélodie.
- des dynamiques entre les parties moins clairement distinctes par le "fortepianiste". En effet, les moyennes de vitesse MIDI du pianiste sont environ inférieures de 10 valeurs au dessous de celles du "fortepianiste" et l'écart-type des notes intermédiaires du pianiste est deux fois plus faible que celui du "fortepianiste".

Ainsi, l'analyse des relations temporelles entre la mélodie et l'accompagnement sur les figures (b) indiquerait une stratégie différente du "fortepianiste" pour faire émerger le chant de l'accompagnement, stratégie basée sur les décalages de la mélodie par rapport à l'accompagnement. En effet, pour le "fortepianiste", les notes de la mélodie arrivent toutes plus de 100 millisecondes après la notes d'accompagnement associées, avec un maximum de 200 millisecondes pour la dernière note de la phrase, et des minimas pour la montée mesure 7 (qui est la partie la plus rapide de la phrase, donc où il est le plus contraignant de faire des décalages entre les deux mains). Cette pratique chez le "fortepianiste" fait bien référence à une imitation du style de chant lyrique *bel canto*. Pour le pianiste, le décalage ne dépasse pas les 100 millisecondes et on observe une tendance inverse au "fortepianiste" à la fin de la phrase car la note de la mélodie arrive cette fois avant la note d'accompagnement. De plus comme le tempo est plus lent chez le pianiste, ce décalage est relativement moins important.

Si les dynamiques utilisées par les deux instrumentistes pour réaliser l'accompagnement ne font pas apparaître de structure systématique dans les triolets sur les figures (a), l'organisation rythmique de chaque mesure est réalisée différemment d'après les figures (c). En effet, elles représentent un tempo instantané calculé entre chaque croche de l'accompagnement tracé en clair sur les figures, et entre chaque noire (ligne de basse), tracé en créneau et foncé sur les figures. On observe d'emblée un tempo moyen très différents pour les deux sujets, plus rapide pour le "fortepianiste" (81 BPM en moyenne), et plus lentement pour le pianiste (55 BPM en moyenne). Mais l'évolution de ce tempo varie beaucoup plus pour le "fortepianiste" dont la variation de tempo permet de souligner les phrases.

L'analyse des recouvrements et du jeu de pédale sont considérés de manière groupée et sont présentés sur les figures (d). Les recouvrements sont assez proches en ce qui concerne la mélodie. À contrario, l'utilisation de la pédale diffère entre les deux instrumentistes. Le pianiste soulève la pédale 19 fois dans cette extrait, pour éviter de

faire résonner ensemble des notes de la mélodie trop dissonantes entre elles comme par exemple la montée de triolet mesure 7-8. Le "fortepianiste" quant à lui suit plus près les indications de pédale notées sur la partition et soulève la pédale 9 fois.

### 3.2.b Contrastes sur l'ensemble du nocturne

Sur l'ensemble du Nocturne, un critère discriminant le "pianiste" (sujet C) du "fortepianiste" (sujet D) est le nombre d'activation de pédale dans le morceau, qui est en moyenne deux fois plus grand pour le pianiste (cf figure B.2 présenté en annexe). Ce phénomène, déjà observé sur les premières mesures, encouragerait la l'hypothèse que, contrairement au "fortepianiste" qui se base sur la pédalisation indiquée sur la partition, le pianiste utilise la pédale plus librement afin d'obtenir l'homogénéité de la nappe d'accompagnement, et éventuellement de pouvoir tenir une note que ne permet pas les déplacements de mains.

De plus, lors de la première expérience, le pianiste a réalisé un arrangement pour l'accompagnement, en partageant les notes intermédiaires entre la main droite et la main gauche. Cela lui a permis de limiter les déplacements de la main gauche lors du jeu de la basse. Le témoignage de Wilhelm von Lenz, faisant partie du paratexte donné entre les deux séances, suggère de ne pas faire d'arrangement pour l'accompagnement car il indique que Chopin faisait travaillait l'accompagnement seul à deux mains avant de *"confier à la seule main gauche l'accompagnement ainsi réalisé, et inviter la main droite à changer sa partie de premier ténor"*. Le pianiste a décidé de ne pas suivre ces instructions lors de la seconde séance. On peut supposer que ces instructions ne se conformaient pas à la conception que le pianiste s'est fait de la pièce.

Ces éléments, sans être exhaustifs, montrent comment les styles interprétatifs de ces deux instrumentistes se traduisent en terme de réalisation au travers du contrôle. Les descripteurs vont maintenant permettre d'analyser en détail l'adaptation des instrumentistes aux différentes conditions et consignes proposées.

## 3.3 Quelles adaptations aux différentes consignes proposées ?

### 3.3.a Adaptation aux consignes de jeu écrites

#### Expérience 1 - Exercice de Chabouillé-Saint-Phal

Les réalisations effectuées au cours du déchiffrage et en situation de réalisation libre permettent d'évaluer le niveau de proximité des consignes textuelles avec les intentions et habitudes pianistiques des instrumentistes invités. L'évolution dans le contrôle instrumental du décalage temporel entre les mains est présentée sur la figure 3.3. Le paratexte fait en effet référence à trois reprises au *rubato*, mesure 3, 6 et 8. On peut observer ici les différentes réalisations des deux instrumentistes, un premier s'inscrivant dans une tradition actuelle d'enseignement supérieur (le pianiste A) et un deuxième pianiste (le pianiste B) ayant une démarche d'interprétation historiquement informée.

La méthode indique « *Le ré dièse de la sixième mesure demandera à être distingué par une accentuation plus forte et en le laissant imperceptiblement en retard sur la basse* ».

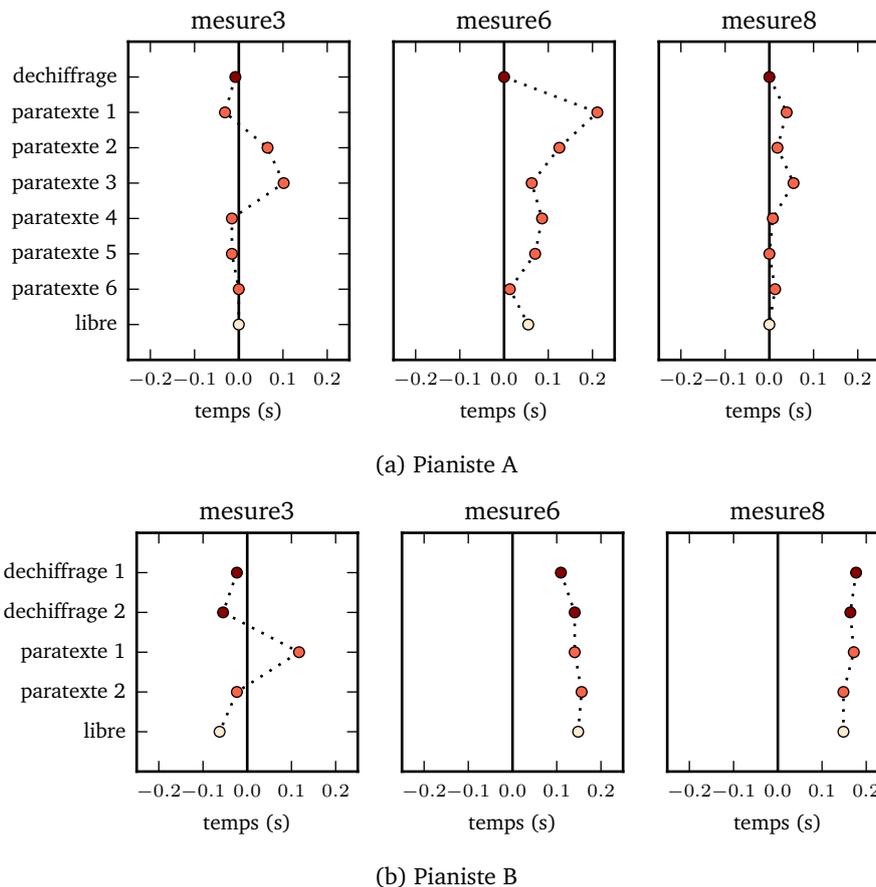


FIGURE 3.3 – décalage de l’attaque de la mélodie (main droite) par rapport à la basse (main gauche) pour les passages dont le paratexte fait référence

On observe que le pianiste B avait déjà suivi intuitivement les consignes avec un décalage stable autour de 150 ms. En effet, ce décalage est effectué avant même de lire le paratexte et n’est pas modifié dans le contexte d’interprétation libre. Le pianiste A, quant à lui, joue simultanément la main gauche et la main droite en condition de déchiffrage, réalise le décalage avec les consignes et progressivement, rejoue simultanément les deux mains en situation libre.

Le pianiste A suit une évolution similaire pour les instructions de la mesure 3 et mesure 8. Le pianiste B joue aussi intuitivement le décalage à la mesure 8. Pour la mesure 3, il joue en avance en déchiffrage et en situation libre, contrairement aux indications du paratexte.

L’analyse du *rubato* via un paratexte historique permet bien de distinguer des stratégies de réalisation contrastées entre des instrumentistes aux formations et inspirations différentes.

On peut noter que l’adaptation aux consignes est peu notable en ce qui concerne les instructions liés au phrasé (cf figure B.3)). On constate néanmoins une différence de réalisation entre les pianistes : le pianiste B effectue un jeu *legato* qui se traduit par un chevauchement important des notes de la mélodie. Le pianiste A ne joue pas *legato* mais utilise la pédale forte (cf tableaux B.1 et B.2).

## **Kalkbrenner**

Pour l'expérience 2, les deux instrumentistes invités (pianiste C et D) disposaient d'une semaine pour découvrir une série de textes historiques. À l'oreille, il y a eu peu de changements dans la réalisation spécifiquement liée aux textes entre les deux séances, même si on peut noter une aisance plus importante liée à une meilleure connaissance de la pièce. Nous n'avons donc pas mis l'accent dans l'analyse sur une comparaison de la réalisation entre les deux séances. On peut noter tout de même une relative stabilité entre les séances du tempo et de l'utilisation de la pédale (présentés sur les figures B.2 et B.1 en annexe)

### **3.3.b Adaptation à un changement de timbre via la synthèse sonore**

Il y a eu peu d'adaptation dans le contrôle d'une version de piano de synthèse à l'autre. Les changements qui ont eu lieu, en termes de tempo, pédalisation et *rubato*<sup>2</sup> ne sont pas nécessairement liés à un changement d'instrument, et peuvent aussi être dû à l'avancement de la séance. Ainsi dans l'ensemble, l'interprétation de ces données de contrôle n'est pas évidente et nécessite peut-être un changement du protocole des séances.

---

<sup>2</sup>cf figure B.1, B.2

# Conclusion et Discussion

## Conclusion

Les résultats de cette étude ont montré la validité de plusieurs prises de position méthodologiques. D'abord, les analyses et observations concernant les dynamiques de jeu, les décalages entre les deux mains (associés aux techniques de *rubato*), les variations de tempo, le recouvrement des notes de la mélodie (associé au *legato*), la pédalisation confortent la catégorisation des sujets choisis ("fortepianistes" et "pianiste"). Ces descriptions du contrôle instrumental ont bien permis de souligner différentes approches d'interprétation pour un répertoire choisi.

Le choix d'analyser le jeu d'un nombre restreint de pianistes a permis de mettre en valeur ces contrastes de réalisations musicales, ce qui aurait été peut être moins informatif que l'analyse statistique d'un grand nombre de sujets.

On peut aussi noter que la première expérience a mis en évidence l'efficacité d'un paratexte précis, ciblé et au plus près de la partition. De plus, tous les pianistes avaient une bonne proximité avec le style compositionnel des partitions utilisées, ce qui a confirmé nos attentes.

L'acculturation aux éléments historiques est un travail long (le délai d'une semaine que nous avons choisi ne suffit pas). Cependant, il serait peut-être plus judicieux de proposer cette acculturation pas à pas, par des consignes spécifiques et détaillées. De plus, la situation de déchiffrage est mal adaptée à l'étude du contrôle instrumental. Il est néanmoins possible de construire une étude sur l'influence du son de l'instrument sur le contrôle et l'interprétation à partir d'un dispositif midi-acoustique-synthèse et d'un protocole bien adapté.

Le mélange de plusieurs questions de recherche au sein d'une même expérience ne facilite pas vraiment le processus d'analyse. Aussi, l'implication et la motivation des sujets nous semble nécessaire mais n'est pas une chose acquise et nécessite un travail spécifique. La position prise par l'expérimentateur mérite également d'être soignée afin de ne pas laisser penser qu'il dispose d'un rôle de juge ou de critique.

Pour conclure, l'analyse du contrôle instrumental via une grille de lecture musicale et historique offre un intérêt acoustique car elle permet de focaliser les outils d'analyses du contrôle instrumental. L'intérêt est aussi musicologique, car cette approche permet de mieux estimer la distance entre les styles interprétatifs à priori contrastés.

## Discussion

Certains aspects du jeu et du style interprétatif des pianistes n'ont pas pu être abordés comme l'utilisation du *surlegato* qui consiste à tenir les notes de la main gauche bien au delà de leurs valeurs indiquées sur la partition afin de mettre en valeur l'harmonie.

Il serait intéressant de compléter les résultats proposés en analysant le son rayonné via les fichiers audio. Les objectifs énoncés se focalisent sur le contrôle, mais l'analyse audio permettrait par exemple de quantifier l'évolution des partiels du son pour chaque instrument étudié ou de quantifier le recouvrement et l'émergence entre deux sons successifs que permet le jeu legato.

Le contrôle instrumental est toujours différent, fluctuant, changeant. On peut néanmoins essayer de distinguer les effets du style interprétatif de stratégies personnelles de contrôle individuel. Cette séparation est difficile à mener et à poser et pourrait se préciser grâce à une analyse historique des pratiques instrumentales plus poussées ou par une analyse linguistique et perceptive.

# Bibliographie

- [AJ90] Anders Askenfelt and Erik V Jansson. From touch to string vibrations. i : Timing in the grand piano action. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 88(1) :52–63, 1990.
- [AJ91] Anders Askenfelt and Erik V Jansson. From touch to string vibrations. ii : The motion of the key and hammer. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 90(5) :2383–2393, 1991.
- [Ask93] Anders Askenfelt. Observations on the transient components of the piano tone. *STL-QPSR*, 34(4) :15–22, 1993.
- [Bry13] GH Bryan. Pianoforte touch. *Nature*, 91 :503–504, 1913.
- [BUB00] Roberto Bresin and Giovanni Umberto Battel. Articulation strategies in expressive piano performance analysis of legato, staccato, and repeated notes in performances of the andante movement of mozart’s sonata in g major (k 545). *Journal of New Music Research*, 29(3) :211–224, 2000.
- [CA94] Antoine Chaigne and Anders Askenfelt. Numerical simulations of piano strings. i. a physical model for a struck string using finite difference methods. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 95(2) :1112–1118, 1994.
- [CJ87] Harold A Conklin Jr. Piano design factors—their influence on tone and acoustical performance. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 81(S1) :S60–S60, 1987.
- [CLCF13] Delphine Chadeaux, Jean-Loïc Le Carrou, and Benoît Fabre. A model of harp plucking. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 133(4) :2444–2455, 2013.
- [Coo10] Nicholas Cook. The ghost in the machine : Towards a musicology of recordings. *Musicae Scientiae*, 14(2) :3–21, 2010.
- [Coo14] Nicholas Cook. *Beyond the score : Music as performance*. Oxford University Press, 2014.
- [DAC09] Matthias Demoucron, Anders Askenfelt, and René Caussé. Measuring bow force in bowed string performance : Theory and implementation of a bow force sensor. *Acta Acustica united with Acustica*, 95(4) :718–732, 2009.
- [DD14] Mine Doğantan-Dack. Philosophical reflections on expressive music performance. In Dorottya Fabian, Renee Timmers, and Emery Schubert, editors, *Expressiveness in music performance : Empirical approaches across styles and cultures*, pages 80–97. Oxford University Press, July 2014.

- [Fab01] Dorottya Fabian. The meaning of authenticity and the early music movement : A historical review. *International Review of the Aesthetics and Sociology of Music*, pages 153–167, 2001.
- [Fab14] Dorottya Fabian. Commercial sound recordings and trends in expressive music performance : why should experimental researchers pay attention? In Dorottya Fabian, Renee Timmers, and Emery Schubert, editors, *Expressiveness in music performance : Empirical approaches across styles and cultures*, pages 58–79. Oxford University Press, July 2014.
- [Gab99] Alf Gabrielsson. The performance of music. *The psychology of music*, 2 :501–602, 1999.
- [GBF14] Werner Goebel, Roberto Bresin, and Ichiro Fujinaga. Perception of touch quality in piano tones. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 136(5) :2839–2850, 2014.
- [GBG05] Werner Goebel, Roberto Bresin, and Alexander Galembo. Touch and temporal behavior of grand piano actions. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 118(2) :1154–1165, 2005.
- [GFW10] Werner Goebel, Sebastian Flossmann, and Gerhard Widmer. Investigations of between-hand synchronization in magaloff’s chopin. *Computer Music Journal*, 34(3) :35–44, 2010.
- [Goe01] Werner Goebel. Melody lead in piano performance : Expressive device or artifact? *The Journal of the Acoustical Society of America*, 110(1) :563–572, 2001.
- [Har85] Nikolaus Harnoncourt. Le discours musical. *Paris, Gallimard*, 1985.
- [Pal97] Caroline Palmer. Music performance. *Annual review of psychology*, 48(1) :115–138, 1997.
- [Rep92] Bruno H Repp. Diversity and commonality in music performance : An analysis of timing microstructure in schumann’s “träumerei”. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 92(5) :2546–2568, 1992.
- [Rep96] Bruno H Repp. Patterns of note onset asynchronies in expressive piano performance. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 100(6) :3917–3932, 1996.
- [Rou04] Jeanne Roudet. Du modèle vocal à l’illusion pianistique : les techniques du son romantique comme traits stylistiques. *Musurgia*, 11(1/2) :37–52, 2004.
- [RSH10] Markus Rank, Zhuanghua Shi, and Sandra Hirche. Perception of delay in haptic telepresence systems. *Presence*, 19(5) :389–399, 2010.
- [See58] Charles Seeger. Prescriptive and descriptive music-writing. *The Musical Quarterly*, 44(2) :184–195, 1958.
- [Slo85] John A Sloboda. *The musical mind : The cognitive psychology of music*. Oxford University Press, 1985.

[VFC15] Camille Vauthrin, Benoît Fabre, and Isabelle Cossette. How does a flute player adapt his breathing and playing to musical tasks? *Acta Acustica united with Acustica*, 101(2) :224–237, 2015.

# Annexe A

## Calcul du niveau SPL

### Conversion analogique-numérique

Le signal numérique obtenu après l'acquisition possède des caractéristiques qui dépendent de la carte d'acquisition utilisée :

- La quantification de la carte d'acquisition est de 24 bits. Le signal  $s_n$  mesuré doit être divisé par  $2^{N-1} - 1$ .

$$s_{n,\text{fullscale}} = \frac{s_n}{2^{23} - 1}$$

- La tension pleine échelle est la valeur maximale que peut prendre le convertisseur analogique numérique en entrée. Elle vaut  $G_{\text{fullscale}} = +8\text{dB}$  lorsque le gain additionnel est nul. On a donc :

$$V_{\text{fullscale}} = 0.775 * 10^{\frac{+8}{20}} \text{ V}$$

- L'amplification standard de la carte est de +19 dBu lorsque le gain additionnel est nul :  $G_{\text{dBstandard}} = +19\text{dB}$  d'où  $G_{\text{standard}} = 10^{+19/20}$ .
- Lors des acquisitions, un gain additionnel de  $G_{\text{dBadd}} = +15\text{dB}$  (soit  $G_{\text{add}} = 10^{+15/20}$ ) a été utilisé. On a donc, à l'entrée de la carte d'acquisition, un signal analogique d'amplitude :

$$s_{\text{analog}} = s_{n,\text{fullscale}} * V_{\text{fullscale}} * G_{\text{standard}} * G_{\text{add}}$$

### Conversion du signal électrique en pression acoustique

À présent, on regarde la sensibilité du microphone pour passer des volts aux pressions acoustiques. La sensibilité de notre microphone (les calculs ont été effectués en mono) est de  $S = 34,5 * 10^{-3} \text{V.Pa}^{-1}$ . On a donc :

$$p_{\text{acc}} = \frac{s_{\text{analog}}}{S}$$

### Passage des pressions acoustiques aux niveaux équivalents

Pour calculer un niveau sonore, il est nécessaire d'intégrer notre signal de pression sur un intervalle de temps. On utilise la pression efficace, définit par :

$$p_{\text{eff}} = \frac{1}{T} \int_T p^2 dt$$

Avec T la durée d'intégration souhaitée.

Cependant, le signal qui nous est accessible initialement est numérique, donc discrétisé à la fréquence d'échantillonnage de la carte d'acquisition  $F_e = 48000\text{Hz}$ . Nous n'avons pas accès à des valeurs continues de la pression acoustique au niveau du micro mais à des valeurs discrétisées. Ce n'est donc pas une intégrale mais une somme discrète de valeur, et la durée d'intégration est

en réalité un nombre d'échantillon :

$$p_{eff}[n] = \frac{1}{N} \sum_N p^2$$

Dans notre cas, N doit être équivalent à une seconde, soit 48 000 échantillons.  
Enfin, on calcule le niveau SPL (Sound Pressure Level) par :

$$L_{SPL} = 20 * \log\left(\frac{p_{eff}[n]}{p_{ref}}\right)$$

Avec  $p_{ref} = 20\mu Pa$ , le seuil de pression audible par l'oreille humaine à 1000 Hz.

## Annexe B

# Données de contrôle instrumental complémentaires

### B.1 Gestion de la pédale *forte*

#### 2.1.a Expérience 1 : Exercice Chabouillé Saint-Phal

Version	durée totale (s)	durée de pédale forte (s)	ratio de pédale forte	nombre d'activation
dechiffrage	46.509	19.080	0.410	39
paratexte 1	49.525	22.066	0.446	41
paratexte 2	52.021	25.781	0.496	44
paratexte 3	49.533	23.295	0.470	44
paratexte 4	46.000	25.377	0.552	49
paratexte 5	43.527	23.313	0.536	44
paratexte 6	42.043	19.896	0.473	41
libre	44.006	24.348	0.553	46

TABLEAU B.1 – Utilisation de la pédale forte chez le pianiste A (expérience 1)

Version	durée totale (s)	durée de pédale forte (s)	ratio de pédale forte	nombre d'activation
dechiffrage 1	44.549	0.000	0.000	0
dechiffrage 2	43.029	0.000	0.000	0
paratexte 1	43.041	0.000	0.000	0
paratexte 2	45.535	3.919	0.086	4
libre	42.763	0.000	0.000	0

TABLEAU B.2 – Utilisation de la pédale forte chez le pianiste B (expérience 1)

Le ratio de pédale est défini comme le rapport entre le temps total de la version et le temps total où la pédale est enfoncée.

## 2.1.b Expérience 2/3 : Nocturne Kalkbrenner

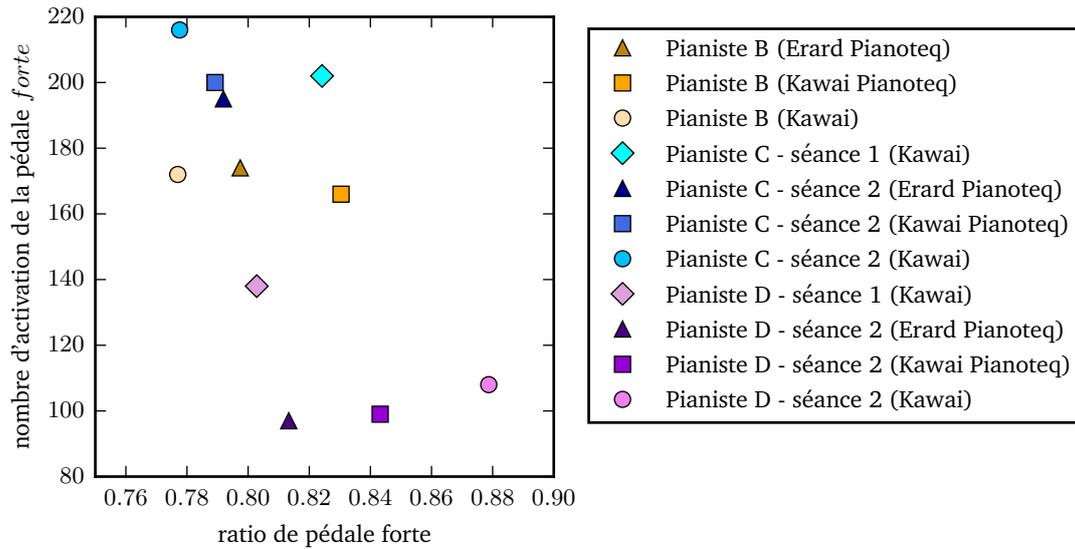


FIGURE B.1 – Gestion de la pédale forte lors de l'expérience 2 (pianiste C et D) et de l'expérience 3 (pianiste B). Chaque point représente une réalisation différente du nocturne.

## B.2 Gestion du tempo moyen pour les expériences 2 et 3

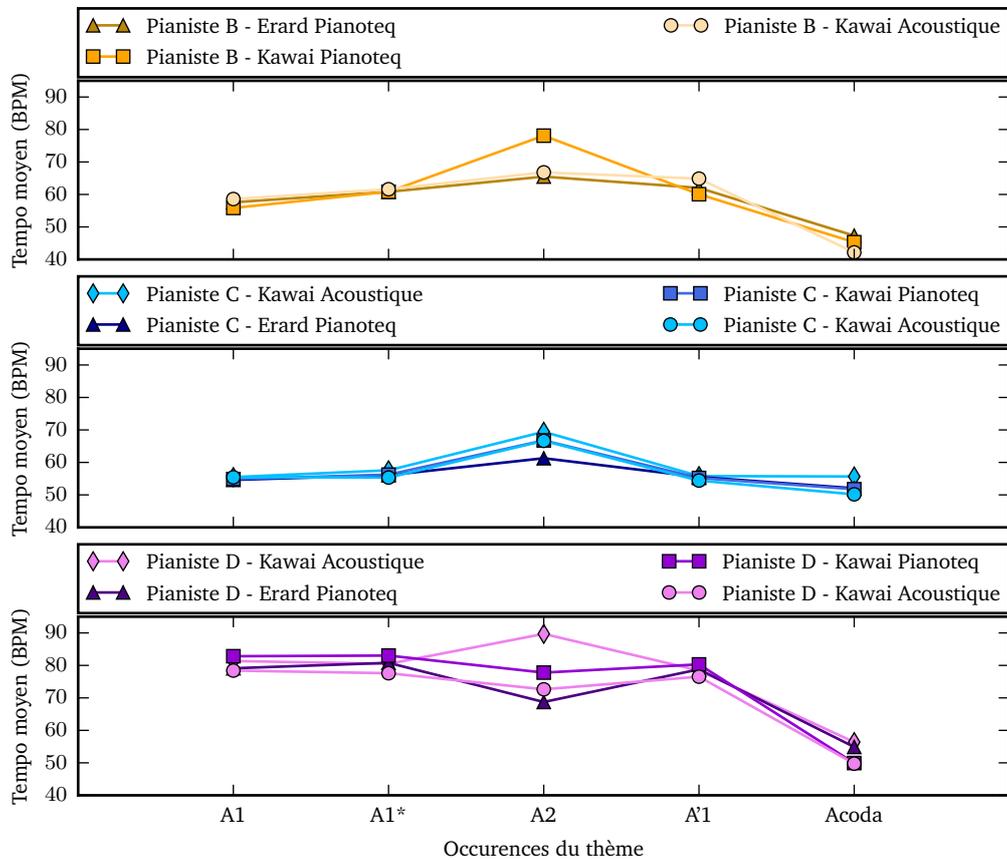


FIGURE B.2 – Tempo moyen des différentes occurrences du thème lors de l'expérience 2 (pianiste C et D) et de l'expérience 3 (pianiste B)

### B.3 Vitesse midi et recouvrement de la mélodie pour l'expérience 1

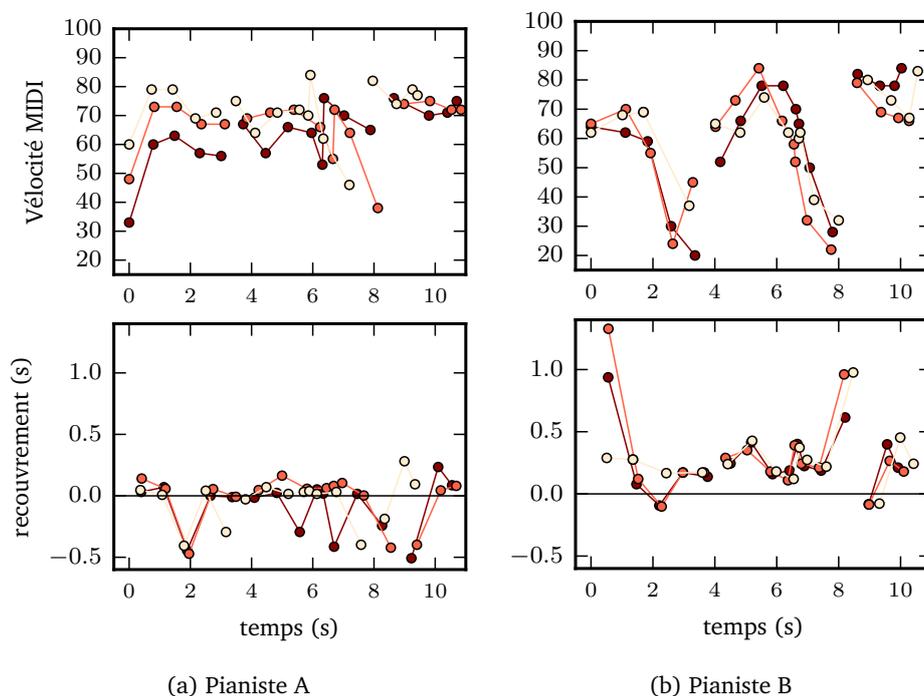


FIGURE B.3 – Vitesse midi et recouvrement de la mélodie du premier système de l'étude. Les version affichés correspondent à des versions de déchiffrage (●), de version avec paratexte (●) et de version libre (○) pour les deux instrumentistes. Chaque point correspond à une note de la mélodie

## Annexe C

# Partitions et documents fournis aux pianiste

### C.1 Expérience 1 : Exercice Chabouillé Saint-Phal

Partition :

The image shows a musical score for a piano exercise. It is written in 5/8 time and consists of four systems of music. The first system is marked "Dolce cantabile." and "p". The second system is marked "cres.". The third system is marked "dolce.". The fourth system ends with a double bar line and a fermata. The score features a mix of eighth and sixteenth notes, with some slurs and accents.

## Paratexte accompagnant la partition :

Les notes de ce chant devront être un peu accentuées, surtout celles qui sont des noires et des blanches ; les deux premiers *ut* se feront de la manière indiquée pour l'exécution des notes longues répétées une ou plusieurs fois de suite : le second *ut* devra être un peu plus prononcé, le *si* qui vient un peu plus adouci.

On reprendra l'*ut*, le *ré*, le *fa* graduellement plus fort, et le *fa* devra arriver un peu après la basse. Les deux croches *mi*, *fa*, moins fort, la petite note lache, le *mi* suivant plus doux, et le *ré* mollement éteint. Les deux *sol* se feront comme les deux *ut* du commencement ; le point qui vient après le *sol* ne devra valoir que les trois quart et demi d'une double croche, et la double croche qui le suit devra compter pour une double croche plus un demi-quart. C'est dans la même proportion, ou dans une proportion équivalente, que doivent se faire dans un chant les notes pointées. Le *ré* dièse de la sixième mesure demandera à être distingué par une accentuation plus forte et en le laissant imperceptiblement en retard sur la basse ; les petites notes suivantes très lâches ; comme si la croche qui les précède faisait partie du groupe, et que ces cinq notes réunies fussent indiquées égales, pour représenter la valeur d'une croche. Dans un chant, il faut s'arrêter à peine, ou même pas du tout, sur la note qui précède les petites notes ; c'est le goût qui doit régler cela.

La cadence se serrera moins en tout que dans un passage brillant, mais surtout en la commençant et en la finissant ; elle doit finir *decrescendo* ; les deux petites notes qui la terminent doivent être encore plus lentes et plus *piano*. La dernière note de la phrase (qui est le *sol*) doit se faire aussi très *piano* et arriver après la mesure, parce que pour l'expression, il faut prolonger la cadence un peu au-delà de sa valeur, qui est ici une noire. Les *sols* de la fin devront être attaqués par le poids de la main, tel que cela est indiqué pour faire une note longue isolée. Le *sol* et l'*ut* de la première mesure et le *ré* de la neuvième, doivent être faits en portant le premier son sur le second.



First system of a musical score. The right hand features a melodic line with slurs and accents, marked with *cres:* and *dim:*. The left hand plays a rhythmic accompaniment of eighth notes with accents. A *rit:* marking is present above the right hand.

Second system of a musical score. The right hand has a few notes, marked *tempo f<sup>mo</sup>* and *sp*. The left hand continues with a rhythmic accompaniment, marked *Ped:*.

Third system of a musical score. The right hand has a few notes, marked *pp*. The left hand continues with a rhythmic accompaniment, marked *Ped:*, *rall:*, and *morendo.*. A *cres:* marking is also present.

Fourth system of a musical score. The right hand has a few notes, marked *s*. The left hand continues with a rhythmic accompaniment, marked *Ped:*.

Fifth system of a musical score. The right hand has a few notes, marked *s*. The left hand continues with a rhythmic accompaniment, marked *Ped:* and *dim:*.

First system of musical notation. The treble clef contains a melodic line with a fermata over the first measure. The bass clef contains a rhythmic accompaniment of eighth notes. Dynamics include *cres:* (crescendo) in the second and third measures.

Second system of musical notation. The treble clef has a melodic line starting with a piano (*p*) dynamic. The bass clef continues the accompaniment. A *Ped:* marking with a diamond symbol is placed below the first measure of the bass line.

Third system of musical notation. The treble clef has a melodic line with a tempo change to *tempo!* in the third measure. The bass clef has a melodic line with a *rit:* (ritardando) marking in the second measure. A *Ped:* marking is present in the third measure.

Fourth system of musical notation. The treble clef has a melodic line. The bass clef has a rhythmic accompaniment with a *Ped* marking and a diamond symbol in the second measure.

Fifth system of musical notation. The treble clef has a melodic line. The bass clef has a rhythmic accompaniment with multiple *Ped* markings and a *cres:* (crescendo) marking in the third measure.

rit:  
Ped:

This system shows the first two measures of a piece. The right hand has a melodic line starting with a half note G4, followed by quarter notes. The left hand has a steady eighth-note accompaniment. Pedal markings are present in both hands.

Ped:

This system contains measures 3 and 4. The right hand continues its melodic line with quarter notes and half notes. The left hand maintains the eighth-note accompaniment. Pedal markings are present in both hands.

Ped:

This system contains measures 5 and 6. The right hand has a more complex melodic line with sixteenth-note runs. The left hand continues the eighth-note accompaniment. Pedal markings are present in both hands.

cres:      dim:

This system contains measures 7 and 8. The right hand features a sixteenth-note run in measure 7, marked with a forte *f* dynamic. The left hand continues the eighth-note accompaniment. Pedal markings are present in both hands.

tempo!      sempre dim:

rall:      Ped:

This system contains measures 9 and 10. The right hand has a melodic line with a half note. The left hand continues the eighth-note accompaniment. Pedal markings are present in both hands.

Ped:      rall:      PP +

Ped:  $\frac{\circ}{\circ}$  +

This system contains measures 11 and 12. The right hand has a melodic line with a half note. The left hand continues the eighth-note accompaniment. Pedal markings are present in both hands. The piece concludes with a *pp* dynamic marking.

c 750 P.

## Documents historiques accompagnant la partition

Extraits de la méthode d'Hélène de Montgeroult (c.1820), pianiste et compositrice française très admirée pour son jeu expressif au tournant du XIXe siècle, professeur de piano au conservatoire à sa création. Sa méthode est recommandée parmi les meilleurs ouvrages didactiques du siècle.

### Respiration - ponctuation

«La seule imperfection qui existe réellement dans l'art du chant est la nécessité de couper les phrases par la respiration : elle est un des plus grands écueils des chanteurs médiocres ; mais dans la bonne école d'Italie, elle (cette respiration) est soumise à une méthode précise, que presque tous les chanteurs quelles que soient la puissance et l'élasticité de leurs poumons respirent aux mêmes intervalles dans la phrase musicale. La respiration (elle) prend un tems plus ou moins long dans chaque mesure, cependant l'orchestre exact dans sa marche suit rigoureusement la mesure ; mais le chanteur développe librement le cours de la phrase, et ce n'est qu'à la fin, qu'il doit se retrouver en mesure avec l'orchestre. En appliquant ce procédé au piano, on trouvera que la main droite qui joue la partie du chant peut être comparée au chanteur et la main gauche à l'orchestre qui accompagne. Si l'élève a quelques notions de la manière dont on doit chanter, il peut être à lui même son modèle pour ses premiers essais : il tâchera d'imiter avec la main droite pendant quelques mesures les accents qu'il tirera de son gosier, en même tems qu'il fera un accompagnement d'accords plaqués avec la main gauche ; pour que cette imitation soit fidèle, il est nécessaire de changer le doigté convenu pour chaque trait, de manière que la main se déplace entièrement après chaque note sur laquelle un chanteur eut pris sa respiration. Ce seul travail, assez difficile, produira d'abord une imitation très sensible ; pour la compléter, il faudra simuler et s'emparer encore de l'imperfection résultant des intervalles de tems perdu dans chaque mesure où le chanteur est obligé de respirer. La main, avant de se placer dans sa nouvelle position, laissera écouler le même espace de tems, et pour cette nouvelle épreuve, la voix de l'élève sera encore un modèle ; alors l'imitation deviendra beaucoup plus frappante. <sup>1</sup>

### Emission du son – jeu legato

« ... corriger les plus grands défauts de l'instrument ; le martelé, la sécheresse, l'exiguïté du son, défauts qui le rendent en général peu propre à exprimer les émotions de l'âme et les grands effets de la musique. On peut n'y parvenir qu'en doigtant de manière à soutenir ensemble le plus longtemps qu'on le pourra les notes formant une harmonie régulière, ou seulement agréable à l'oreille afin d'augmenter par la réunion de plusieurs vibrations le volume de son du piano. L'expérience prouve que par cette méthode, non seulement on peut quadrupler la masse du son mais encore améliorer sa qualité de toute la différence qu'il y a entre un son obtenue par une seule action

---

<sup>1</sup>H. de Montgeroult, *Cours complet pour l'enseignement du Forte-Piano*, préface p. I-II.

du marteau et un son prolongé par la durée des vibrations et la pression de la touche. L'exigüité du son vient de ce que les touches ne sont pas senties mais frappées. Les doigts, alors, sont privés d'un sens qui agit réellement sur la touche. La grande quantité de son dépend donc de l'art avec lequel on sait, par un bon doigté, soutenir la note, soit en la pressant fortement après qu'elle a résonné pour en prolonger la vibration, soit en s'étendant moelleusement sur une succession de notes sans les quitter. Ce procédé est un des secrets de la grande exécution, et il est vrai de dire que le Piano joué ainsi, change absolument de qualité et d'effets.»<sup>2</sup>

### **Chant large (écriture-type du nocturne) au piano**

« Ici la phrase chantante doit toujours dominer l'accompagnement ; c'est pourquoi, lors même que nous l'indiquons pianissimo, l'élève sentira que cette nuance ne sera que relative, et que le chant doit toujours être plus ou moins articulé par un touché qui presse la note après qu'elle a résonné, tandis que la basse sera adoucie et fondue de manière qu'on entende plus encore l'harmonie entière de l'accord, que chacun des sons qui la composent. L'Artiste doué d'un grand sentiment jugera que malgré la quantité de nuances que nous avons indiquées, il en est d'autres encore qui sont inspirées par le moment. Nous n'avons pas noté tous (sic) les appoggiatures dont ce genre de chant est susceptible parce que le tems fait vieillir les tournures qui sont plus que le chant sujettes à l'empire de la mode. En se pénétrant bien du caractère de ce morceau qui est indiqué par le long développement des phrases, l'artiste sentira que les appoggiatures doivent être d'un style large et noble, et que leur exécution doit participer de ces deux qualités, c'est-à-dire que les ornemens composés de sons liés s'écouleront sans hâte, et seront inspirés seulement par le besoin de remplir le vide que laisse sur le Piano la trop longue durée d'un son qui ne peut pas être soutenu. L'exacte mesure de la main gauche doit être rigoureusement maintenue, quelque altération que causent dans la droite l'expression du chant et le développement des Appoggiatures qu'on y introduit. La batterie de la basse sera jouée aussi liée que possible, et presque toujours Piano.»<sup>3</sup>

### **Exécution des vocalises**

« Le seul moyen de leur conserver [les appoggiatures au sens large, ici, de fioritures] dans l'exécution cette liberté qui en fait la grâce, est d'y employer ce que l'on nomme il tempo robato. La nécessité de donner aux notes une valeur pour les faire entrer dans la mesure, enlèverait aux Appoggiatures toute leur élégance, si on les jouait exactement dans les proportions où elles sont écrites. Pour éviter cet inconvénient, et ne point précipiter les notes multipliées qui se trouvent dans les Appoggiatures, on a recours au tempo robato, c'est-à-dire que la main droite seulement anticipe sur la mesure qui doit suivre, et raccourcit d'autant la valeur de la note qui finit la phrase

---

<sup>2</sup>*Ibid.*, "Du Doigté", p. VII

<sup>3</sup>*Ibid.*, Étude n° 110, vol. III, p. 182.

musicale, ou de celle sur laquelle est placée la cadence ; mais il est indispensable que la mesure de la main gauche n'en soit point altérée. L'élève, pour se guider dans ce travail, vocalisera la partie de chant de la main droite, et s'il a entendu de grands chanteurs, ou que la nature lui ait donné le génie de la mélodie, qui est autre que celui de l'harmonie, ses efforts ne seront pas infructueux ; mais il est une certaine grâce, une élégance, même dans le sentiment que peut seul donner sur un instrument l'exemple des bons modèles.»<sup>4</sup>

### **Chopin, Esquisses pour une méthode de piano**

« Le poignet : la respiration dans la voix »

#### **Témoignage 1 :** Emilie von Gretsck, élève de Chopin entre 1842 et 1844

« Pour se conformer au principe qui consiste à imiter les grands chanteurs en jouant du piano, Chopin a arraché à l'instrument le secret d'exprimer la respiration. En chaque endroit qui exigerait du chanteur une inspiration, le pianiste qui n'est plus un profane [...] doit veiller à lever le poignet pour le laisser retomber sur la note chantante avec la plus grande souplesse imaginable (en français dans l'original). Parvenir à cette souplesse est la chose la plus difficile que je connaisse. Mais lorsqu'on y a réussi, on rit de joie en entendant la belle sonorité, et Chopin s'écrit : « c'est cela, parfait ! Merci ! ».

#### **Témoignage 2 :** Adolf Gutmann, élève et intime de Chopin : à propos du nocturne op. 27 n°1

« Dans la plupart des morceaux où, comme ici, l'accompagnement de main gauche revêt un mouvement ondulatoire, Chopin faisait jouer très doux et à mi-voix. »

#### **Témoignage 3 :** Wilhelm von Lenz, diplomate et pianiste amateur, fréquente Liszt puis Chopin avec lesquels il prend des leçons à Paris : à propos de l'op. 9 n°2 de Chopin, sans doute le nocturne le plus fameux et le plus joué du compositeur

« Le morceau compte trente-quatre mesures. Les quatre premières exposent le thème, auquel succède la première variation (mes. 5-8) suivie d'une ritournelle (mes. 9-12), transition qui mène à la deuxième variation (mes. 13-16) ; puis ritournelle (mes. 17-20), troisième variation (mes. 21-24) ; enfin, des mesures 25 à 34, ritournelle et cadence. Chopin voulait qu'on travaille d'abord la basse seule, répartie entre les deux mains de manière que chacun des accords succédant à chaque note grave en croches sonne comme un chœur de guitares. Lorsqu'on est parvenu à rendre des deux mains la basse de cette manière, dans une sonorité bien pleine mais piano mais rigoureusement en mesure, dans un tempo allegretto d'une régularité absolue et sans tomber dans un mouvement de triolets (12/8), on peut alors confier à la seule main gauche l'accompagnement ainsi réalisé, et inviter la

---

<sup>4</sup>H. de Montgeroult, *Ibid.*, Etude n° 113, vol. III, p. 204.

main droite à chanter sa partie de premier ténor. Que la deuxième variation soit un andante, et la troisième un pathétique adagio, et que le thème tout comme la deuxième variation soient chantés à pleins poumons, expressifs sans être sentimentalisés pour autant. Pour le style, il faut prendre modèle sur la Pasta, sur la grande école de chant italien, et renforcer le pathétique au fur et à mesure des variations. »

LABLACHE (Louis)

METHODE complète DE CHANT OU Analyse raisonnée des Principes d'après lesquels on doit diriger les Etudes pour développer la Voix, la rendre légère et pour former le goût, avec EXEMPLES DEMONSTRATIFS, EXERCICES ET VOCALISES GRADUEES.

Paris, Canaux, (1840).

# MÉTHODE complète

OU

*Analyse raisonnée des Principes d'après lesquels  
on doit diriger les Etudes pour développer la Voix,  
la rendre légère et pour former le goût.*

AVEC

EXEMPLES DÉMONSTRATIFS, EXERCICES ET VOCALISES GRADUÉES

**LOUIS LABLACHE**

PREMIER CHANTEUR

de la Chambre

&

de la Chapelle

DE

S. M.

**le Roi des Deux-Siciles.**

Prix

30<sup>f</sup>

J. Doherty Sculp. 1840.

à Paris, chez CANAUX Editeur et M<sup>d</sup> de Musique,  
Rue des Fossés Montmartre 21.

à Londres, chez M<sup>r</sup> CHAPPEL.

à Mayence, chez les FILS de B. SCHOTT.

Les gammes et autres traits peuvent subir dans l'exécution deux modifications qu'on indique de la manière suivante.

EXEMPLE 1<sup>er</sup>  
Détaché Coulé.

Le Détaché coulé s'exécute en donnant à chaque note un coup de gosier bien moelleux, de manière à laisser vibrer un peu séparément chacun des sons.

EXEMPLE 2<sup>e</sup>  
Le Piqué.

Le Piqué s'exécute en donnant un coup de gosier vif et sec à chaque note de manière à la séparer totalement et comme par un silence de la note qui suit.

Il arrive quelquefois une note piquée à la suite de deux notes liées. On ne doit point dans ce cas chercher à donner de coup de gosier à cette note. Il faut seulement la quitter subitement comme si la valeur était diminuée par un silence.

EXEMPLE 3.

Exécution.

NB. En général tous ces Sons piqués ne sont exécutés que par de voix de Soprano.

L'élève qui a fait avec soin les exercices précédens, doit posséder assez de mécanisme pour entreprendre des études mesurées et phrasées. Ainsi donc avant de donner un plus grand nombre de traits, nous parlerons du Sentiment musical et de tout ce qui s'y rattache.

## CHAPITRE IV.

### SUR LE SENTIMENT MUSICAL.

Le Sentiment musical est une faculté innée qui peut se mesurer par le degré d'émotion que l'on éprouve en entendant de la musique. Dans son application on peut le diviser en Expression, Goût et Accent.

### SECTION PREMIÈRE.

#### DE L'EXPRESSION.

L'expression dit J.J. Rousseau, est une qualité par laquelle le musicien sent vivement et rend avec énergie toutes les idées qu'il doit rendre et tous les sentimens qu'il doit exprimer. (Dict. de musique.)

Cette qualité dépend de l'organisation personnelle, son développement dans chaque individu suit les proportions même de la faculté de sentir. Mais vainement la posséderait-on à un degré eminent, si par l'étude on n'avait acquis les moyens de s'en servir. Ces moyens constituent pour ainsi-dire le matériel de l'Expression et peuvent se réduire à cinq.

C.C. 556.

- 1° Filer les sons .
- 2° Porter la voix .
- 3° Phraser .
- 4° Nuancer .
- 5° Exécuter les différens agrémens du chant .

Nous allons les analyser successivement en donnant les conseils et fournissant les exercices propres à les faire acquérir.

## ARTICLE I.

### FILER LES SONS .

Ce qu'on appelle filer un son, c'est l'attaquer avec fermeté mais le plus doucement possible, en augmenter graduellement la force jusqu'au milieu de sa valeur et le diminuer insensiblement à partir de ce point jusqu'à la fin.

Pour bien réussir l'exercice suivant de la gamme filée, il faut avant chaque note respirer d'après l'instruction donnée à la règle 2<sup>me</sup> du chapitre III, rester un petit moment avec la poitrine soulevée avant de donner la voix et attaquer ensuite le son comme nous venons de le dire, en ayant soin de ne faire aucun mouvement ni avec la bouche ni avec la langue pendant toute sa durée.

EXERCICE 15. <sup>(12)</sup>

12 L'étude des gammes filées est l'exercice le plus utile qu'on puisse faire pour bien chanter. C'est par elle qu'on corrige les défauts de la voix, qu'on lui donne de la fermeté, qu'on augmente sa puissance qu'on acquiert la flexibilité indispensable pour colorer la mélodie. Les élèves qui désirent maîtriser promptement leur organe, doivent pendant deux mois faire au moins quatre gammes filées tous les jours. Chaque son devant durer à peu-près 18 ou 20 secondes, il en résulte qu'une gamme durera environ 10 minutes. C'est donc 40 minutes que nous leur conseillons de consacrer à cet exercice; ces 40 minutes qui prises sur différentes heures de la journée ne fatigueront point la poitrine, seront le tems le plus utilement employé à l'étude du chant.

C. C. 556.

This musical score is arranged in five systems, each containing a vocal line and a piano accompaniment. The vocal line is written in a single treble clef staff with a soprano clef, featuring a melody of half and quarter notes with various phrasing slurs. The piano accompaniment is written in grand staff notation (treble and bass clefs). The right hand of the piano part features a complex texture of chords and sixteenth-note patterns, while the left hand provides a steady bass line with eighth and quarter notes. The score concludes with a double bar line and a repeat sign. The number 'C.C. 556.' is printed at the bottom center of the page.

## ARTICLE 2 .

## DE LA MANIÈRE DE PORTER LA VOIX .

Le véritable port de voix que les italiens appellent *Portamento* a lieu principalement entre deux sons placés au moins à la distance d'une tierce et dans un mouvement un peu lent. Il consiste à quitter le premier son un peu avant l'expiration totale de sa valeur, pour glisser la voix sur le son suivant de manière à l'anticiper très peu sensiblement. Ce glissé doit toujours se faire en augmentant de force lorsqu'on porte la voix sur un son supérieur et en la diminuant lorsqu'on la porte sur un son inférieur (13) tout cela peut s'indiquer à peu près de la manière suivante.

(14) *Andante sostenuto* .

EXEMPLE:

Exécution:

Sol Do Sol Re Sol Mi

La Re La Mi La Fa Si Sol

Sol Do Mi La Fa Si Do

(15)

(13) Il faut éviter avec soin d'appuyer fortement sur le port de voix en descendant. cela produirait une espèce de baillement très désagréable.

(14) On comprendra beaucoup plus aisément le port de voix si on l'exerce en nommant les notes ainsi que nous l'avons indiqué.

(15) Le port de voix se fait aussi quoique beaucoup plus rarement entre deux notes qui procèdent par gamme, mais cela n'a lieu que dans un mouvement très lent et jamais deux fois de suite.

C.C. 556 .

## ARTICLE 3.

## DE LA MANIÈRE DE PHRASER.

La mélodie comme le discours est formée de périodes. La période est formée de phrases et la phrase se divise en membres ou dessins. Chaque période a une conclusion ou grand repos qu'on nomme cadence parfaite: c'est comme le point dans le discours. Chaque phrase a un repos moins complet qu'on appelle  $\frac{1}{2}$  cadence: c'est comme le point virgule ou les deux points du discours; et enfin chaque membre ou dessin a un petit repos qu'on peut appeler  $\frac{1}{4}$  de cadence et qui peut représenter la virgule du discours.

Quiconque lirait sans tenir compte des points et des virgules serait tout à fait inintelligible; de même celui qui chanterait sans faire sentir les cadences, dénaturerait le sens de ses phrases et les rendrait fastidieuses.

L'art de phraser consiste donc à présenter tous les dessins d'une phrase ou d'une période de telle manière qu'ils ne se confondent pas l'un avec l'autre. Pour cela il faut 1<sup>o</sup> savoir distinguer le commencement et la fin de chaque dessin. 2<sup>o</sup> régler sa respiration de manière à le compléter.

Les exemples que nous allons donner aideront à faire connaître la division de la phrase.

Nous avons indiqué au chapitre 3<sup>o</sup> comment on doit respirer pour chanter, mais nous devons ajouter ici qu'outre la grande respiration dont nous avons parlé, qui ne peut être prise qu'un peu lentement à la fin des phrases ou sur des silences, il y a la demi-respiration qu'on peut au besoin prendre rapidement à la fin de chaque dessin. Le mécanisme en est le même, seulement que comme il faut que l'action des poumons soit plus rapide, on en éprouve un peu plus de fatigue. Il faut donc que les élèves s'habituent à prendre le moins possible de demi-respirations. Pour celui qui a fait de bonnes études, les silences, les cadences parfaites et les  $\frac{1}{2}$  cadences seront presque toujours des points de repos suffisants pour respirer.

Voici maintenant quelques périodes où nous indiquerons les grandes respirations indispensables par des » et les demi-respirations facultatives par des ,

EXEMPLE 5.

Dans cette période on ne doit pas respirer après le Ré qui commence la 2<sup>e</sup> mesure parce que le dessin mélodique ne finit qu'avec le Si. De même on ne doit pas prolonger la respiration jusqu'au Sol de la 3<sup>e</sup> mesure parce que cette note dépend du dessin qui a commencé à l'Ut précédent et qui ne finit qu'avec le La de la 4<sup>e</sup> mesure.

On ferait une grande faute en respirant après le Fa de la 6<sup>e</sup> mesure, parce que cette note est étran.

(16) Toute respiration grande ou petite doit être prise au dépens de la valeur de la note que l'on quitte et de manière à attaquer la note qui suit l'action de respirer, exactement en mesure.

gère à l'accord qui l'accompagne et que le dessin ne finit qu'au **Mi** suivant. Il ne faudrait pas non plus prolonger la respiration jusqu'après le **Si** de la 7<sup>e</sup> mesure parce que cette note n'est pas complément d'un dessin, mais qu'elle dépend du dessin commencé par le **Ré** qui précède et qui finit seulement avec le **Sol** de la 8<sup>e</sup> mesure.

Allegretto.

EXEMPLE 6:

1<sup>re</sup> Phrase.  
et 1<sup>er</sup> Dessin.

2<sup>de</sup> Phrase.  
et 2<sup>e</sup> Dessin.

3<sup>e</sup> Phrase.  
3<sup>e</sup> Dessin.

4<sup>e</sup> Phrase.  
4<sup>e</sup> Dessin.

5<sup>e</sup> Dessin.

6<sup>e</sup> Dessin.

Fin de Période.

Les deux premières phrases de cette période doivent être faites d'une seule respiration pour chacune, car elles se composent d'un seul dessin. la 3<sup>e</sup> phrase peut se diviser en deux dessins par conséquent on a la faculté de la demi respiration à la fin de chacun d'eux. la 4<sup>e</sup> phrase peut également se diviser en deux dessins et on peut respirer après le **Ré** qui finit le 5<sup>e</sup> dessin et qui commence le 6<sup>e</sup>. Observons à ce propos que toutes les fois qu'un son qui a une grande valeur dans une mesure, se prolonge sur une partie de la mesure suivante, on peut considérer cette valeur de *Syncope* comme un silence et s'en prévaloir pour prendre dessus une demi respiration avant d'attaquer le son qui le suit immédiatement.

EXEMPLE 7:

1<sup>re</sup> Phrase.  
1<sup>er</sup> Dessin.

2<sup>e</sup> Dessin.

2<sup>de</sup> Phrase.  
3<sup>e</sup> Dessin.

4<sup>e</sup> Dessin.

Fin de Période.

Dans la 1<sup>re</sup> phrase de cette période le repos ou  $\frac{1}{4}$  de cadence se fait bien harmoniquement sur le **Fa** de la 2<sup>e</sup> mesure, mais le dessin doit être prolongé jusqu'au **Ré**. Il en est de même au second dessin qui ne finit qu'au **Fa** de la 4<sup>e</sup> mesure.

C.C. 556.

Dans la 2<sup>e</sup> Phrase on ne pourrait nullement respirer sur l'*Ut dièze*, parce que cette note est étrangère à l'Accord; il faut attendre à respirer après le *Ré* qui la suit.

On pourrait multiplier beaucoup les exemples et ne donner encore qu'une faible partie des cas nombreux et variés qui peuvent se présenter. Ces Périodes suffisent pour faire sentir la nécessité de bien s'appliquer à connaître le commencement et la fin du dessin musical, afin de ne pas les couper mal adroitement par la respiration. C'est au maître qu'il appartient de guider l'élève dans cette recherche, qui peut se faire en pratiquant la Vocalisation. Observons seulement, que chaque fois qu'il s'agira de faire un Son soutenu, ou un Trait d'une grande longueur, il faut avoir soin de respirer immédiatement avant, sans égard au complément du dessin; car là où il s'agit de faire ou de ne pas faire, la règle doit céder à la nécessité.

## ARTICLE 4.

### DE LA MANIÈRE DE NUANCER.

Pour bien phraser il ne suffit pas de comprendre et d'expliquer le sens musical, il faut encore donner à chaque phrase, à chaque dessin une couleur convenable. La Nuance est l'élément principal de l'expression, et l'artiste qui ne sait pas mettre une grande variété de couleur dans son chant, sera toujours médiocre et froid, quelque beau mécanisme qu'il possède d'ailleurs. On ne saurait donc trop s'appliquer à acquérir la faculté de faire à volonté, le *Forte* et le *Piano*, et de passer graduellement de l'un à l'autre. L'étude persévérante des Sons filés, est en cela d'un grand secours. Quant à l'emploi de cette faculté, il a des formes si variées que ce n'est que par une espèce de tradition orale qu'on peut transmettre tout ce que le sentiment exquis des célèbres Chanteurs, nos devanciers, nous a légué de bon, et qui forme l'apanage de l'Ecole moderne. On ne peut donner dans une méthode que quelques règles générales, dont l'application développera dans les élèves le germe d'expression et de goût qu'ils auront reçu de la nature. Les voici :

1<sup>o</sup> Toute note de quelque durée ne doit pas rester de la même force du commencement à la fin: en général elle doit être filée.

2<sup>o</sup> Toute phrase montante doit passer du faible au fort.

3<sup>o</sup> Toute phrase descendante doit passer du fort au faible.

4<sup>o</sup> Toute note étrangère à l'Accord qui l'accompagne, si elle a un peu de durée et qu'elle soit placée au Temps fort de la mesure, ou à la partie forte du Temps, doit être appuyée plus fortement,<sup>(17)</sup> de là lui vient le nom d'*Appoggiatura* qu'on lui donne en Italie.<sup>(18)</sup>

5<sup>o</sup> Toute note étrangère au Mode où l'on se trouve, doit être aussi plus appuyée que celles qui la touchent immédiatement.

La difficulté consiste dans le choix du degré de force qu'on doit donner aux différentes notes. C'est là ce qui ne peut s'indiquer. Si on n'y déploie pas assez de voix on demeure froid; si on en déploie trop, on devient exagéré.

Un bon professeur de chant tiendra ses élèves également éloignés de ces deux extrêmes, et saura les guider dans l'application de la nuance qui convient au caractère particulier de chaque morceau; à la situation dramatique et à la signification des paroles pour lesquelles le chant est composé.

(17) Dans une mesure à deux Temps le 1<sup>er</sup> Temps est fort et le 2<sup>e</sup> faible. Dans la mesure à trois temps le 1<sup>er</sup> temps est toujours fort et le 3<sup>e</sup> toujours faible, le second temps est tantôt fort tantôt faible. Si le temps est composé de deux noires la 1<sup>re</sup> noire sera forte et la 2<sup>e</sup> faible. S'il est composé de croches la première est forte et la 2<sup>e</sup> faible; en général partout où il y a une suite de notes de même valeur, les notes impaires sont toutes fortes et les paires sont toutes faibles.

(18) Voyez au chapitre sur les agréments du chant.

Avant de nous occuper des différens Agrémens du chant, nous allons donner ici quelques Vocalisations bien simples, sur les quelles les élèves pourront faire l'application de tout ce que nous avons dit relativement au mécanisme de la voix et à l'expression.

N° 1.  
VOCALISATION

Andante. sempre legato.

cres. p

C.C. 556.

Sostenuto. Sempre legato e portando la voce. *rinf.*

N° 2.

The musical score consists of six systems, each with a vocal line and a piano accompaniment. The key signature is two sharps (F# and C#) and the time signature is 3/4. The tempo is marked 'Sostenuto'. The performance instructions include 'Sempre legato e portando la voce' and 'rinf.' (rinfacciato). Dynamics range from *mf* (mezzo-forte) to *p* (piano), with 'cres.' (crescendo) markings. The piano part features complex chordal textures and rhythmic patterns. The vocal line is melodic and expressive, often marked with accents and slurs.

*rinf.* *cres.* *p* *rinf.* *rinf.*

*rinf.* *rinf.*

*mf* *p* *cres.* *p* *rinf.*

*cres.* *rinf.*

*rinf.*

C. C. 556.