



INTELLECTUAL OUTPUT 3

**Lignes directrices pour les instrumentistes
et chefs d'orchestre**

Intellectual Output 3

Lignes directrices pour les instrumentistes et chefs d'orchestre

Noms des auteurs	<p>Coordinateurs scientifiques Federico Bardazzi, Paolo Lippi</p> <p>Editeurs Federico Bardazzi, Andrea Bareggi, Marco Di Manno, Rebecca Huber, Anna Litvinenko, Paolo Lippi, Carla Giovanna Zanin</p> <p>Contributions de Orlando Aguilar Velazquez, Edoardo Angelini, Federico Bardazzi, Andrea Bareggi, Pietro Battistoni, Giacomo Benedetti, Giordano Betti, Luca Bimbi, Evan Buttar, Nicola Cavina, Elodie Colombier, Leonardo De Lisi, Marco Di Manno, Jean Marie Gardette, Rebecca Huber, Cecilia Iannandrea, Takako Kunugi, Paolo Lippi, Anna Litvinenko, Carla Giovanna Zanin</p>
Organisation chef de file	Heliosfero (Pays-Bas)
Version	Version 2
Utilisation (externe / interne)	Externe
Intellectual Output	IO3
Date	28/02/2023

Clause de non-responsabilité

Ce document contient le Intellectual Output 3 (Lignes directrices pour les chanteurs, les coachs vocaux, les joueurs de continuo, les directeurs, les chefs de chœur et d'orchestre) du projet Virtual Stage. Certaines parties de ce document peuvent être soumises aux règles des droits de propriété intellectuelle des partenaires. Par conséquent, avant d'utiliser son contenu, veuillez contacter le chef du consortium pour obtenir son approbation.

Si vous pensez que ce document porte atteinte, de quelque manière que ce soit, aux droits de propriété intellectuelle que vous détenez en tant que personne ou en tant que représentant d'une entité, veuillez nous en informer immédiatement.

Les auteurs de ce document ont pris toutes les mesures possibles pour que son contenu soit exact, cohérent et légal. Cependant, ni le consortium du projet dans son ensemble, ni les partenaires individuels qui ont participé implicitement ou explicitement à la création et à la publication de ce document ne peuvent être tenus pour responsables de quelque manière que ce soit de l'utilisation de son contenu.

Ce projet a été financé avec le soutien de la Commission européenne. Cette publication [communication] n'engage que son auteur et la Commission ne peut être tenue responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations qu'elle contient.

(<https://europa.eu/european-union>)

Copyright Virtual Stage 2020-2023



Orlando Aguilar Velazquez, Edoardo Angelini, Federico Bardazzi, Andrea Bareggi, Pietro Battistoni, Giacomo Benedetti, Giordano Betti, Luca Bimbi, Evan Buttar, Nicola Cavina, Elodie Colombier, Leonardo De Lisi, Marco Di Manno, Jean Marie Gardette, Rebecca Huber, Cecilia Iannandrea, Takako Kunugi, Paolo Lippi, Anna Litvinenko, Carla Giovanna Zanin.

Index

1. INTRODUCTION	7
1.1 Expérience de verrouillage	7
1.2 La première réponse à l'urgence	8
1.3 Pourquoi parler d'opportunités ?	9
1.4 Liste des besoins rencontrés lors de l'arrêt des activités en présence.....	9
1.5 L'expérience acquise	10
1.5.1 L'enquête	10
1.5.2 La première phase du projet	10
2. CONSEILS AUX ENSEIGNANTS	11
2.1 Trouver des applications.....	11
2.2 Quelles sont les applications disponibles en tant que sources ouvertes ?	18
2.3 Quelle est la tendance des applications pour les sessions de musique en ligne ?	18
2.4 Quel type de système de communication existe-t-il ?	19
2.4.1 Service clientèle	19
2.4.2 P2P	20
2.4.3 La situation actuelle des réseaux P2P.....	20
2.4.4 Avantages du système client-serveur	20
2.4.5 Avantages du système P2P	21
2.4.6 Conclusions	21
3. COMMENT UTILISER L'APPRENTISSAGE A DISTANCE	22
3.1 L'étude de cas "Orfeo" : répétitions à distance et mixtes et performances technologiques	22
4. L'EVALUATION A DISTANCE DES PERFORMANCES ET DES PROGRES D'APPRENTISSAGE DES ETUDIANTS.....	29
4.1 Expérimentation	29

4.2 Formation pré-professionnelle en interprétation de chansons d'art	29
4.3 Classes non performantes	33
4.4 Leçons individuelles	34
4.5 Musique de chambre	36
5. INTERACTION AVEC D'AUTRES ACTEURS DU SECTEUR, TANT AU NIVEAU DE LA FORMATION QUE DE LA PRODUCTION, DANS LE CADRE DE PARCOURS DE FORMATION EN LIGNE POUR L'OPERA.	38
5.1 Vue d'ensemble	39
5.2 Violon/Cordes supérieures.....	40
5.3 Continuo	42
5.4 Instruments à vent.....	44
5.5 Percussions	46
5.6 Chefs d'orchestre	47
5.7 Considérations particulières.....	49
6. TECHNIQUE	50
6.1 Bonnes pratiques pour un enregistrement et un partage du son simples et efficaces par connexion internet	50
6.1.1 Equipement : Microphone, table d'harmonie, Digital Audio Workstation (DAW)	54
6.2 Les deux méthodes utilisées en Virtual Stage.....	56
6.2.1 Networked Music Performance avec Jamulus.....	57
6.2.2 Logiciels utilisés dans les projets NMP précédents	61
6.2.3 Le cadre de la Networked Music Performance.....	62
6.2.4 Matériels et méthodes	62
6.2.5 Installation du dispositif expérimental	63
6.2.6 Formation professionnelle : étude de cas de l'ensemble Lira Transalpina.....	65
6.2.7 Configuration de l'apprentissage à distance : enregistrement vidéo d'une session de NMP	66
6.3 Partial Playback avec ListenTo	67
6.4 Bonnes pratiques pour un enregistrement et un partage vidéo simples et efficaces par connexion internet. 68	
6.4.1. Équipement : Caméra, éclairage, ordinateur, logiciel	70

6.4.2 Lumières	72
6.4.3 Ordinateurs.....	75
6.4.4 Logiciels	76
BIBLIOGRAPHIE.....	83

1. Introduction

Ces lignes directrices donnent un aperçu détaillé de l'état de l'art en matière d'enseignement et de formation à distance dans le domaine de l'opéra, en mettant particulièrement l'accent sur les activités d'enseignement des instrumentistes et des chefs d'orchestre. Nous avons analysé les différentes approches à différents stades : avant, pendant et après la pandémie. Pour atteindre cet objectif, nous nous sommes basés non seulement sur les expériences directes des partenaires impliqués dans le projet Virtual Stage, mais aussi sur une enquête précise par questionnaire adressée à plus de 300 représentants du secteur (institutions académiques, théâtres, festivals, associations musicales, écoles de musique, professeurs d'opéra et de chant baroque, instrumentistes etc.) opérant sur l'ensemble du territoire européen.

Les faits montrent une série de problèmes et de besoins, apparus pendant la pandémie, qui peuvent concrètement ouvrir de nouvelles opportunités au-delà de la période d'urgence spécifique. En d'autres termes, la recherche de solutions alternatives représente un nouveau paradigme numérique avec un immense potentiel d'application pour l'ensemble du secteur, ainsi qu'une amélioration significative des bonnes pratiques découlant de l'apport des technologies appliquées aux activités musicales (enseignement, formation professionnelle, interprétation, enregistrement, etc.)

1.1 Expérience de verrouillage

Avant les restrictions liées au verrouillage, l'enseignement et la formation dans le domaine de l'opéra se déroulaient presque toujours en présence, avec peu de soutien technologique.

De quel type de technologies s'agit-il ?

Certainement pas les technologies appliquées à l'enregistrement et à la transmission d'activités et d'événements musicaux qui sont généralement présentes, depuis le siècle dernier, dans le panorama et la culture du musicien ; les derniers mois, qui ont incité de nombreuses personnes à chercher de nouvelles solutions, ont révélé à quel point les technologies liées aux réseaux (sociaux) et à l'autotraitement/la production de produits musicaux ne faisaient pas partie du patrimoine de l'enseignant/musicien classique.

Nous insistons sur le terme "musicien classique" car le soutien des technologies audio-vidéo est normalement utilisé dans le contexte de la musique pop, du jazz, etc.

Jusqu'à l'éclatement de la pandémie de COVID-19, toutes les étapes préparatoires de l'opéra (apprentissage, répétition, entraînement, présence sur scène, costume et mise en scène, etc...) se faisaient en présence et les gens étaient habitués à se réunir en grands groupes, à travailler ensemble pendant plusieurs heures, dans de longues sessions qui impliquaient un effort organisationnel et économique considérable.

Ainsi, lorsque nous nous sommes tous retrouvés soudainement plongés dans l'ère de la pandémie et des mesures restrictives qui en découlent, il est devenu immédiatement évident que les activités d'apprentissage et de formation à l'opéra, telles que nous les avons pratiquées jusqu'alors, étaient terminées.

Voici un résumé des principaux problèmes auxquels nous avons dû faire face :

- pas d'accès aux salles de spectacles
- très souvent, les répétitions d'orchestre, de chorale, etc. ont été suspendues.
- très souvent, l'embauche de travailleurs dans le secteur a été fortement réduite : réalisateurs, scénographes, techniciens, etc.
- dans la plupart des cas, il n'était pas possible de suivre des cours de musique en présence
- l'approche du NMP (Networked Music Performance) - en raison des problèmes de synchronisation - a été principalement théorique
- une extrême difficulté à effectuer des auditions, des tests et des évaluations en face à face.

1.2 La première réponse à l'urgence

Le monde musical a réagi à la crise par une série de solutions technologiques immédiates telles que les réunions en ligne, les NMP, les concerts en streaming et parfois même une sorte d'activités synchrones, en essayant de tester de nouvelles possibilités de "jouer ensemble", également grâce à l'expérimentation de nouvelles applications et d'outils audio.

Il est indéniable que les ressources financières réservées à la culture sont de moins en moins nombreuses, alors que les coûts de soutien à la réalisation des activités sont de plus en plus élevés. Pour inverser cette tendance, de nouvelles politiques culturelles sont nécessaires, ainsi que des investissements considérables dans le secteur artistique et culturel. En outre, il est possible d'obtenir un soutien important des technologies appliquées à l'enseignement et à la formation professionnelle et, si possible, à la performance dans le secteur de l'opéra.

Cela aura un impact positif sur la maîtrise des coûts et surtout sur leur optimisation, avec une nette amélioration du rapport coût/performance.

L'objectif de ce projet est de créer une génération de nouveaux musiciens classiques qui savent comment utiliser la plupart des possibilités offertes par les nouvelles technologies. En même temps, le projet vise à stimuler les enseignants à utiliser les technologies de manière fonctionnelle, afin d'augmenter toutes les activités d'enseignement et le partage des procédures et des meilleures pratiques.

1.3 Pourquoi parler d'opportunités ?

En partant des expériences nationales et internationales sur la manière de gérer cette réalité nouvelle et sans précédent, dans laquelle les réunions en face à face n'étaient pas possibles ou du moins fortement limitées, le défi consiste à concevoir et à proposer des procédures efficaces que les enseignants des institutions musicales peuvent appliquer pour améliorer et étendre leurs activités d'enseignement. Cela peut sembler trop optimiste, mais nous pensons que plusieurs problèmes peuvent être transformés en opportunités.

Le groupe de travail de Virtual Stage a intégré dans ce projet les diverses expériences acquises au cours des mois de fermeture, dans le but de transformer ce qui était à l'origine un besoin d'urgence en une incitation à accroître les compétences numériques non seulement dans l'enseignement et la formation, mais aussi dans le spectacle.

Cette analyse nous a finalement amenés à nous demander dans quelle mesure ces technologies pouvaient apporter des avantages aux utilisateurs finaux : les étudiants d'une part et le public d'autre part.

1.4 Liste des besoins rencontrés lors de l'arrêt des activités en présence

Nous pensons que tous les professeurs de conservatoires, d'écoles de musique, d'institutions lyriques, de festivals, etc. ont besoin de continuer à se former :

- donner des indications sur les critères de performance
- donner des indications sur les critères d'interprétation
- évaluer les performances et les progrès d'apprentissage des élèves
- répéter en groupe
- travailler ensemble, en tenant compte des différents rôles et correspondances : chanteurs et coachs vocaux, chanteurs et chef de chœur et d'orchestre, chanteurs et metteur en scène

Mais comment faire face à ces nouveaux besoins ?

1.5 L'expérience acquise

Deux éléments principaux ont été pris en considération et analysés comme suit.

1.5.1 L'enquête

Comme il était nécessaire d'élargir notre vision au-delà de l'équipe de chercheurs impliqués dans le projet VS, une enquête a été menée qui nous a permis d'étudier certains aspects liés à l'utilisation des outils numériques dans le monde de la musique classique au niveau européen, en particulier dans le domaine de l'opéra. Pour ce faire, nous avons créé un questionnaire multilingue qui est décrit dans le rapport Output 1 (IO1) et qui a servi de stimulus et d'étude supplémentaire pour la création de ces lignes directrices.

1.5.2 La première phase du projet

Enfin, un troisième élément est lié au groupe de travail et de discussion qui a eu lieu pendant la première phase du projet, y compris le Joint Staff Event qui s'est tenu en octobre 2021. Le groupe d'expérimentateurs/chercheurs a en effet été divisé en groupes plus restreints : Chanteurs, Coachs vocaux / Continuistes, Directeurs, Chefs de chœur et d'orchestre.

La division en petits groupes sectoriels a permis de planifier une importante interaction à distance pour les mois suivants, afin de développer et d'approfondir de manière significative les domaines de recherche du projet.

Les groupes ont identifié, chacun pour leur domaine, une liste de besoins, de problèmes, de criticités rencontrés pendant la période d'urgence, mais plus généralement ils se sont interrogés sur la manière dont leur activité peut tirer parti d'une utilisation plus répandue des technologies.

Tous ces aspects seront abordés dans les chapitres suivants.

2. Conseils aux enseignants

Nous proposons un guide pour les enseignants sur la façon de réaliser des échanges virtuels en ligne, en établissant des critères sur la façon de sélectionner les meilleures applications numériques, ainsi que le meilleur modèle qui peut être activé dans son propre contexte (en exploitant, entre autres possibilités, les fonctionnalités des plates-formes en ligne). Ce type d'activité permettra aux enseignants de partager des parcours de formation avec des partenaires d'autres pays à l'intérieur et à l'extérieur de l'espace européen.

2.1 Trouver des applications

Cette section vise à présenter plusieurs ressources d'applications pour les sessions, les cours et l'apprentissage dans le domaine de la musique en ligne, en se concentrant plus particulièrement sur la partie sonore.

Dans de nombreux domaines, l'enseignement en ligne existe depuis des décennies. Même si ce n'est pas le moyen de communication préféré, il a permis à des personnes de recevoir une éducation qui n'aurait pas été possible autrement, que ce soit pour des questions d'argent, de distance, de temps ou, plus récemment, même de pandémie. Les progrès exponentiels de la technologie au cours des dernières années ont rendu ces échanges virtuels de plus en plus accessibles. Aujourd'hui, le monde de la formation musicale classique rattrape son retard, en utilisant une multitude de plateformes et d'applications pour rendre la pratique et l'apprentissage de la musique plus accessibles.

La musique, comme beaucoup d'autres arts, a toujours été enseignée en personne. Aujourd'hui, l'enseignement en ligne est devenu une réalité, mais il soulève de nombreuses questions. D'un point de vue théorique, les leçons, les répétitions et les concerts peuvent se dérouler de différentes manières. Sur le plan pratique (l'enseignement d'un instrument, par exemple), il présente toutefois des difficultés que les cours en personne n'ont plus. Apprendre à jouer d'un instrument, c'est comme apprendre un métier, quelque chose qui nécessite une attention spécialisée et personnalisée. Cependant, bien que l'idée d'un enseignement musical en ligne puisse susciter une certaine résistance, il semble inévitable qu'elle prenne cette direction et il existe de nombreux outils utiles qui la rendent possible et aussi intéressante que l'expérience d'apprentissage d'une leçon en direct.

Dans cette section, les recherches effectuées à partir d'entretiens avec des enseignants de toute l'Europe partageant leurs expériences en matière d'enseignement en ligne donnent des solutions et des plateformes possibles pour rendre l'apprentissage de la musique en ligne possible. Vous trouverez ci-dessous des informations sur l'enseignement privé, l'enseignement en groupe, les tutoriels, la préparation à l'enseignement en ligne, ainsi qu'une liste d'applications et de plateformes numériques recommandées qui peuvent être utilisées pour cet échange virtuel. Les principaux contributeurs, Orlando Aguilar Velazquez, Jean Marie Gardette, Rebecca Huber, Anna Litvinenko et Takako Kunugi ont relevé ensemble le défi passionnant d'explorer les possibilités de l'avenir de l'apprentissage musical en ligne.

Les méthodes d'enseignement en ligne les plus populaires sont décrites ci-dessous, ainsi que les applications les plus fréquemment utilisées pour chacune d'entre elles.

Conférences/leçons théoriques

Dans de nombreux cas, les enseignants utilisent des applications telles que Microsoft Teams, Skype et Zoom pour donner des cours magistraux en ligne. Il est facile de partager son écran sur ces applications, de parler aux étudiants en groupe ou individuellement et de créer des salles de réunion où de petits groupes peuvent travailler ensemble. Dans ce type de cours, il est également possible de jouer en direct, de regarder et d'écouter des vidéos préenregistrées et même de gérer des classes de maître, bien que la vitesse de connexion puisse avoir un impact sur le travail. Il est également utile d'enregistrer ces sessions pour s'y référer ultérieurement, ce qui est un avantage que les cours magistraux en direct n'ont pas.

Leçons instrumentales en solo

Les cours particuliers se sont avérés efficaces en ligne, à l'exception du fait qu'il n'est pas toujours possible de juger de la qualité du son émis par les étudiants. Pour ces cours, les applications les plus fréquemment utilisées sont Skype, Zoom et Microsoft Teams.

Répétitions et cours d'interprétation en groupe

Les difficultés sont plus nombreuses lorsque plusieurs étudiants jouent en même temps, mais comme la technologie continue de s'améliorer, d'autres méthodes d'enseignement deviennent possibles. Parmi les méthodes les plus populaires utilisées aujourd'hui, citons Jamulus et Zoom.

Tutoriels

En raison des différences de vitesse de connexion et de lecture dans les cours en ligne, les tutoriels sont essentiels pour l'apprentissage de la musique en ligne. Non seulement ils permettent aux étudiants d'accéder à un matériel de qualité fourni par le professeur, mais ils aident également à résoudre certains des problèmes qui peuvent survenir lors des rencontres en ligne en raison du manque de définition visuelle, de la qualité du son ou d'une mauvaise

connexion. Bien qu'ils ne soient pas destinés à remplacer les leçons, ils peuvent être utilisés comme un outil complémentaire aux leçons qui aide à renforcer ce qui est enseigné dans la leçon. Ces tutoriels peuvent être personnalisés pour un étudiant en particulier ou s'adresser à une communauté plus large d'étudiants ayant des questions et des problèmes d'ordre général.

En fonction de l'objectif du didacticiel, différents processus peuvent être utilisés :

- Démonstration de certaines techniques ou de concepts spécifiques
- Démonstration pour aider à l'apprentissage d'un morceau ou d'un passage
- Aide à l'assemblage d'une œuvre avec un autre instrument

Parmi les applications qui fonctionnent le mieux pour les tutoriels, citons les applications d'enregistrement vidéo et audio sur l'iPhone et l'ordinateur, YouTube et des logiciels tels qu'iMovie et d'autres applications de montage vidéo.

APPS ET OUTILS

Il existe de nombreuses plateformes qui peuvent être utilisées pour les échanges susmentionnés et qui ne cessent de se développer. Cette section décrit plusieurs des applications les plus populaires, notamment FaceTime, Google Meet, Skype, WhatsApp et Zoom. Les applications décrites sont celles qui semblent actuellement les plus populaires pour l'apprentissage de la musique en ligne, selon les enseignants interrogés dans le cadre de cette recherche.

Zoom

Caractéristiques : Possibilité d'utiliser le "son original", ce qui permet aux enseignants et aux étudiants d'écouter avec un son plus réaliste.

Partage d'écran - cette fonction facilite non seulement l'échange de documents, mais permet également à l'enseignant et aux étudiants d'écrire et de prendre des notes sur les documents. Cette fonction permet également aux deux parties de partager des clips audio et vidéo. C'est un moyen facile de montrer des exemples musicaux pendant un cours.

Tableau blanc - cette fonction permet aux enseignants d'écrire et de dessiner facilement sur l'écran afin de donner des exemples visuels de ce qui est enseigné.

Google Drive

Cette plateforme est un excellent outil de partage de documents pour les enseignants et les étudiants. On peut facilement organiser tous les fichiers (vidéos, photos, documents) dans différents dossiers, en utilisant autant de sous-catégories que nécessaire, afin de rendre l'utilisation claire et simple.

Powerpoint

Les musiciens peuvent organiser des conférences musicales et des cours à l'aide du logiciel PowerPoint : il est possible de placer des vidéos musicales sur les diapositives, des photos d'instruments et d'artistes, des explications et des exercices.

Turboscan

Cette application facilite la numérisation des documents. Elle est très simple à utiliser et simplifie le processus de numérisation des livres, des partitions, etc.

Caractéristiques :

- Facile à recadrer
- Facile à convertir en fichier PDF
- Facile à envoyer en tant que pièce jointe, que ce soit par airdrop, par e-mail ou par des applications de messagerie.

Application Genius Scan

Cette application permet de numériser des documents à partir de l'appareil photo d'un téléphone ou d'une tablette

Dropbox

Service utile pour le stockage et le transfert de fichiers vers d'autres personnes ou appareils. Gratuit jusqu'à 2 Go de stockage et de transfert. Il s'agit également d'une application utile pour partager des documents tels que des partitions, des enregistrements et des documents de planification.

WeTransfer/Collect

Service utile pour le stockage et le transfert de fichiers vers d'autres personnes ou appareils. Gratuit jusqu'à 2 Go de transfert

Pages/Word

Il s'agit de traitements de texte de base qui permettent aux enseignants de créer leurs propres documents, photocopiés et exercices pour leurs élèves. Ceci est particulièrement utile dans les classes personnalisées, où chaque élève a des processus d'apprentissage différents. Ces traitements de texte permettent à leurs utilisateurs d'insérer des figures et des photos, de créer des graphiques, de mettre en évidence des informations importantes, etc. Il est également facile de transformer ces fichiers en PDF, ce qui permet de conserver le même format pour les étudiants utilisant différents types d'ordinateurs.

Téléphone Appareil photo

Les appareils photo des téléphones portables sont utiles pour enregistrer des vidéos didactiques pour les étudiants. Il n'est pas nécessaire d'avoir du matériel coûteux pour créer une vidéo fonctionnelle. Il est plus important d'avoir un éclairage adéquat, de maintenir une distance suffisante par rapport à la caméra et d'utiliser des angles appropriés afin de capturer les meilleures images pour que les étudiants aient une démonstration claire du résultat souhaité. Laisser un moment de silence avant et après la démonstration est utile au moment du montage de la vidéo.

Applications de retouche photo/vidéo (telles que Photos ou iMovie)

Il suffit d'utiliser une application de retouche photo pour éditer les vidéos réalisées avec le téléphone et les rendre utilisables par les élèves. Ces applications peuvent aider à couper les vidéos à la longueur souhaitée, à ajuster la qualité de l'éclairage et du son, etc.

Procreate

Il s'agit d'une application d'édition graphique qui peut être utilisée sur les iPads. Elle est très utile pour concevoir des exercices. Il est facile d'exporter le document et de le partager avec d'autres appareils.

Cleartune

Cette application est optimale pour travailler l'intonation. On peut facilement ajuster la hauteur et le tempérament.

Logic

Logic est un programme qui facilite la manipulation du son. Il peut être utilisé pour créer des pistes audio pour les élèves. Il est possible d'enregistrer directement dans le programme à l'aide de microphones ou d'importer des fichiers audio dans le programme. Logic permet aux utilisateurs d'ajuster la hauteur et l'intonation, le timbre, la vitesse, la longueur de la piste, et de superposer différents enregistrements, d'en créer des moins, de modifier les coupures, etc.

Pro Metronome

Cette application est très pratique pour enseigner le rythme car elle offre de nombreuses fonctionnalités.. :

- Subdivisions
- Polyrythmes
- Fonction de tapotement qui permet de calculer le BPM

Pulse

Application de métronome qui permet aux utilisateurs de synchroniser en bluetooth leur métronome avec d'autres appareils équipés de la même application. Cela permet à tous les participants à une répétition d'entendre et d'avoir leur propre métronome.

Teoria - <https://www.teoria.com>

Il s'agit d'un site web qui aide les musiciens à pratiquer la reconnaissance des intervalles, des accords, des progressions d'accords, des dictées mélodiques et rythmiques, entre autres choses. Il s'agit d'un outil idéal pour que les élèves puissent mettre en pratique les compétences enseignées dans les cours de solfège et de formation de l'oreille. Cette plateforme calcule automatiquement la partition, ce qui est un moyen utile d'analyser les progrès de l'élève.

YouTube

Il s'agit d'une plateforme de partage d'enregistrements audio et vidéo. Il s'agit d'un excellent outil puisqu'il stocke toutes sortes de matériel, allant des vidéos didactiques/éducatives aux enregistrements historiques, en passant par les performances en direct des grands maîtres. Il s'agit également d'une excellente plateforme pour les enseignants, qui peuvent y télécharger leur propre matériel à partager avec leurs élèves. Cette plateforme est également facile à partager puisqu'elle ne nécessite pas d'abonnement pour voir le matériel. Les vidéos permettent également de voir les aspects techniques utilisés par les musiciens lors de leurs prestations, en particulier les coups d'archet et les doigtés. Il existe également de nombreux documentaires sur la musique ou les musiciens, des enregistrements de masterclasses en ligne et des leçons en ligne.

ForScore

Il s'agit d'une application polyvalente pour le stockage et l'édition de partitions. Elle comprend diverses options de préparation des partitions, y compris des sauts entre les pages. Il est facile de transférer les bibliothèques d'un appareil à l'autre. Nécessite un achat, mais les alternatives gratuites incluent IMSLP et Piascore.

Google

Google est une excellente source pour trouver des informations générales sur la musique concernant les compositeurs, les musiciens, les instruments (Wikipedia par exemple), la musique en ligne spécifique et les sites web sur l'histoire de la musique.

Jamulus

Il s'agit de l'une des nouvelles plateformes les plus innovantes permettant aux interprètes de jouer ensemble en même temps, presque sans délai. Les musiciens du monde entier peuvent ainsi travailler ensemble, quelle que soit la distance.

Grove Music Online et JSTOR

Ils constituent d'excellentes sources fiables pour les enseignants et les élèves qui souhaitent trouver des informations fondées sur la recherche dans n'importe quel domaine.

IMSLP

Énorme bibliothèque gratuite de partitions musicales qui permet aux utilisateurs de télécharger des partitions, de les éditer de façon simple et de les interpréter.

Enote : Intelligent Sheet Music

Toute nouvelle application qui vient de sortir de la phase de test bêta. Elle dispose d'une bibliothèque croissante de partitions qu'il est possible d'éditer entièrement, y compris la transposition et l'arrangement.

Henle Library

Cette application est proposée par les éditeurs de musique Henle. Elle est gratuite, mais les partitions sont payantes. Elle permet également aux utilisateurs d'acheter, d'éditer, d'imprimer et de partager des partitions publiées par Henle.

MuseScore

Application gratuite qui permet aux utilisateurs de créer, télécharger et partager leurs propres partitions.

PageFlip Firefly

Pédale fiable à double contrôle avec une variété de réglages et d'options. Elle est équipée de lumières pour faciliter l'utilisation pendant les représentations. C'est un instrument silencieux doté de connexions Bluetooth et USB. Il est alimenté par des piles.

Deezer/Spotify

Ces plateformes offrent de nombreuses versions d'enregistrement d'un même morceau de musique que les musiciens peuvent utiliser comme référence. Il est possible de comparer facilement les idées musicales des différents artistes pour un même morceau (tempi, styles, instrumentation, etc.). C'est aussi l'occasion de découvrir des compositeurs et des musiciens.

Doodle

Une application qui permet d'organiser les horaires des répétitions

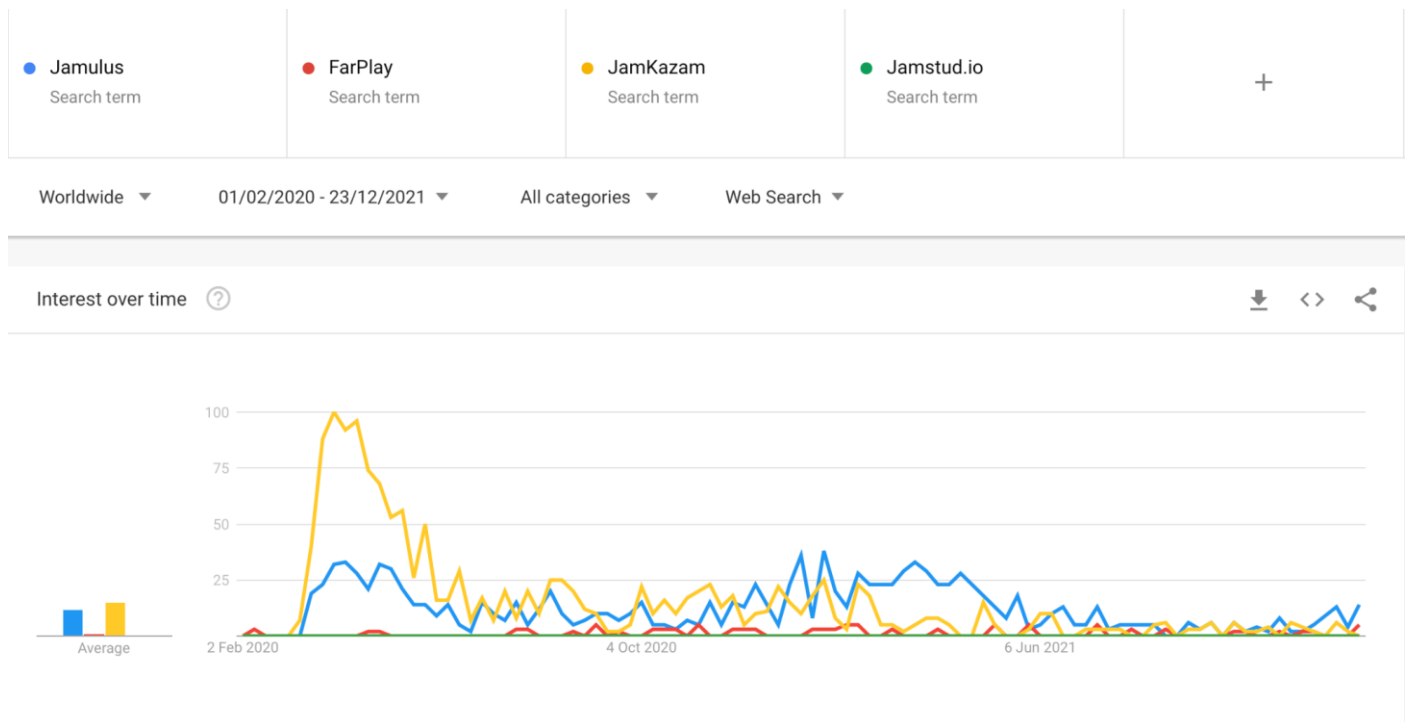
2.2 Quelles sont les applications disponibles en tant que sources ouvertes ?

Plusieurs sources ouvertes sont disponibles, telles que Jamulus, Jamkazam, FarPlay et Jamstud.io.

	Jamulus	JamKazam	FarPlay	Jamstud.io
Système de connexion	Serveur client	P2P ClientServer	P2P	P2P
Exigences et Conditions recommandées	Windows macOS 10.12 ou inférieur Linux, récemment disponible pour Android Ethernet Casque filaire Un dispositif audio raisonnable, une carte son et/ou un microphone	Mac OS X 10.8 ou supérieur, Windows 10 ou plus. Ethernet, Service Internet à large bande avec une bande passante ascendante de 1 Mbps pour les sessions en ligne en temps réel Interface audio externe	MacOS 10.13 ou supérieur, Windows 10 ou supérieur. Ethernet Casque filaire	MacOS 10.13+, Windows 10, Linux Une connexion internet stable et fiable interface audio supportant 44.1KHz ou 48KHz

2.3 Quelle est la tendance des applications pour les sessions de musique en ligne ?

Google Trends montre qu'après la pandémie, les activités musicales en ligne sont devenues très à la mode, et la transition de la popularité de chaque application.



2.4 Quel type de système de communication existe-t-il ?

Il existe deux grandes méthodes de communication. La première est le P2P et la seconde est appelée système client-serveur. J'aimerais expliquer ci-dessous leurs caractéristiques et leurs spécificités.

2.4.1 Service clientèle

Dans le modèle client-serveur, le serveur fonctionne comme un gestionnaire de données, et toutes les informations sont gérées par le serveur centralisé, ce qui présente certes l'inconvénient d'un serveur indisponible, mais a pour avantage une adresse claire des informations, ce qui réduit le risque de perte de données, et maintient un niveau de sécurité élevé.

2.4.2 P2P

P2P est l'abréviation de Peer-to-Peer, une technologie de communication et un logiciel qui permet à de nombreux clients (tels que des smartphones, des ordinateurs) de partager des données directement entre eux sans avoir besoin d'un serveur.

(Le terme "pair" désigne les terminaux qui partagent des informations sur un pied d'égalité. Un terminal connecté à un réseau est parfois appelé "nœud". Le réseau dans lequel les nœuds sont connectés les uns aux autres à l'aide de la technologie P2P est appelé réseau P2P).

La connexion P2P pure est le système P2P original. Il permet à chaque appareil d'être connecté directement l'un à l'autre et de partager des informations.

Le système HybridP2P est un serveur ajouté au réseau P2P. Cependant, les clients sont connectés directement les uns aux autres et les données des clients sont stockées sur le serveur.

Certains nœuds sont sélectionnés en raison de leur excellente capacité de traitement et de leurs lignes de connexion stables en tant que supernodes. Dans le cas du système HybridP2P, les données sont gérées par l'indexserver, alors que dans le système P2P Supernode, les supernodes sont responsables de la gestion des informations de données qui sont distribuées sur chaque nœud.

2.4.3 La situation actuelle des réseaux P2P

En raison de la compression de la bande passante des autres utilisateurs et pour des raisons de sécurité, de nombreuses universités, instituts de formation et entreprises interdisent l'utilisation des réseaux P2P sur le réseau de leur bâtiment. De même, certains fournisseurs d'accès à Internet modifient les restrictions de transfert et les limites de vitesse lorsqu'un utilisateur se sert d'une application P2P.

2.4.4 Avantages du système client-serveur

Gestion et sauvegarde centralisées sur le serveur. Le serveur contrôle l'accès, les ressources et l'intégrité des données afin d'éviter toute perturbation par des programmes ou des clients non autorisés sur le réseau. Le serveur est en mesure de contrôler toute l'accessibilité, ainsi que le droit d'accès de chaque nœud.

2.4.5 Avantages du système P2P

Les systèmes P2P permettent à tous les appareils de se connecter les uns aux autres sans passer par un serveur, les données et la charge étant réparties sur chaque appareil, le système P2P permet donc de gagner du temps pour partager les données.

2.4.6 Conclusions

Nous espérons que le texte ci-dessus vous donnera un aperçu de la technologie qui sous-tend l'application que nous utilisons, et que le fait de connaître les caractéristiques de ces systèmes nous donnera plus d'options, d'idées et de possibilités pour notre activité musicale en ligne. Vous pouvez utiliser un système client-serveur centralisé et sécurisé ou un système qui privilégie la vitesse sur un pied d'égalité, comme le système P2P. Il est très important, tant pour les enseignants que pour les élèves, de savoir comment les informations que nous traitons sont gérées, fournies et restreintes.

3. Comment utiliser l'apprentissage à distance

Dans cette section, nous examinerons comment utiliser l'apprentissage à distance dans les programmes de formation de l'opéra. Ici, les méthodologies didactiques basées sur l'utilisation des technologies numériques sont liées à l'exploration de contenus innovants et interdisciplinaires à intégrer dans les programmes de formation, y compris des exemples significatifs et des études de cas, choisis pour illustrer les différents aspects et mises en œuvre du modèle didactique développé dans le projet.

3.1 L'étude de cas "Orfeo" : répétitions à distance et mixtes et performances technologiques

Enregistrement multipiste

Cette méthode d'enregistrement s'inspire de plus d'un demi-siècle d'expérience dans l'industrie de la musique pop. Malheureusement, la musique classique se méfie souvent de l'innovation, ce qui exclut la possibilité d'expérimenter des techniques et des méthodologies novatrices dans ce secteur, même si elles ont déjà été expérimentées dans des répertoires contigus. C'est pourquoi l'expérience d'Orfeo a marqué une étape importante dans la proposition de la méthode de Virtual Stage et dans l'aspect spécifique de l'enregistrement.

L'enregistrement multipiste vous permet d'utiliser simultanément des échantillons de sons d'instruments historiques joués sur des claviers midi ou EWI et un instrument / une voix avec microphone. Cela vous permet d'avoir par exemple 3/4 pistes séparées qui peuvent cependant être jouées et enregistrées simultanément.

Il est nécessaire d'avoir le déclic pour les passages mensuraux avant le début de la pièce et aussi pendant toute la durée de l'exécution.

Il est conseillé d'enregistrer d'abord les instruments harmoniques et graves, puis les instruments mélodiques et aigus.

Cela vous permet également de sélectionner l'arrangement instrumental dans certains cas lors de la phase de post-production.

En cas de problèmes d'intonation, il est possible d'utiliser des outils tels que Melodine, tandis que pour le synchrone, il est possible d'aligner les différentes voix/instruments pendant la phase d'édition.

L'enregistrement multipiste est essentiel pour la réalisation de tutoriels et de playbacks partiels avec la flexibilité de pouvoir ajouter/exclure les voix souhaitées de temps en temps.

Relectures partielles

Ce mode s'inspire des concerts de musique pop et implique l'interaction entre des sections préenregistrées et des musiciens en direct. Pour *L'Orfeo*, des playbacks partiels ont été utilisés pour le chœur, les cornets, les trombones et les percussions. Le résultat est extrêmement immersif du point de vue sonore et permet au public, en particulier dans les salles en plein air, de percevoir et d'apprécier l'impact des masses chorales et orchestrales.

Pour l'interaction des musiciens en direct, deux modes ont été testés :

1. Directeur, chanteurs et instrumentistes tous avec des écouteurs et des clics seulement au début.
2. Seul le chef d'orchestre avec des écouteurs et des clics tout au long de la chanson.

***L'Orfeo*, une étape importante de Virtual Stage**

Dans la section précédente, nous avons discuté d'une expérience spécifique, la mise en scène de *L'Orfeo* de Claudio Monteverdi, afin d'illustrer l'utilisation d'une approche technologique dans le processus de formation finalisé à l'enregistrement d'un opéra. Dans ce contexte, l'enregistrement doit être compris comme un produit multimédia (à la fois audio et vidéo) qui sert des objectifs multiples : la sortie d'un cd, la publication sur Youtube, et la préparation de la représentation elle-même. Pour atteindre cet objectif, deux outils principaux ont été adoptés, à savoir les didacticiels et l'enregistrement multipiste.

Cette partie est strictement liée à la précédente, car elle se réfère à la même étude de cas, mais cette fois-ci l'accent est mis sur les répétitions et la représentation de l'opéra, qui a eu lieu à Florence en juin 2021. Notre rapport vise à mettre en évidence les différences entre une mise en scène traditionnelle de ce grand chef-d'œuvre et une version "virtuelle", qui a exigé un effort considérable de la part des musiciens "classiques" qui ne sont certainement pas habitués à utiliser des dispositifs technologiques dans leur pratique quotidienne. Outre les chanteurs et les instrumentistes, le spectacle comprenait également une compagnie de danse, une vidéo artistique projetée sur un grand écran et servant de toile de fond, ainsi qu'un acteur incarnant Dante Alighieri : la présence de ce dernier était motivée par l'affinité du grand poète avec Orphée,

car de nombreuses références explicites et implicites à cette figure mythologique peuvent être trouvées dans la *Divine Comédie*.

Malgré son caractère expérimental, la performance a été très satisfaisante : cependant, certains défauts sont apparus, et il est important d'envisager des solutions alternatives afin de rendre les futures expériences en direct de plus en plus agréables, à la fois pour les artistes et pour le public. Les difficultés rencontrées lors du concert seront brièvement évoquées à la fin de ce chapitre.

L'Orfeo est universellement reconnu comme un jalon dans l'histoire du drame musical, car il combine les éléments traditionnels de l'époque de la Renaissance avec le style vocal nouvellement établi, le "*recitar cantando*". Contrairement aux deux autres titres de Monteverdi qui nous sont parvenus, *Il ritorno di Ulisse in patria* et *L'incoronazione di Poppea*, qui ont été composés bien plus tard, *L'Orfeo* envisage une extraordinaire variété d'instruments de toutes sortes, dont le son distinctif est magistralement utilisé par l'auteur pour dépeindre les différents mondes représentés dans l'histoire. Pour les besoins de cette analyse, il convient de rappeler l'instrumentation et les personnages de l'opéra ; en fait, le premier concept qui sous-tend notre arrangement est **l'utilisation d'un orchestre plus petit pour l'exécution en direct, étant donné que de nombreux instruments ont été préenregistrés et que leur présence n'est que virtuelle**. Ci-dessous la liste selon la partition de Monteverdi de 1609 :

Tableau 1

RÔLES	INSTRUMENTS
La Musica (Prologo) Orfeo Euridice Coro di Ninfe e Pastori Speranza Caronte Coro di Spiriti infernali Proserpina Plutone Apollo Coro di Pastori per la moresca	2 clavecins 2 contrebasses 2 ensembles de cordes à cinq voix (<i>viola da braccio</i>), comprenant chacun deux violons, deux altos et un violoncelle 1 harpe double 2 chitarroni 2 organes 1 régal 3 basses de viole de gambe 4 trombones (sacqueboutes) 2 cornettos 3 trompettes 1 enregistreur

Comme nous l'avons déjà dit, l'orchestre utilisé pour le concert était bien plus petit que celui figurant dans le tableau ci-dessus. Comment les instruments manquants ont-ils été remplacés ? La réponse est : par l'utilisation d'**échantillons sonores**. Pendant les sessions d'enregistrement, chaque musicien impliqué dans le projet a été invité à jouer toute la gamme de ses instruments, note par note. Ce processus est également conforme à la philosophie de l'approche de Virtual Stage, car les sons ne proviennent pas de bibliothèques aléatoires sur le web, mais de vrais musiciens qui ont interagi virtuellement avec leurs collègues jouant en direct. Les sons obtenus - une fois prouvés fiables et acceptables en termes de qualité - ont été enregistrés, transférés vers un logiciel spécifique et ajustés en fonction de l'accord méantone à 440 Hz. Les échantillons peuvent maintenant être joués en utilisant l'équipement suivant :

- un instrument MIDI. Outre le clavier, un autre appareil a été choisi, l'EWI (Electronic Wind Instrument), un appareil capable de reproduire le son d'autres instruments par le biais d'une simple interface USB ;
- un ordinateur portable avec plusieurs ports USB ;
- un logiciel permettant aux interprètes de faire fonctionner des instruments échantillonnés. À cette fin, tous les musiciens censés jouer en présence devaient télécharger KONTAKT, la plate-forme hôte la plus utilisée, développée par NATIVE INSTRUMENTS ;
- une interface audio connectée à la fois à l'ordinateur et au clavier ;
- une paire d'écouteurs connectés au mélangeur central et aux haut-parleurs.

Le tableau montre la répartition des instruments lors de la performance en direct. Comme on peut le constater, seuls dix musiciens étaient physiquement présents lors du concert (le flûtiste à bec jouait également l'un des deux EWI), tandis que les dix autres pouvaient être virtuellement entendus par le biais des instruments MIDI. Pour les cordes restantes, qui sont exclues de cette liste, la lecture partielle a été utilisée.

Tableau 2

LES INSTRUMENTS ACOUSTIQUES	INSTRUMENTS MIDI	INSTRUMENTS ÉCHANTILLONNÉS JOUÉS PAR DES INSTRUMENTS MIDI
enregistreur 2 violons 2 chitarroni	2 EWI 4 claviers	trompette enregistreur cornetto

		<p>sacqueboute violoncelle contrebasse clavecin organe harpe royal</p>
--	--	--

Après ces précisions nécessaires sur la composition de l'orchestre, l'utilisation d'instruments échantillonnés et l'interaction entre les acteurs physiques et virtuels, nous allons maintenant présenter un compte-rendu détaillé des répétitions et de la représentation.

Répétitions

Les répétitions, qui ont duré une semaine, se sont déroulées dans un grand espace intérieur et ont impliqué tous les artistes présents : instrumentistes, chanteurs, danseurs et un acteur. En plus d'eux, un projet technologique comme celui-ci a nécessité une équipe de techniciens professionnels qualifiés - principalement des ingénieurs du son et de la vidéo - chargés de diverses tâches. Plus précisément, ils devaient 1) vérifier que tous les logiciels étaient correctement installés sur chaque ordinateur portable ; 2) s'assurer que tous les instruments MIDI étaient correctement connectés ; 3) régler le volume de tous les microphones et écouteurs individuels ; 4) lancer et arrêter les playbacks ; 5) faire défiler la vidéo sur l'écran.

Dans ce type de performance, le défi le plus difficile à relever est de jouer et de chanter en même temps que la base. Pour atteindre cet objectif, l'expédient le plus évident est l'introduction d'un son de clic pour marquer le début du morceau et assurer la synchronisation. Les musiciens s'étaient déjà familiarisés avec cette méthode lors des sessions d'enregistrement individuelles, puisque chacun d'entre eux était censé jouer sa propre partie après quelqu'un d'autre. La différence fondamentale est que, alors que l'enregistrement permet d'arrêter et de répéter de nombreuses fois, jusqu'à ce que le résultat soit parfaitement acceptable, les répétitions obligent les interprètes à enchaîner un morceau à l'autre, sans interruption. Pour cette raison, un membre de l'équipe technique capable de lire la partition musicale est chargé d'une tâche très délicate, à savoir indiquer aux ingénieurs du son le moment exact où le clic doit commencer : ni trop tôt, sinon l'écho de la note finale étouffe le clic, ni trop tard, ce qui entraînerait une rupture inutile entre deux sections. Toute imprécision minimale peut être dangereuse et altérer le déroulement naturel de la musique.

Outre le synchronisme, la deuxième grande difficulté pour les musiciens qui n'ont jamais joué avec des écouteurs et des microphones est la régulation des volumes. D'une part, il est essentiel d'entendre le clic et le playback tout au long de la section ; d'autre part, la base ne doit pas être trop forte, car cela pourrait affecter négativement la production de son propre son. Cela peut être très frustrant pour les chanteurs, pour qui la perception de leur voix est la condition première et primordiale de l'acte de chanter et, par conséquent, d'une bonne interprétation.

La troisième difficulté liée à un modèle aussi innovant concerne les instruments MIDI et l'utilisation de KONTAKT. Avant et pendant chaque session, bien que les musiciens soient constamment soutenus par l'équipe technique, ils sont responsables d'une série d'opérations cruciales :

- vérifiez les réglages audio et MIDI de KONTAKT. Le canal MIDI sélectionné doit être le même pour tous les instruments chargés. Dans les options audio, le périphérique approprié (interface audio ou microphone intégré) doit être sélectionné ;
- la plate-forme permet le téléchargement simultané de deux ou plusieurs bibliothèques d'échantillons sonores : lors du passage d'un instrument à l'autre, il est nécessaire de couper le son des instruments qui ne sont pas joués !
- En dehors du volume général réglé par l'ingénieur du son via la table de mixage centrale, chaque musicien doit régler son propre volume sur KONTAKT.

A la lumière de cet exposé, il devrait être clair qu'une production musicale basée sur la technologie et une approche virtuelle - ou semi-virtuelle - pose de nouveaux défis à tous les artistes impliqués. Cependant, en ce qui concerne les chanteurs, les instruments MIDI sont chargés de diverses tâches supplémentaires qui requièrent non seulement de la concentration, mais aussi de la disponibilité et de la flexibilité.

Performance

Dans une représentation scénique virtuelle, un nombre limité de musiciens couvre tous les instruments de la partition. En ce qui concerne la présente étude de cas, la structure de l'orchestre est présentée dans le tableau 2.

Alors que les répétitions ont eu lieu à l'intérieur, la représentation s'est déroulée dans un endroit magnifique, en plein air. Il est évident que les ingénieurs du son doivent tenir compte des différences acoustiques lorsqu'ils placent les microphones et règlent les volumes.

Contrairement aux instruments, **tous les chanteurs jouant des rôles individuels étaient présents à la représentation**, mais seuls deux d'entre eux sont apparus sur scène, portant un micro serre-tête : La Musica dans le prologue et le protagoniste, Orfeo. Les autres se tenaient tout autour de la scène circulaire, vêtus de noir et invisibles pour le public, sauf lorsqu'ils devaient chanter. Les chœurs étaient chantés par tous les chanteurs avec le soutien d'une base préenregistrée.

L'orchestre était également positionné autour de la scène, et chaque musicien disposait de tout le matériel nécessaire : microphone, casque (pour tous) ; ordinateur portable et interface audio (uniquement pour les instruments MIDI). Dans les coulisses se trouvait la station de travail à partir de laquelle l'équipe technique pouvait contrôler toutes les opérations décrites dans le paragraphe précédent.

Bien que cela puisse sembler superflu, il convient de noter quelque chose concernant les playbacks. Tout d'abord, pendant la section de lecture, les instruments en direct ne sont pas inactifs - il serait terrible de voir un orchestre ou un ensemble rester immobile pendant que de la musique enregistrée est jouée ! Au contraire, la musique en direct doit se superposer à la base afin de créer un effet de "tutti" extrêmement puissant et de préserver l'une des principales caractéristiques de la musique ancienne, à savoir la spontanéité de l'expression et l'improvisation. Par conséquent, cette méthode ne peut être appliquée qu'à certaines parties de l'opéra, où la stabilité rythmique permet une interaction raisonnablement sûre, sans risque d'asynchronisme. Quelles sont ces parties ? En ce qui concerne *Orfeo*, il s'agit de la *toccata* initiale, de tous les chœurs et sinfonias et de la *moresca* finale. Pour toutes les autres parties, à savoir les récitatifs, les duos et les trios, le playback n'est pas applicable, car il serait tout à fait anormal que les chanteurs soient liés à une version immuable, alors qu'ils ont besoin d'un accompagnement qui respecte la respiration et la liberté rythmique.

4. L'évaluation à distance des performances et des progrès d'apprentissage des étudiants

Tous les collaborateurs des chercheurs ont été répartis par familles d'instruments : cordes, vents, claviers, percussions. Au cours des deux dernières années, les étudiants en musique du monde entier ont dû modifier radicalement leur processus d'apprentissage à la suite de la pandémie de covidie. Pendant cette période, de nombreuses nouvelles plateformes ont été utilisées par les enseignants et les étudiants, avec des résultats variables. Cette section présente une vue d'ensemble de plusieurs des applications et plateformes les plus populaires, ainsi qu'un résumé des résultats de diverses méthodologies utilisées par les enseignants et les étudiants à travers l'Europe et le monde.

Les principales applications utilisées par la majorité des enseignants et des étudiants interrogés sont Microsoft Teams, Zoom, Moodle, Skype, Whatsapp, Jamulus, imslp, PowerPoint, YouTube et l'outil d'enregistrement vidéo de l'iPhone.

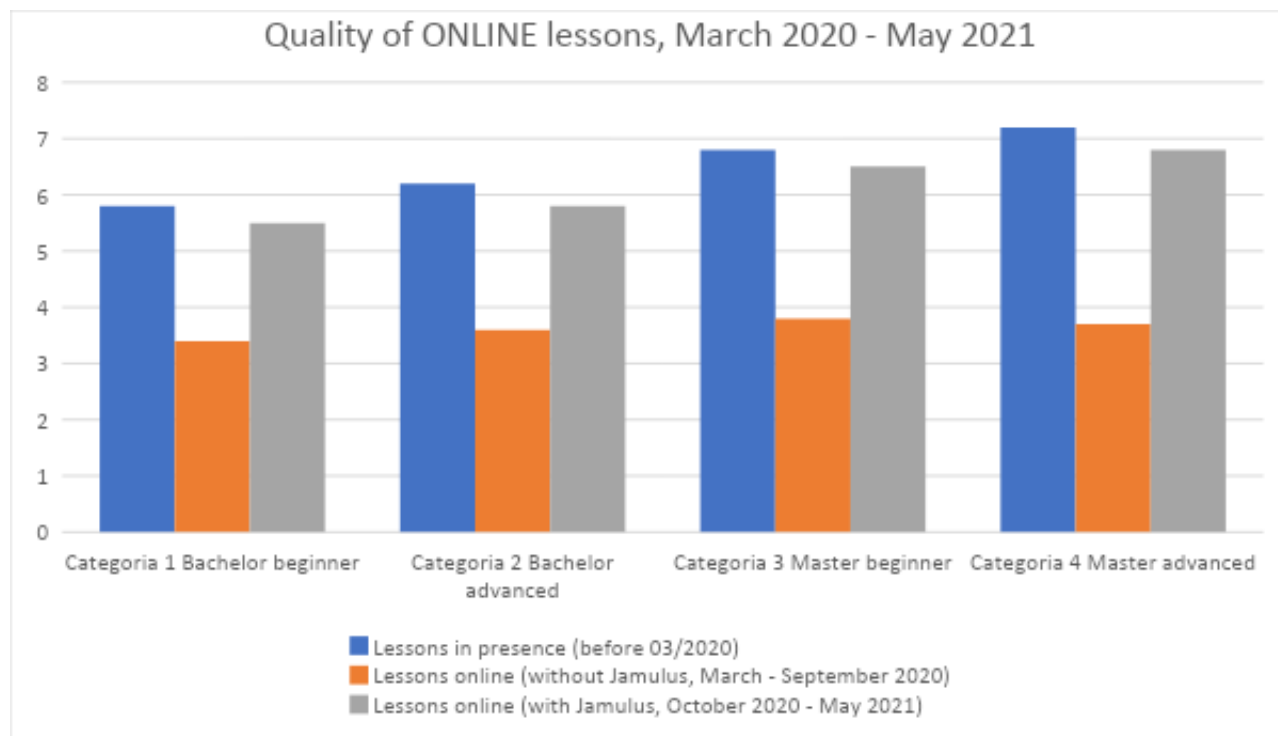
4.1 Expérimentation

La partie expérimentale de la performance musicale en réseau, contextualisée dans le projet Virtual Stage, a été réalisée dans deux environnements musicaux différents : l'environnement d'enseignement supérieur pré-professionnel (licence et master d'interprétation de chansons) et la formation professionnelle (formation d'ensembles musicaux constitués).

4.2 Formation pré-professionnelle en interprétation de chansons d'art

La partie expérimentale, du point de vue pédagogique, a été réalisée par Leonardo De Lisi, professeur d'interprétation de chansons d'art au Conservatoire Luigi Cherubini de Florence (Italie) pendant le confinement pandémique en Italie (mars 2020 - mai 2021). La quantité de données collectées n'est pas suffisante pour permettre une analyse statistique complète ; cependant, l'expérimentation fournit des lignes directrices et des tendances dans l'utilisation de

la performance musicale en réseau dans le contexte du projet Virtual Stage. Cette ligne directrice comprend une échelle holistique d'évaluation (pour les enseignants et les étudiants) de la qualité des leçons en ligne par rapport aux leçons en présence.



Enquête sur un groupe de 24 chanteurs de l'Art Song Interpretation "Musica Vocale da Camera" pendant le confinement pandémique (mars 2020-mai 2021).

Données : évaluation des résultats académiques (enseignant) et retour d'appréciation (étudiants) sur trois périodes précises

1. Avant le lockdown (avant mars 2020) : cours 100% en présence
2. Pendant le verrouillage national (mars à septembre 2020) sans utilisation de Jamulus : évaluation des leçons en ligne (100 % des leçons restantes prévues pour l'année académique 2019-20).
3. Après le verrouillage national (à partir de septembre 2020) avec l'utilisation de Jamulus : évaluation des leçons en ligne (50-60 % des leçons prévues pour l'année académique 2020-21).

Période d'enquête : 27 décembre 2021 - 22 janvier 2022

Définition du groupe d'enquête :

24 chanteurs de 4 niveaux académiques différents

1. Bachelor, débutants (1 /2^{stnd} année) : 7 étudiants
2. Bachelor, avancé (3rd année) : 5 étudiants
3. Maître, débutants (1st année) : 6 étudiants
4. Master, avancé (2nd année) : 6 étudiants

Échelle d'évaluation des résultats scolaires (enseignant)

- 0 - 1** **totalemnt négatif** (aucun résultat, parfois même une sorte de régression vers un niveau moins avancé de compétences professionnelles : PAS DE PASSE)
- 1 - 2** **très mauvais** (progression minimale, manque d'organisation et nombreux retards dans la préparation du travail demandé, nombreuses erreurs dans les tests d'évaluation, incapacité à passer au niveau suivant) : PAS DE PASSE)
- 2 - 3** **médiocre** (malgré une certaine progression, les élèves montrent un manque évident des compétences requises pour passer au niveau suivant : PAS DE PASSE)
- 3 - 4** **suffisant** (les élèves remplissent les conditions de base pour passer au niveau suivant, tout en montrant quelques difficultés et en commettant quelques erreurs : PASSÉ 18/30)
- 4 - 5** **bon** (réussite des tests d'évaluation avec de bons résultats et seulement quelques erreurs : 24/30)
- 5 - 6** **très bon** (très bonne exécution des tests d'évaluation, avec presque aucune erreur : 27 /30)
- 6 - 7** **excellent** (performance presque parfaite aux tests d'évaluation, pas d'erreurs et exécution exacte de toutes les tâches requises : 30/30)
- 7 - 8** **dépassant les attentes** (performance absolument parfaite des tests d'évaluation, apportant des contributions très personnelles et intéressantes de la part des étudiants : 30/30 cum laude)

Échelle d'évaluation du retour d'appréciation (étudiants)

- 0 - 1** **totalemnt négatif** (je n'ai pas l'impression d'avoir appris quoi que ce soit pendant les cours, j'ai même l'impression d'être devenu plus confus quant à mes capacités d'exécution, je suis stressé et préoccupé par le fait que je ne réussirai pas les tests d'évaluation)

- 1 - 2 très mauvais** (je n'ai fait que de très petits progrès pendant les cours, et j'ai encore beaucoup de doutes sur mes capacités d'interprétation et sur la façon d'améliorer mon chant, je suis un peu préoccupé et je ne réussirai pas les tests d'évaluation)
- 2 - 3 mauvais** (j'ai appris ce que l'on attendait de moi, mais je ne me sens pas capable de reproduire ces mêmes résultats par moi-même, j'ai besoin de répéter cette même leçon pour bien comprendre ce que l'enseignant me demande de faire, je suis sûr que j'ai besoin de beaucoup plus de leçons pour réussir les tests d'évaluation, je me sens plutôt préoccupé)
- 3 - 4 insuffisant** (j'ai l'impression d'avoir appris quelque chose et de pouvoir reproduire les mêmes résultats par moi-même, mais j'ai des doutes sur certains détails que je n'ai pas pu saisir pendant le cours, et je ne me souviens pas bien de certaines autres parties : pourtant, je me sens assez sûr de pouvoir réussir les tests d'évaluation parce que je peux compter sur mes compétences de base)
- 4 - 5 bon** (je me sens sûr de moi et positif par rapport à ce que j'ai appris aujourd'hui, je peux reproduire les mêmes résultats par moi-même et mes compétences en matière d'interprétation sont bien meilleures que celles de la semaine dernière : J'ai le sentiment d'avoir réussi mes tests et j'attends avec impatience mes prochaines leçons pour me sentir de plus en plus sûr de moi lors de mes prochaines prestations.)
- 5 - 6 très bien** (pendant le cours, j'ai pu faire quelque chose que je n'aurais pas pu faire seul, je me sens plein d'énergie positive et désireux de progresser : Je suis sûr que je vais réussir mes examens avec une bonne note ; je me réjouis vraiment de mes prochaines leçons et de mes prochains spectacles)
- 6 - 7 excellent** (je suis euphorique à propos de la leçon que je viens de suivre ; j'ai fait tout ce que mon professeur m'a demandé de faire et j'ai reçu un retour enthousiaste de sa part : par conséquent, je pense que mes compétences en matière d'interprétation ont tellement progressé au cours des derniers mois que je peux m'attendre à obtenir les meilleures notes lors des tests d'évaluation)
- 7 - 8 dépasser les attentes** (ce fut la meilleure leçon de ma vie ! Mon professeur m'a dit que j'avais atteint tous les objectifs prévus et que j'avais même progressé !)

Les étudiants ont été invités à évaluer la "qualité" de leurs cours pendant les trois périodes précises de cette étude, en se concentrant principalement sur leur sentiment d'"accomplissement" ou de "frustration" par rapport aux résultats obtenus. L'enseignant a rassemblé ses notes personnelles après les cours et les notes des différents tests d'évaluation effectués avant et pendant le confinement pandémique et les a mélangées à l'enquête des étudiants.

D'une manière générale, il apparaît clairement qu'avant l'utilisation intensive de Jamulus, les cours en ligne étaient souvent insatisfaisants ou tout juste suffisants par rapport aux bons ou très bons résultats précédents. Le problème le plus important était le temps de latence qui entraînait une réduction des compétences de l'enseignant et de l'élève. Dès que Jamulus est devenu un outil important dans les méthodes d'enseignement en ligne (avec l'amélioration d'autres compétences numériques, telles qu'une meilleure connexion Wi-Fi ou Internet, l'utilisation extensive du microphone et des haut-parleurs branchés), nous avons constaté un changement radical dans la qualité de la leçon et de bien meilleurs résultats dans les tests d'évaluation. Nous pouvons souligner que la réaction des étudiants les plus avancés aux nouveaux outils reflète la meilleure situation de la période pré-pandémique, confirmant ainsi que la qualité des cours en ligne est revenue à une situation presque normale, sur une tendance similaire à celle des cours en présence. D'autre part, la dégradation de la qualité et des résultats des cours en ligne pendant le blocage de la pandémie (sans l'amélioration des outils numériques et la découverte de l'application Jamulus) montre clairement des résultats presque égaux dans les quatre groupes. Alors qu'avant la pandémie, le niveau général se situait entre 5-6 (bon) et 7-8 (dépassant les attentes), ces six mois de blocage national strict (100 % de cours en ligne) ont entraîné une chute spectaculaire des résultats généraux au niveau 3-4 (suffisant) : les cours et les tests d'évaluation se sont révélés "juste" suffisants, annulant en quelque sorte la possibilité d'excellence, même chez les élèves les plus avancés. Dès que Jamulus a été mis en place, l'utilisation générale et la possibilité de mélanger les cours en ligne avec d'autres en présence (40-50%), la qualité du travail académique est revenue à une situation pré-pandémique.

4.3 Classes non performantes

Pour les cours magistraux, Zoom et Microsoft Teams sont les applications les plus utilisées. Certains enseignants ont utilisé PowerPoint et ont donné des cours magistraux traditionnels avec des diapositives, tout en incorporant généralement des liens vers des exemples sonores provenant de sources telles que Spotify ou YouTube. Certains enseignants ont également utilisé plusieurs supports dans le cadre d'un cours, par exemple en combinant un cours PowerPoint avec des mini-classes de maître, réalisées à l'aide de vidéos préenregistrées. Dans le format du cours magistral, il y a encore de la place pour l'interaction en ligne et les enseignants peuvent aménager des salles de réunion pour permettre à de petits groupes d'étudiants de travailler ensemble.

Dans Zoom et Microsoft Teams, les éducateurs peuvent partager des diapositives audio et vidéo de l'ordinateur "principal" avec les personnes qui suivent depuis leur propre ordinateur. Il est également possible pour les étudiants de partager leurs écrans afin que leur travail puisse être vu par l'ensemble de la classe.

Un autre aspect utile de Microsoft Teams et de Google Classroom est qu'il est possible de partager des devoirs, des informations supplémentaires, des enregistrements, des notes et même de discuter lorsque les étudiants posent des questions. Les étudiants ont également la possibilité de télécharger leurs devoirs et de suivre leur travail et leurs évaluations.

Pour ces types de cours magistraux en ligne, le niveau d'engagement des étudiants était élevé, bien qu'il soit parfois difficile de connaître leurs réactions, en particulier lors de la présentation d'exposés PowerPoint, et qu'ils éteignent souvent leur appareil photo. Il a également été difficile de trouver un bon timing pour éviter que l'un ne parle au-dessus de l'autre. La taille des groupes variait considérablement, de 2 à 50 personnes, et la taille des classes a eu un impact sur les évaluations globales des étudiants.

4.4 Leçons individuelles

De nombreux enseignants interrogés dans le cadre de cette étude n'avaient pas l'habitude d'enseigner des leçons individuelles en ligne avant 2020. Au début de la pandémie, diverses applications ont été utilisées, telles que Zoom, Skype, FaceTime et Google Meet. Les premiers problèmes qui se sont posés ont été ceux de la caméra et de la vitesse du son. À certains moments, un étudiant jouait et donnait l'impression de se précipiter ou de ralentir, mais c'était la vitesse de l'internet qui affectait la performance, et non le joueur. Les microphones ont également fait la différence, car de nombreux étudiants utilisaient des microphones de téléphone ou d'ordinateur et la qualité dépendait de l'équipement utilisé.

De nombreuses personnes ont utilisé FaceTime ou Skype pendant un certain temps, mais plusieurs problèmes se sont posés. L'un d'entre eux concernait la qualité du son des cours. Souvent, le volume changeait au cours d'une leçon, et il était parfois difficile pour l'étudiant d'entendre une démonstration faite par le professeur lui-même. Lorsque les leçons étaient en direct, les enregistrements s'accéléraient ou ralentissaient brusquement et il était difficile de déterminer si cela était dû à la lenteur de la connexion ou au lecteur. Il était également presque impossible de s'exercer à l'accordage ou à la dynamique parce qu'il était difficile de jouer d'un bourdon ou d'un clavecin. La plupart du temps, la vidéo et le son n'ont pas la même latence, il est donc difficile de suivre les problèmes techniques des élèves. Une autre observation intéressante est qu'il n'est pas aussi facile de se concentrer pendant une longue période de temps, de sorte que de nombreux enseignants ont opté pour des leçons plus fréquentes et plus courtes d'environ 30 minutes. Il était également courant de travailler sur de plus petites sections à la fois, car les élèves n'entendaient pas bien si l'enseignant les interrompait pendant qu'ils jouaient.

Pour cette raison, de nombreux enseignants ont décidé de demander une combinaison de matériel vidéo préenregistré et en direct, afin de disposer de deux versions et la plupart des enseignants interrogés ont opté pour Zoom. Il existe également un paramètre qui a aidé de nombreux enseignants : le paramètre "Annulation du bruit", qui se trouve dans "Paramètres", "Audio et vidéo". Sur Zoom (et sur plusieurs autres plates-formes), ce paramètre peut être ajusté de manière à créer le résultat le meilleur et le plus efficace.

Le positionnement de la caméra lors de l'enseignement ou de la démonstration d'exemples en termes de qualité du toucher sur le clavier, ou d'archet sur un instrument à cordes, de dynamique, de gestes et de mouvements du corps continue à poser problème, mais chaque enseignant a trouvé diverses solutions en utilisant une combinaison d'outils synchrones et asynchrones.

Les élèves ont également été interrogés et beaucoup d'entre eux se sont heurtés à des problèmes similaires. Beaucoup d'entre eux ont acheté de nouveaux microphones et se sont efforcés de placer la caméra de manière à montrer au mieux leur position et à voir leurs professeurs. Par exemple, un étudiant a essayé de conserver une bonne qualité sonore en utilisant la caméra frontale de l'ordinateur portable - placée juste devant lui, afin de pouvoir également voir l'enseignant sur l'écran - et en connectant un microphone externe à l'ordinateur. En utilisant le paramètre "Noise cancellation", la qualité du son était plutôt acceptable et propre.

Il n'a pas été facile pour les élèves de s'habituer à cette nouvelle méthode de cours individuels, surtout dans les premiers mois. Le principal problème réside dans l'impossibilité de travailler sur la qualité du son et les niveaux de dynamique. De plus, l'impossibilité de s'exposer au langage corporel de l'enseignant, qui est une composante essentielle du processus d'apprentissage, a été ressentie par beaucoup comme une source d'inspiration manquante.

Cependant, après plusieurs mois, le découragement initial a disparu, car les élèves ont réalisé qu'il était encore possible de travailler sur de nombreux aspects différents de la création musicale, tels que : l'interprétation et l'approche musicale générale de la pièce (personnages et affects, tempi, articulations), les choix techniques (doigtés, coups d'archet) et la posture corporelle.

Pour les élèves comme pour les enseignants, l'utilisation d'écouteurs a également été incorporée dans de nombreuses leçons. Cela a été utile à certains égards, mais de nombreux élèves ont eu du mal à jouer avec. La qualité de la technologie utilisée pour les cours a également joué un rôle important.

Un autre point intéressant à mentionner est la liberté que l'enseignement en ligne a donnée à certains étudiants. Dans les cours en face à face, les élèves peuvent avoir tendance à être timides et introvertis et la distance leur offre un bouclier. Ils se sentent moins intimidés par leurs camarades et leurs enseignants lorsqu'ils ont une barrière devant eux, ce qui a permis à certains

d'entre eux de s'exprimer avec plus de confiance et de jouer avec plus de liberté. Cela peut s'expliquer par le fait qu'ils se sentent moins menacés et que l'enseignant et les autres n'entendront que la qualité de la connexion et de l'équipement sonore dont ils disposent. Bien que ce fait ne semble pas important en soi, il ouvre une porte à l'élève pour qu'il cesse de craindre les erreurs et passe à l'acte.

4.5 Musique de chambre

Bien qu'il y ait eu de nombreuses avancées technologiques pour le jeu simultané en ligne, il est encore assez inhabituel d'enseigner la musique de chambre ou l'orchestre en ligne. Cette section aborde plusieurs méthodologies et approches issues d'entretiens avec des professeurs de musique.

La façon la plus simple d'enseigner la musique de chambre était de réunir les musiciens dans la même pièce et d'éloigner le professeur. Avec de très bons microphones, il est possible de travailler le style, les tempi, le phrasé, ce qui est plus difficile pour la dynamique et l'accord et très difficile de pratiquer les détails en raison de la faible qualité du son. Il est difficile de s'interrompre au milieu d'une phrase, c'est pourquoi il était utile de travailler sur de petites sections à la fois. Cette méthode fonctionne bien car les élèves n'ont pas à s'inquiéter de ne pas s'entendre les uns les autres.

Une autre application consiste à faire jouer simultanément des personnes se trouvant à différents endroits sur des plateformes telles que Jamulus (ordinateur) pour des répétitions à distance. La technologie doit encore être développée en raison de la latence et des différents niveaux de connexion. Par exemple, il est beaucoup plus difficile de :

- anticiper : plus la musique dure, plus les musiciens ralentissent et jouent faux
- suivre le conducteur sur l'ordinateur (également à cause de la fenêtre trop petite de l'ordinateur) ;
- de jouer juste (aussi parce que les sons électriques de l'ordinateur sont trop pauvres en harmoniques : pas assez d'harmoniques signifie qu'il est impossible de construire des accords communs corrects et justes) ;
- suivre des musiciens sur des ordinateurs et des personnes présentes dans la même pièce au même moment.
- sentir le style, la dynamique...

Les musiciens participant au projet Virtual Stage ont déjà une certaine expérience de la collaboration en ligne pour jouer le chef-d'œuvre de Monteverdi, *L'Orfeo*. Le projet prévoyait à

la fois l'enregistrement complet et la mise en scène de l'opéra. Les musiciens ont répété en combinant l'utilisation de didacticiels, de playbacks partiels et d'instruments MIDI capables de reproduire des échantillons sonores.

Au cours des derniers mois, ce projet a également commencé à utiliser Jamulus pour des répétitions en ligne, avec des musiciens jouant simultanément avec d'autres musiciens basés en France, aux Pays-Bas et en République tchèque.

Une dernière méthode abordée par les enseignants consistait à incorporer la technique des "micros en sourdine". Cette technique fonctionne comme suit :

Tous les microphones sont en sourdine. L'ensemble décide quel musicien allumera son micro. Le musicien choisi joue sa propre partie pour que les autres puissent l'entendre et s'y fier. Les musiciens dont les micros sont en sourdine ne peuvent pas s'entendre les uns les autres, mais ils peuvent se voir pendant qu'ils jouent.

Tout musicien finit un jour ou l'autre par être critiqué.

Cette procédure permet au "musicien choisi" de se préparer au maximum. Tous les autres l'écoutent et comptent sur lui. Ce musicien peut même être plus conscient de ses mouvements physiques pendant qu'il joue.

Les autres musiciens trouvent un moyen de jouer leur propre partie individuelle en s'appuyant parfois sur une référence inhabituelle pour eux. Cela leur permet d'avoir une meilleure vision auditive et visuelle de l'ensemble de la musique.

En conclusion, les progrès de l'apprentissage de la musique en ligne ont été incroyables au cours des deux dernières années et, même sans la pandémie de corona, les cours en ligne sont là pour durer. Bien que les leçons et les répétitions en direct soient préférables selon la plupart des professeurs et des étudiants, il est possible d'accomplir un travail remarquable en utilisant des plateformes en ligne et la technologie continuera certainement à s'améliorer dans les années à venir.

5. Interaction avec d'autres acteurs du secteur, tant au niveau de la formation que de la production, dans le cadre de parcours de formation en ligne pour l'opéra.

Les voyages devenant de plus en plus compliqués et coûteux, et contribuant fortement au changement climatique, trouver des moyens de travailler en ligne pour une production d'opéra pourrait révolutionner le monde de la musique dans les années à venir. La création d'une méthodologie en ligne pour la préparation d'un opéra présente plusieurs avantages, notamment la réduction des coûts, la possibilité pour des musiciens éloignés de travailler ensemble, une solution pour des moments comme Covid où les déplacements peuvent être limités, et une meilleure protection de l'environnement. Les nouvelles technologies permettent de modifier l'approche des répétitions en ligne et ce document propose un plan hypothétique pour la production d'un opéra presque entièrement en ligne.

Il existe plusieurs types de productions possibles, notamment

1. Exécution entièrement en ligne - chaque musicien enregistre sa propre partie individuellement ou en petits groupes
2. Partiellement virtuel - certains musiciens jouent en direct et du matériel préenregistré est utilisé.
3. Spectacle entièrement en direct avec préparation en ligne

Cette partie abordera les solutions à chacun de ces types de performances et exposera également certaines difficultés ou considérations particulières pour chaque instrument.

5.1 Vue d'ensemble

Le processus de préparation d'un opéra implique de nombreuses personnes et plusieurs étapes précises qui doivent être respectées :

1. Le chef d'orchestre prépare la partition
2. Le chef d'orchestre travaille avec les chanteurs (voir Output 2)
3. Participation des joueurs de continuo aux répétitions
 - a. Les joueurs de continuo rencontrent le chef d'orchestre en ligne et étudient la partition.
 - b. Les joueurs de continuo enregistrent pour les chanteurs des récits et des arias.
 - c. Les joueurs de continuo travaillent individuellement avec les chanteurs et le chef d'orchestre.
 - d. Répétitions de Jamulus avec les chanteurs en groupes et le chef d'orchestre
 - e. Répétition avec la chorale (si nécessaire)
4. Premier violon
 - a. Conforme au conducteur
 - b. Préparer les parties de cordes
 - c. Coordonne avec les autres chefs de pupitre et le continuo
5. Vents/basse/percussion
 - a. Les voix basses travaillent avec l'équipe du continuo (à l'aide d'enregistrements).
 - b. Enregistrements séparés des parties solistes des instruments à vent que les autres instrumentistes à vent peuvent utiliser (parties obligées).
 - c. Les voix supérieures travaillent avec les cordes (arias de hautbois/violon, etc.)
 - d. Travail des cuivres et des percussions avec partition, continuo préenregistré ou parties de cordes.

Le nombre d'heures consacrées à la préparation de l'opéra pour chaque individu varie en fonction de la responsabilité et de l'instrumentation. Dans le schéma proposé, les heures se répartissent en moyenne comme suit :

Chefs d'orchestre : au moins 100 heures pour préparer la partition et travailler avec tous les chanteurs et instrumentistes.

- Premier violon : 10 à 20 heures (préparation des coups d'archet, doigtés, rencontre avec le chef d'orchestre, répétitions en petits groupes, préparation des autres principes)
- Continuo : (clavecin pour commencer - 40 heures avec le chef d'orchestre, chanteurs en tête à tête)
- Ajout d'un violoncelle, d'un théorbe et d'un basson pour les récitatifs et les arias - un minimum de 10 heures par personne
- Tutti strings - Tutoriels des principes, apprentissage des parties, répétition minimale en ligne - 5-10 heures par personne
- Vents - Préparation personnelle, réunion en petits groupes, discussion du tempo, accordage - 5 heures par personne
- Cuivres - tempo, tempérament - 2 heures par personne
- Percussion - 2 heures par personne

Après cette préparation initiale, il faut compter au moins 3 jours de 8 heures par jour pour les répétitions. Pour les joueurs de continuo, le nombre d'heures de répétition est nettement plus élevé, en fonction du répertoire.

5.2 Violon/Cordes supérieures

Il existe plusieurs rôles au sein d'un orchestre pour les violonistes et pour un opéra virtuel. Dans cette section, les chercheurs décriront les différents postes et responsabilités d'un violon solo, d'un second violon ou d'un alto principal ou d'un joueur de cordes tutti.

Au début de la préparation de l'opéra, il est utile de travailler avec les 4 ou 5 chefs de section des cordes ainsi qu'avec les vents principaux, avant d'ajouter le reste de la section tutti pour les répétitions en ligne. La première étape consiste généralement en une réunion avec le chef d'orchestre et le violon solo pour discuter de la planification et de la direction musicale de l'opéra. Cette réunion peut se dérouler en ligne et permet de se faire une idée précise de la vision du chef d'orchestre ainsi que des coupures et des solos qui pourraient être ajoutés ou modifiés tout au long de la partition. S'il s'agit d'un opéra précoce, cette réunion peut également être planifiée avec l'équipe du continuo.

Après une première rencontre, le chef d'orchestre envoie au violon solo de l'orchestre d'opéra les parties de cordes ainsi qu'une partition complète afin qu'ils puissent écrire les archets et les doigtés, si nécessaire. Si des gestes musicaux doivent être communiqués, le chef d'orchestre doit également préparer la partition afin d'y faire figurer toute indication inhabituelle ou surprenante. Il est normal d'envoyer les partitions par pdf et il est possible d'éditer les partitions et de partager les notes avec de nombreuses applications pour ipad.

Le violon solo envoie ensuite les parties préparées aux acteurs principaux et aux tutti de l'opéra. Comme il est difficile de répéter en grand groupe, l'étape suivante consiste à enregistrer des vidéos ou à organiser des répétitions musicales en ligne avec les instrumentistes principaux ou le violon solo et l'équipe du continuo. Les instrumentistes du continuo peuvent également souhaiter organiser des réunions en ligne à ce moment-là. S'il est possible pour le quatuor ou le quintette de jouer ensemble, il serait utile de faire un enregistrement des parties ou du quatuor complet et de l'envoyer au reste des musiciens du tutti.

Selon que la représentation est en direct ou non, une répétition des tutti est nécessaire ou il est préférable de se rencontrer en personne le jour du concert ou la veille. Si chacun enregistre sa partie pour un opéra entièrement virtuel, il est important d'avoir des enregistrements clairs de chaque acteur principal et éventuellement un click track ou un enregistrement du chef d'orchestre qui peut être utilisé pour synchroniser la section. Si la représentation a lieu en direct, la quantité d'informations envoyées aux instrumentistes à cordes devrait suffire pour que tout le monde soit prêt pour une répétition générale.

Lors de la préparation virtuelle avec le violon, certains problèmes peuvent se poser : la qualité du son peut être médiocre et parfois présenter des distorsions. Il est important de disposer de bons microphones et d'un bon équipement d'enregistrement. La vitesse du son peut également s'accélérer et se ralentir. Par conséquent, si des répétitions en direct sont organisées à l'aide de logiciels, il est essentiel de disposer d'une connexion internet rapide.

La préparation d'un opéra, virtuellement assemblé, doit intégrer les aspects du jeu d'ensemble qui sont généralement laissés au processus de répétition en direct : travail sur l'intonation (individuel et pour l'ensemble) ; recherche d'un son commun à la section/l'ensemble ; conscience individuelle des lignes des autres.

En ce qui concerne la première question, outre la préparation personnelle sur les notes, le violon solo et les principaux de chaque section doivent indiquer aux autres instrumentistes à cordes tous les points qui nécessitent une attention particulière (lignes parallèles avec les chanteurs ou les instruments à vent ; sections unisono ou à distance d'une octave) et, dans le cas d'un opéra du répertoire de musique ancienne : quel tempérament sera utilisé et quelles précautions supplémentaires doivent être prises à cet égard ; comment accorder les intervalles distinctifs en fonction des affects nécessaires ; l'équilibre des différentes voix dans la construction d'un accord.

Des didacticiels vidéo ou des échantillons audio réalisés par les chefs d'orchestre et partagés avec les autres interprètes peuvent constituer une bonne méthode de formation (avec la section du continuo, s'il s'agit d'un opéra ancien).

En ce qui concerne la sonorité de la section/du groupe de cordes, le violon solo et les chefs d'orchestre prendront soin de préciser aux collègues quels sont les outils à utiliser pour réaliser l'interprétation musicale proposée au préalable par le chef d'orchestre. Les différents caractères,

affects et atmosphères du texte ou de la musique elle-même seront exécutés avec des articulations spécifiques ; timing des notes ; quantité d'archet ; type de son (plus/moins d'attaque ou de prise). Expliquer clairement à tous les musiciens comment phraser et jouer de l'archet dans chaque section/aria de l'opéra peut se faire, là encore, en partageant des tutoriels vidéo/audio.

La prise de conscience individuelle de ce qui est prévu dans la partition pour les autres voix et du rôle inhérent à la ligne personnelle en fonction des différents moments peut être facilement préparée, individuellement, en lisant la partition complète, en écoutant des enregistrements et en jouant éventuellement par-dessus. Dans le cas d'une pièce moins connue, d'une première mondiale ou d'une œuvre redécouverte, la préparation de tutoriels audio fera l'affaire.

5.3 Continuo

Un aspect important du groupe de continuo est l'instrumentation. En concert, cet aspect est généralement traité en commençant par un plan général (certains personnages ont leurs propres instruments, par exemple) et en expérimentant différentes combinaisons à partir de la base initiale. Il est difficile de faire cette même forme d'expérimentation à distance car cela implique de jouer de nombreux instruments différents ensemble pour des accords simples, ainsi que la difficulté de ne pas entendre l'espace ou la combinaison de certains timbres dans un espace. Ceci étant dit, il pourrait y avoir une manière très intéressante d'expérimenter l'instrumentation à distance. En partant de l'idée que le clavier sert de base au chanteur et que les autres instruments enregistrent par-dessus, il serait très facile d'entendre différentes combinaisons d'instruments en ajoutant ou en supprimant simplement des pistes dans un programme d'édition audio. À partir de là, le chef du groupe ou le chef d'orchestre pourrait demander des différences à chaque musicien et s'approcher du résultat final en termes d'instrumentation et de style.

Les claviéristes sont des personnages clés de l'opéra, car ils sont nécessaires non seulement dans l'orchestre, mais aussi et surtout dans les premières étapes de la préparation. Les accompagnateurs interviennent principalement dans la première phase, en se concentrant sur les aspects musicaux de l'opéra avec les chanteurs et les violoncellistes ; plus tard, ils peuvent éventuellement participer aux répétitions de direction.

La première approche de la partition peut se faire à distance et le coach vocal/accompagnateur peut être d'une grande aide pour le chef d'orchestre en partageant les tâches avec lui, tout en aidant le chef d'orchestre à avoir une analyse plus large de la partition. Dans un deuxième temps, la partition doit être partagée avec toutes les indications nécessaires et l'accompagnateur doit clarifier les questions musicales avec le violon solo et les chanteurs et, s'il est présent, avec le chef de chœur. Par la suite, l'accompagnateur peut enregistrer une base de l'ensemble de l'œuvre ou seulement des sections spécifiques - en particulier pour les chanteurs. Lors des

premières répétitions, l'accompagnateur est indispensable s'il s'agit de musique ancienne ; s'il s'agit d'opéra romantique ou contemporain, sa présence n'est pas toujours nécessaire. Dans ce dernier cas, il peut être utile au chef d'orchestre de préciser son idée musicale à chaque section de l'orchestre et aux chanteurs. Dans l'opéra baroque, il est non seulement un élément essentiel de l'orchestre, mais aussi celui qui dirige les récitatifs et peut être un médiateur entre les chanteurs et l'orchestre.

La première phase peut durer des semaines et être organisée entièrement en ligne. La deuxième phase commence le jour où la partition est partagée avec tout le monde et ne se termine que le dernier jour des répétitions : elle peut se dérouler à distance ou en personne, voire à parts égales. L'organisation de la troisième phase dépend de ce qui peut être arrangé pour le clavier et de ce qui doit être enregistré pour être utilisé par les solistes. À titre indicatif, on peut supposer que 85 % sont des pistes d'accompagnement préenregistrées. La quatrième phase peut même être mélangée (s'il y a trop de retard, le soliste et l'accompagnateur peuvent activer et désactiver alternativement les microphones), mais dans les derniers jours de répétition, l'interaction physique est indispensable.

Le rôle du violoncelliste continuiste est en constante évolution - tantôt plus accompagnateur, tantôt plus soliste, tantôt plus chambriste. Outre le travail normalement nécessaire pour préparer sa partie pour un opéra, le fait d'être impliqué dans une production qui est principalement montée virtuellement nécessite plusieurs étapes supplémentaires. L'un de ces points principaux est la préparation des numéros musicaux en communication (virtuelle) avec différents (sinon tous) membres de l'ensemble, tant instrumentaux que vocaux.

Après avoir reçu les partitions d'orchestre/de chant et les parties individuelles (lorsque les décisions finales et les arrangements ont été pris), l'une des premières étapes consisterait à prendre note des groupes de musiciens avec lesquels il est nécessaire d'être en contact pour chaque numéro musical. Par exemple, s'il y a plusieurs sections instrumentales, il conviendrait d'organiser une réunion (via Zoom ou une autre plateforme) avec le premier violon et les principaux chefs pour discuter des différents effets de chaque numéro musical, afin de se mettre d'accord sur les articulations et les coups d'archet.

Pour les arias et les récitatifs qui n'impliquent que le(s) chanteur(s) et le continuo, il serait également utile d'organiser une réunion (avec les autres membres du continuo, en particulier les claviéristes) afin de comprendre la vision du chanteur et les tempi et articulations souhaités pour les arias. Le chanteur peut faire une démonstration de sa partie pendant que le continuiste coupe le micro et joue avec la voix et vice versa. Jamulus pourrait également être un outil utile, si la latence entre les lieux est minimale. Ce type de travail pourrait aboutir à un échange d'enregistrements entre les chanteurs et les instrumentistes - le chanteur enregistre d'abord une version, les claviéristes enregistrent ensuite une piste basée sur ce qu'ils entendent (éventuellement en suivant la piste du chanteur avec des écouteurs), et enfin, le reste de l'équipe

du continuo peut s'entraîner et faire des enregistrements en utilisant la piste du claviériste et du chanteur comme base. Cela permettrait de faire la plus grande partie de la préparation à distance, ne nécessitant qu'une répétition minimale en présence pour établir le bon équilibre et le sentiment d'ensemble entre les musiciens.

Si l'équipe du continuo est composée de plus d'un violoncelliste, il serait utile que le principal prépare les parties pour le reste du groupe, en précisant les parties solo et tutti et, bien sûr, en incluant le jeu d'archet de base. Il serait également important de déterminer le temps qui sera consacré à chaque partie de l'opéra une fois que l'ensemble aura répété en présence. Cela donnerait également une idée du temps à consacrer à la préparation virtuelle du matériel.

Si l'ensemble de la production est réalisée virtuellement, ce qui implique que tous les musiciens enregistrent séparément, il va de soi que de nombreuses autres étapes et de nombreux outils seront nécessaires. Tout d'abord, il serait nécessaire d'avoir des microphones/appareils d'enregistrement appropriés et un espace calme pour effectuer l'enregistrement. Il serait utile de travailler avec un click track et (selon le nombre) un minimum de la partie du clavier et du(des) chanteur(s) comme base afin d'enregistrer une partie fiable pour le reste de l'ensemble. Cela se ferait, bien sûr, après la préparation initiale dont il a été question plus haut.

5.4 Instruments à vent

La flûte à bec et d'autres instruments à vent, tels que la flûte traversière, le hautbois et la trompette, sont fréquemment utilisés dans le répertoire de la musique ancienne. Si, dans la plupart des opéras de la fin du baroque, le compositeur a établi des parties spécifiques pour ces instruments, c'est rarement le cas dans la musique du XVIIe siècle, où l'absence d'indications claires laisse une plus grande liberté aux interprètes. Dans ce cas, c'est généralement le violon solo ou le chef d'orchestre qui décide si les instruments à vent doivent doubler les cordes, s'ils ont des solos ou s'ils doivent jouer avec les chanteurs dans une aria ou dans un chœur. C'est la première étape de la préparation, qui se concentre sur la partition. Aujourd'hui, il est courant de partager la partition en format pdf avec tous les musiciens de l'ensemble, afin qu'ils puissent choisir s'ils préfèrent conserver la partition complète ou extraire leurs propres parties à l'aide de l'un des logiciels disponibles.

Lors d'un concert traditionnel, le ou les flûtistes doivent tenir compte de plusieurs aspects lorsqu'ils jouent avec les cordes supérieures, en particulier l'accord et l'articulation. Étant donné que les instruments à vent ont tendance à s'élever après l'échauffement, alors que les cordes font l'inverse, il est extrêmement important de trouver un équilibre, faute de quoi l'ensemble risque de sonner faux. En ce qui concerne l'articulation, les deux types d'instruments ont souvent des approches complémentaires dans l'interprétation d'un même passage, ce qui n'est pas du

tout mauvais ou évitable, mais implique certainement une attention particulière de part et d'autre.

Lors d'une prestation musicale en réseau, ces questions peuvent être plus délicates que lors d'une session en direct. La qualité du son, la latence et la distance physique sont autant de facteurs qui peuvent avoir un impact sur le résultat final.

Lorsque des musiciens jouent de la musique dans un environnement normal, ils s'harmonisent et jouent ensemble en percevant le langage corporel, la tension corporelle, etc. de l'autre. Par exemple, il est très important que quelqu'un donne le signal de commencer à jouer. Selon l'angle de la caméra, il peut être difficile de détecter les mouvements du corps du musicien lorsqu'il tient l'instrument ; il peut donc être nécessaire de tenir compte de l'angle de la caméra.

Par exemple, dans le cas des instruments à vent jouant en ensemble, vous pouvez synchroniser vos notes en observant le mouvement des muscles du cou de votre collègue. Vous ne pouvez pas voir l'embouchure lorsqu'elle est placée dans la bouche, mais vous pouvez sentir quand un collègue va produire un son en observant les muscles de son cou.

Pour y parvenir lors d'une session en ligne sans compromettre la qualité de la performance de l'ensemble, il serait utile de demander à d'autres musiciens de placer leur caméra à un angle et à une distance qui vous permettent de voir ces détails pour le chronométrage.

S'il y a beaucoup d'instrumentistes à vent, il peut être utile de décider à l'avance qui sera le chef de section chargé de donner les signaux aux autres. Les réglages de la caméra peuvent alors être préparés à l'avance afin de gagner du temps lors des répétitions.

Il faut s'attendre à des problèmes de latence dus à la qualité de la connexion internet. Dans ce cas, il est difficile de déterminer visuellement le moment de la performance. En fait, il peut être plus efficace d'utiliser des indices auditifs pour le chronométrage, car les signaux sonores sont transmis à chaque appareil plus rapidement que les signaux visuels. En fin de compte, on peut choisir l'option la plus efficace. Il y a quelques points à garder à l'esprit lorsque l'on travaille dans le cadre de sessions en ligne.

Les répétitions en ligne exigent également une plus grande implication que dans les environnements de répétition traditionnels. En tant qu'instrumentiste à vent tutti, on ne peut pas compter sur les chefs lorsqu'on répète en ligne et on doit être plus autonome et motivé que passif. Un comportement passif en ligne peut gravement nuire à l'ensemble de la performance, car avec les technologies de communication actuelles, il est impossible d'être à l'abri de la latence. Un orchestre ou un ensemble sera bloqué si chaque joueur suit d'autres interprètes en ligne, car ils seront constamment en retard l'un par rapport à l'autre. Éviter de suivre d'autres musiciens peut vous mettre mal à l'aise, comme si vous ignoriez vos collègues. Le jeu d'ensemble en ligne exige davantage d'initiative et de responsabilité de la part de chaque musicien. Chaque musicien est responsable de chaque phrase, expression et section musicale, et doit s'assurer que

le tempo convenu est respecté. Cela contribuera grandement à la qualité musicale de l'orchestre dans son ensemble.

Un autre complément utile aux répétitions asynchrones consiste à mettre en place un système permettant aux musiciens de communiquer entre eux même s'ils ne se connaissent pas (par exemple un instrumentiste et un chanteur), tel qu'un site web communautaire comme <https://stackoverflow.com/>. Ces plateformes permettent aux musiciens de partager et d'approfondir leurs connaissances les uns avec les autres, tout en ayant la possibilité d'expérimenter ensemble.

En développant un tel système décentralisé, qui devrait devenir le courant dominant de la société future, nous devrions également nous concentrer davantage sur le développement d'une structure permettant aux étudiants de commencer à créer et à publier du contenu. De cette manière, les étudiants pourraient se spécialiser davantage et créer une entreprise professionnelle et éventuellement leur propre écosystème basé sur leur contenu.

5.5 Percussions

Dans le cas des instruments à percussion, presque toutes les préparations sont possibles à distance, bien que dans le cas spécifique de l'opéra, il sera presque impossible d'être en phase avec les chefs d'orchestre et les chanteurs si ce n'est pas "en direct" dans le même espace acoustique.

Une préparation très courante des percussionnistes consiste à jouer avec des enregistrements existants. Une variété de styles est recommandée pour essayer différentes manières d'interpréter avant d'avoir une approche personnelle. Lorsque les enregistrements ne sont pas disponibles, on se fie à la partition. Depuis peu, les PDF sont très pratiques.

Les instruments à percussion rejoignent normalement la dernière phase des répétitions. Mais s'il n'y a pas d'enregistrement et si la musique a été peu jouée, ces répétitions ne suffiront pas.

Les instruments numériques pourraient être utiles ici, en permettant au percussionniste d'avoir un accès anticipé aux répétitions grâce à la connexion à distance ou de répéter séparément, par exemple uniquement avec les bois.

En résumé, 90 % de la préparation peut se faire à distance, même si la partie la plus importante est sans doute les derniers 10 % en direct dans le même espace acoustique, où le percussionniste ressent l'orchestre, le chef d'orchestre, les chanteurs et, en fin de compte, la musique.

5.6 Chefs d'orchestre

Enregistrement des travaux dirigés sous la direction du chef d'orchestre

Au cours de la première phase, les enseignants réaliseront un enregistrement vidéo de chaque partie de la pièce, même dans leur propre bassin.

Grâce à la collaboration d'un technicien audio, les enregistrements seront restitués avec un son qualitativement adéquat et superposés à un fichier multipiste qui permettra d'exclure la partie que l'étudiant devra exécuter pour s'entraîner. Il sera possible de ralentir la vitesse pour permettre une phase d'étude initiale plus efficace pour les étudiants.

Pour faciliter le travail, par exemple dans les introductions instrumentales de pièces vocales ou dans le cas de longues pauses, un guide sonore à faible volume peut être créé.

En outre, d'autres solutions peuvent être développées afin de faciliter la pratique des étudiants dans les différentes situations rencontrées.

Fournir des tutoriels aux étudiants et les utiliser

Dans un deuxième temps, les élèves recevront les pistes enregistrées. Ils pourront ainsi s'exercer avec une plus grande conscience et approfondir l'étude de la pièce dans un style plus chambriste.

Le choix de faire un enregistrement vidéo (au lieu de l'enregistrement audio) permettra aux élèves d'observer pendant leur performance non seulement les respirations, les doigtés et les arcs, mais aussi de suivre plus facilement les pauses, les attaques et les mouvements du corps, qui les "guident" dans l'exécution de la pièce.

Il convient de souligner, dans une phase préparatoire, que les tutoriels peuvent également être utilisés comme un guide pour le travail personnel. Par conséquent, trois phases peuvent être identifiées :

1. Écouter et étudier la version du didacticiel avec sa partie unique pour l'assimiler correctement, voire s'entraîner en même temps.
2. Écouter et étudier la version complète du didacticiel avec toutes les parties, afin de l'assimiler dans son intégralité, même en s'exerçant en même temps.
3. Réaliser sa propre partie individuellement en utilisant la version du tutoriel qui l'exclut pour se rendre autonome
4. Réalisation par les étudiants de leur propre enregistrement et élaboration du produit final

Au cours de la troisième phase, les étudiants seront guidés par le chef d'orchestre, pendant l'année académique, pour produire leur propre enregistrement, qui remplacera la piste initialement préparée en tant que tutoriel par le chef d'orchestre.

Grâce également à la collaboration d'un technicien audio, les pistes seront traitées comme décrit ci-dessus.

Si, comme nous l'espérons tous, il est possible de revenir à des activités d'enseignement et à des examens en face à face, le produit audio-vidéo créé par les étudiants peut être considéré à toutes fins utiles comme un résultat du processus de formation qui intégrera les compétences musicales acquises. Cette expérience apportera une plus grande compétence dans la création de supports audio-vidéo, qui sont aujourd'hui de plus en plus importants dans notre secteur, notamment pour les jeunes en vue des auditions et des stages.

Si nécessaire, ces produits peuvent également constituer des éléments pour les évaluations finales des cours.

Équipements et coûts

La nature de cette expérimentation est de faciliter le processus de formation en ligne avec l'équipement dont les chefs d'orchestre et les étudiants disposent normalement, sans avoir à acquérir un équipement spécifique et à engager des frais. Cela suffira :

- casque audio ou écouteurs
- smartphone ou un autre appareil pour s'entraîner sur le fichier multipiste fourni.
- smartphone et un autre appareil en même temps (tablette, PC, etc.) pour pouvoir écouter et voir la piste de base et enregistrer simultanément la vidéo.

Dépôt et base de données

Le matériel créé peut être mis à disposition gratuitement sur un dépôt interactif tel que IO4 sur le type de IMSLP ou un canal youtube dédié, qui peut également être librement mis en œuvre par les chefs d'orchestre / professionnels d'autres conservatoires en Italie et à l'étranger.

Conclusions et perspectives

Les chefs d'orchestre intéressés pourront collaborer de la manière qu'ils jugeront la plus appropriée : ils pourront se mettre mutuellement à disposition pour l'enregistrement des tutoriels des parties vocales et instrumentales et pourront également utiliser cette méthodologie en tout ou en partie.

A l'avenir, si les dispositions restrictives le permettent, il serait souhaitable d'intégrer l'expérimentation décrite ci-dessus avec l'enregistrement en présence de supports audio-vidéo, afin de fournir également des modèles plus réels de l'exécution de la pièce, complémentaires au multipiste.

L'utilisation de ce système pourrait également être appliquée, à titre expérimental, à certaines propositions du projet d'institut.

Comme c'est le cas dans de nombreuses autres expériences de DaD, de séminaires et de conférences en ligne, cette méthodologie peut également être appliquée à la fois en mode alterné et en mode mixte. En mode alterné, une partie des cours en présence et une partie en ligne pourraient être réalisées, tandis qu'en mode mixte, une partie des étudiants en présence et une partie en ligne pourraient être prévues, en particulier dans le cas d'un personnel élargi.

Cette flexibilité pourrait donc permettre d'intégrer les leçons et les tests en présence, plutôt que de les remplacer, en apportant un soutien supplémentaire même lorsque l'enseignement peut enfin être dispensé en présence.

5.7 Considérations particulières

Si l'on tient compte de cette méthodologie de préparation d'opéra en ligne, plusieurs considérations particulières doivent être prises en compte. Dans certains cas, le travail en ligne peut être plus facile que les pratiques traditionnelles en direct. Par exemple, la préparation des partitions, les conversations entre les principes, les enregistrements pour les tutoriels peuvent tous fonctionner facilement en ligne.

Lorsque l'on travaille exclusivement en ligne, il est important de créer une base de données avec des enregistrements, des tutoriels, un forum de discussion, que tous les musiciens concernés peuvent utiliser. Si le site est trop exclusif et réservé aux principes, de nombreux musiciens risquent de ne pas s'impliquer. Une autre considération à prendre en compte est la qualité de la connexion internet, les microphones et les haut-parleurs/écouteurs sont incroyablement importants. Enfin, l'organisateur doit coordonner les applications, les lecteurs de partition, les éditions, etc. que tout le monde doit utiliser.

6. Technique

6.1 Bonnes pratiques pour un enregistrement et un partage du son simples et efficaces par connexion internet

Les méthodes d'enregistrement et de partage de l'audio via une connexion Internet nécessitent une clarification technique introductive de certains concepts clés relatifs aux outils nécessaires.

Un objectif certain et nécessaire est de comprendre comment une source sonore peut être techniquement capturée, et le résultat enregistré ou partagé d'une autre manière.

Pour ce faire, nous devons introduire le concept de transducteur.

Un transducteur est un dispositif qui convertit une grandeur physique en une autre. Dans notre cas, le transducteur est le microphone. À partir de ce dispositif, le signal est acheminé par un câble jusqu'à un dispositif appelé préamplificateur.

En effet, un microphone convertit une pression sonore appliquée sur une capsule en une tension.

Il existe plusieurs catégories de microphones, classées en fonction de leur mode de fonctionnement. Les principales catégories sont les microphones dynamiques, les microphones à condensateur et les microphones à ruban.

Chacune de ces catégories présente des caractéristiques spécifiques.

Les microphones dynamiques impliquent le mouvement d'une bobine mobile dans un aimant permanent, sous l'effet de la pression acoustique. Le mouvement de la bobine entraîne une variation de tension. Ces microphones, souvent utilisés en direct, sont très résistants, mais ont tendance à avoir des performances limitées aux hautes fréquences, et pas nécessairement une excellente sensibilité.

Les microphones à condensateur, en revanche, généralement beaucoup plus sensibles et avec une réponse en fréquence plus naturelle dans les aigus, reposent directement sur le fonctionnement du condensateur. La pression acoustique est convertie en tension grâce au mouvement d'une des plaques du condensateur lui-même. Ces microphones ont besoin d'une alimentation électrique pour fonctionner. Cette alimentation nécessaire pour charger le condensateur est souvent fournie sous la forme d'une alimentation fantôme, c'est-à-dire en envoyant 48 V par l'intermédiaire du même câble XLR que celui sur lequel le son est transporté. Les microphones à condensateur à lampe ont leur propre alimentation.

Les microphones à ruban sont analogues aux microphones dynamiques. En fait, il s'agit d'un ruban très fin suspendu à un aimant permanent. Ces microphones ont toujours eu tendance à nécessiter un préamplificateur élevé et sont extrêmement fragiles. Ils ne nécessitent pas d'alimentation fantôme (sauf indication contraire du fabricant). En effet, l'envoi de 48V au microphone lui-même est à éviter, sauf indication contraire, car cela compromettrait le microphone lui-même.

Les microphones sont également classés en fonction de leur directivité.

Il existe des microphones directionnels, bidirectionnels et omnidirectionnels.

Les microphones directionnels (cardioïde, subcardioïde, hypercardioïde, etc.) tendent à capter principalement le signal directement et frontalement introduit dans la capsule, et à rejeter le signal, de différentes manières et quantités, pour des positions autres que l'axe de la capsule elle-même.

Les microphones directionnels ont tendance à manifester un effet appelé proximité : en approchant la source sonore de la capsule, on observe une augmentation non naturelle du rendement des basses fréquences. Cet effet peut être compensé par l'égalisation si nécessaire, mais il peut également être utilisé à votre avantage si les basses fréquences doivent être accentuées.

Les microphones bidirectionnels, quant à eux, captent les signaux de l'avant et de l'arrière. Les microphones omnidirectionnels, à 360 °.

Le signal qui sort du microphone doit donc atteindre un appareil appelé préamplificateur, qui ne fait qu'augmenter l'amplitude du signal qu'il reçoit, c'est-à-dire sa tension. Pour ce faire, il agit sur une commande appelée gain.

Le préamplificateur fait partie d'un autre appareil utile à nos fins : l'interface audio.

Le signal capté par le microphone, préamplifié, est ensuite traité par l'interface audio elle-même. Ce traitement est appelé conversion.

Le signal est converti de continu en discret au moyen d'un convertisseur analogique-numérique.

Ce signal est mesuré un certain nombre de fois par seconde (fréquence d'échantillonnage). La mesure est ensuite approximée, dans une grille fictive, dans la gamme dynamique, au moyen de la profondeur de bits. Dans la pratique, la profondeur de bits est nécessaire pour représenter l'intensité sonore à un moment donné. Plus la profondeur de bits est grande, plus la plage dynamique représentée est importante. Une profondeur de 16 bits garantit 65535 niveaux de quantification (un bit est utilisé pour le signe), tandis qu'une profondeur de 24 bits permet plus de 16 millions de niveaux de quantification.

Quant à la fréquence d'échantillonnage, c'est-à-dire le nombre de mesures du signal en une seconde, elle est toujours le double théorique de la fréquence d'échantillonnage maximale. La valeur minimale couramment trouvée dans les appareils audio aujourd'hui est de 44100 Hz.

Une fois le signal converti, il peut être traité dans le logiciel.

Dans notre cas, le logiciel utilisé sera Digital Audio Workstations ou Jamulus.

Les stations de travail audio numériques sont des logiciels développés depuis le milieu des années 90 pour la gestion intégrée des données MIDI et audio.

Cette gestion s'effectue dans le cadre de projets. Chaque projet est composé d'unités appelées pistes.

Une piste est un conteneur d'événements audio ou MIDI. Au sein d'une piste, nous identifions ce que l'on appelle généralement une région, un événement ou un élément.

Une piste peut contenir une ou plusieurs régions. Dans certains logiciels, en plus des propriétés d'une piste, vous pouvez également avoir des propriétés spécifiques pour les éléments individuels qu'elle contient.

Il existe généralement trois types de pistes : les pistes audio, les pistes MIDI et les pistes d'instruments virtuels.

Les pistes audio sont des conteneurs de régions audio qui pointent vers un fichier stocké dans la mémoire de masse ; les pistes MIDI sont des conteneurs d'événements MIDI (messages) ; les pistes d'instruments virtuels sont des pistes avec des régions qui contiennent des événements MIDI, mais qui émettent un signal audio par l'intermédiaire d'un logiciel qui interprète ces événements.

Pour qu'une piste soit activée pour l'enregistrement, elle doit être armée.

La possibilité d'obtenir une réponse rapide lors de l'écoute du signal d'entrée, pendant la lecture et l'enregistrement, dépend d'un paramètre disponible dans la configuration de l'interface audio, au sein du logiciel, appelé taille de la mémoire tampon.

La taille de la mémoire tampon est une forme de mémoire tampon que le système utilise pour assurer un flux continu, sans interruptions, clics ou pops, de données de la source sonore vers le logiciel.

La taille de la mémoire tampon, généralement exprimée en échantillons, détermine nécessairement une latence, c'est-à-dire une forme de retard.

Pour enregistrer, ou en tout cas pour envoyer le signal au logiciel plus rapidement, vous devrez essayer de maintenir la taille de la mémoire tampon aussi petite que possible, que le système peut supporter.

En fait, la taille de la mémoire tampon dépend des performances globales de l'ordinateur.

Cependant, le temps de latence est également fonction de la fréquence d'échantillonnage. Pour une même taille de mémoire tampon, une fréquence d'échantillonnage plus élevée se traduira par un temps de latence total plus faible.

En ce qui concerne les événements audio, ils sont représentés dans une ligne de temps au moyen de pointeurs. Il est en effet possible de redimensionner une région pour délimiter la lecture du contenu audio disponible en format numérique, de manière non destructive.

Si vous utilisez des fichiers déjà disponibles sur la mémoire de masse, il suffit de les faire glisser dans la ligne de temps du projet.

En général, sauf indication contraire de l'utilisateur, la suppression d'une région n'entraîne pas la suppression du fichier vers lequel elle pointe.

Dans les DAW, le temps est représenté horizontalement et les conteneurs d'événements (pistes) verticalement.

Il est donc également possible de déplacer horizontalement des régions dans l'espace, afin d'obtenir un différentiel de reproduction dans le temps.

Les outils les plus fréquemment utilisés pour manipuler les régions sont la séparation (ciseaux) et le redimensionnement.

Les régions audio, lorsqu'elles sont réunies, nécessitent une opération appelée fondu enchaîné. Cette opération permet au signal de sortir de la région temporelle précédente et d'entrer dans la région temporelle suivante, afin d'éviter les clics ou les bruits parasites lors de la lecture.

En outre, le signal peut être manipulé à la sortie au moyen du mélangeur.

La table de mixage est un dispositif, dans notre cas virtuel, qui permet de régler le volume de chaque piste audio ou instrument virtuel, le positionnement dans le champ stéréo (panning), de gérer la somme des signaux (canal maître). La table de mixage permet également de gérer les dispositifs en cours d'insertion (par exemple : égaliseurs, compresseurs), ou de créer des départs vers des canaux auxiliaires (souvent utilisés pour gérer des effets tels que la réverbération ou le retard).

Parmi les dispositifs, que nous appellerons désormais plugins, qui peuvent être insérés dans la table de mixage, il y a aussi ListenTo - un logiciel qui, par le biais d'un service d'abonnement au streaming, permet de capturer la somme des signaux du canal maître et de l'envoyer par le biais de serveurs à des clients distants, équipés d'un récepteur, qui peut également être un navigateur web ou un canal DAW distant, toujours sous la forme d'un plugin.

Parallèlement, Jamulus est un autre type de logiciel qui peut être utilisé à nos fins, notamment en combinaison avec des logiciels d'enregistrement tels que Reaper.

Jamulus est une solution intégrée pour la création de serveurs et de clients permettant aux musiciens de collaborer et de jouer à distance.

Vous devez utiliser un microphone, une interface audio, une paire d'écouteurs et, de préférence, un câble de connexion stable.

Dans les paramètres de configuration, il est possible de spécifier non seulement l'entrée à partir de laquelle le signal à transmettre au serveur est reçu, mais aussi la taille de la mémoire tampon. Comme nous l'avons déjà vu, vous devrez essayer de maintenir la taille de la mémoire tampon aussi basse que possible. Il est nécessaire de faire quelques essais, afin de déterminer quelles sont pratiquement pour la session les plus petites valeurs de taille de tampon tolérées, pour la gestion de l'audio et pour une diffusion en continu correcte.

6.1.1 Equipement : Microphone, table d'harmonie, Digital Audio Workstation (DAW)

Nous recommandons d'utiliser à la fois une carte son et un microphone, en raison de la plus grande flexibilité et de l'évolutivité du processus d'apprentissage, tant pour les étudiants que pour l'institution/le formateur.

La carte son est également obligatoire pour tous ceux qui utilisent un clavier MIDI avec sortie midi (les claviers les plus récents utilisent l'USB pour le MIDI) ou tout autre instrument MIDI.

On peut distinguer trois niveaux :

- Niveau institutionnel
- Niveau formateur
- Niveau des étudiants

Interfaces audio

Niveau institutionnel :

- Arturia Audiofuse Studio
- Arturia Audiofuse
- Focusrite Scarlett 18i8 3rd gen

Niveau du formateur :

- Arturia Audiofuse
- Focusrite Scarlett 18i8 3rd gen
- Focusrite Scarlett 8i6 3rd gen

Niveau étudiant (avec un PC) :

- Focusrite Scarlett 4i4
- Zoom U24

Niveau étudiant (sans PC, nécessite une tablette ou un téléphone portable, pour IOs et Android) :

- IK multimedia iRig Pro Duo I/O
- TC Helicon Go Twin
- IK multimedia iRig Pro
- TC Helicon Go Solo

Microphones

Niveau institutionnel :

- Aston Microphones Spirit (paire)
- Lewitt LCT 440 Pure (paire)

Niveau du formateur :

- Aston Microphones Origin (single)
- Lewitt LCT 440 Pure (single)
- Audio Technica At2035 (simple)

Niveau de l'élève :

- Audio Technica At2035
- Lewitt LCT240 PRO
- Audio Technica At2020

Configuration sans carte son

Niveau formateur :

- Audio Tehcnica At 2020 usb plus
- Rode NT-USB

Niveau de l'élève :

- Rode NT-USB mini
- Samson Q2u Podcasting

Logiciel :

Utilisateur de PC (MacOs, Windows, Linux) :

- Faucheur
- Cubase Elements (ou version supérieure)
- Kontakt (version complète, pour les lecteurs d'instruments virtuels, non disponible pour Linux)

Utilisateur de tablettes/téléphones (android, IOs, Chrome OS) :

- Cubasis 3

Les marques et les modèles présentés dans cet article sont des exemples des nombreuses possibilités offertes par le marché au moment de la rédaction de l'article, et ils sont tous destinés à être des échantillons. Les produits ont été choisis dans le but de maintenir le meilleur rapport qualité-prix possible.

Tous les choix ont été faits en fonction du budget relatif des trois niveaux identifiés ; le niveau institutionnel (conservatoires, écoles, écoles de musique) a le budget le plus élevé des trois, le niveau des enseignants a le budget moyen, et celui des étudiants le plus faible.

Avec chaque niveau et chaque configuration, il est possible de fonctionner parfaitement, mais pour les leçons en streaming et la lecture, nous recommandons strictement de suivre le niveau institutionnel ou le niveau enseignant.

6.2 Les deux méthodes utilisées en Virtual Stage

Les deux méthodes utilisées en Virtual Stage se réfèrent à l'utilisation de ListenTo et Jamulus.

ListenTo est un service d'abonnement, alors que le logiciel est fourni gratuitement. En principe, les utilisateurs abonnés ont la possibilité, grâce à l'utilisation de serveurs propriétaires, de diffuser à distance des signaux audio de haute qualité. Le récepteur reçoit un lien auquel se connecter et peut donc recevoir ce signal.

Dans Jamulus, en revanche, chacun a la possibilité de créer des serveurs, même privés, ou d'utiliser des serveurs créés par d'autres.

La qualité de service n'est pas nécessairement garantie de la même manière par rapport à ListenTo : elle dépend du respect par les utilisateurs des meilleures conditions établies par le fabricant du logiciel.

Ces meilleures conditions sont les suivantes :

1. Qualité de la connexion : évitez d'utiliser le WI-FI (latence induite et instabilité potentielle) et préférez les connexions par câble (par exemple, ethernet).
2. Configuration appropriée du réseau : contrôle de l'accès au réseau par le dispositif informatique utilisé et contrôle du réseau local (par exemple : configuration du routeur/modem).

Sur le papier, Jamulus est donc un outil plus "démocratique", puisqu'il permet théoriquement à n'importe qui de mettre en place des services de partage audio en streaming, mais il a l'inconvénient d'obliger les utilisateurs à se conformer à des exigences techniques spécifiques.

Audiomovers Listento est la solution choisie pour diffuser, écouter et enregistrer de l'audio multicanal haute résolution à distance en temps réel, avec de multiples collaborateurs, partout dans le monde. La solution comprend un ensemble de plugins, Listento et Listento Receiver, ainsi que des applications mobiles. Il est également possible de recevoir le flux audio via un navigateur web. Les latences sélectionnables par l'utilisateur permettent de s'adapter aux connexions internet ou de se synchroniser avec le chat vidéo. Le flux audio haute résolution est disponible avec les options AUDIO AAC ou PCM. Il est également possible de diffuser de l'audio mono, stéréo, quadruple, 5.1 ou 7.1 surround. La compatibilité couvre toutes les principales stations de travail audionumériques.

Jamulus, quant à lui, est un logiciel de musique en réseau à code source ouvert (GPL) qui permet de répéter, d'improviser et de jouer en direct avec des musiciens situés n'importe où sur l'internet. L'un des principaux problèmes est bien sûr la latence.

Pour réduire autant que possible le temps de latence, Jamulus utilise des données audio compressées et le protocole UDP pour transmettre les données audio.

Le temps de latence total se compose principalement des éléments suivants

- Latence du réseau - due à des retards au sein du réseau
- Latence de conversion - Conversion AD/DA

Comme expliqué, Jamulus est basé sur un système client-serveur. Chaque client transmet ses propres données audio dans un format compressé à un serveur. Le serveur mixe le flux audio décompressé pour chaque utilisateur séparément et transmet à nouveau le mixage compressé individuel à chaque client. Chaque client dispose d'une console de mixage pour contrôler l'équilibre des différents signaux reçus. Les serveurs peuvent être publics ou privés.

6.2.1 Networked Music Performance avec Jamulus

L'évolution de la technologie et la vitesse croissante des réseaux de communication numérique qui en découle permettent d'améliorer les expériences de communication en réduisant considérablement les distances virtuelles.

Le projet Virtual Stage vise à développer et à améliorer les outils d'apprentissage à distance de la musique.

et de rassembler ces outils dans des environnements distants intégrés pour l'interaction musicale et l'éducation. Dans le cadre du projet, nous avons choisi deux techniques pour l'apprentissage à distance : La lecture partielle et la performance musicale en réseau (NMP) ; cet article s'intéresse principalement à cette dernière technique.

La performance musicale en réseau est un domaine de recherche en cours. La relation entre la technologie et la musique populaire ou électronique contemporaine est un domaine bien établi, basé sur la communication par ordinateur. Le réseau évolue d'un moyen de communication à un espace partagé virtuellement habité et animé par des présences corporelles. La musique de chambre est une pratique musicale sociale caractérisée par des interactions spatiales et temporelles particulières. Dans les NMP, ces relations sont modifiées par l'interposition du réseau. Les systèmes informatiques du NMP sont classés en fonction de leurs dimensions temporelles (synchrone/asynchrone) et spatiales (co-localisé/distant). Les NMP se concentrent sur les systèmes d'exécution musicale à distance prenant en charge les interactions musicales synchrones en temps réel entre les musiciens géographiquement déplacés des catégories ci-dessus et visent à reproduire des conditions environnementales réalistes pour une large gamme d'applications allant des télé-auditions, de l'enseignement et des répétitions musicales à distance, aux jam sessions et concerts distribués. Cependant, plusieurs aspects des interactions musicales doivent être pris en compte. Les musiciens qui pratiquent dans la même pièce s'appuient sur plusieurs modalités en plus des sons générés par leurs instruments, y compris la réverbération du son dans l'environnement physique et le retour visuel des mouvements et des gestes des autres joueurs.

Nous nous concentrons ici sur les questions technologiques liées à la performance en temps quasi réel entre musiciens situés dans des lieux éloignés, avec un intérêt particulier pour la formation professionnelle dans l'environnement de l'opéra. La pandémie de Covid-19 ayant menacé la continuité des activités de formation dans le domaine de l'éducation musicale, certaines solutions apparaissent comme des possibilités viables pour l'apprentissage à distance et l'apprentissage mixte dans le domaine de l'éducation musicale. L'approche NMP présente donc un intérêt particulier dans le contexte de Virtual Stage. En utilisant des techniques de lecture partielle ou de NMP, il est possible de réaliser des échanges virtuels dans le domaine de la musique et de la pratique vocale et instrumentale. Rottondi et al. ont présenté une étude complète des technologies NMP, reproduite dans le tableau ci-dessous :

Auteurs	Nom	L'architecture	Réseau gamme	Protocoles de réseau	Type de données	#Chaînes audio	Synchro multi-flux	Codec
Saputra et al.	BeatME	Client-Serveur	LAN, WLAN	UDP ou OSC	MIDI	16 (entrée), 1 (sortie).	aucun	non compressé
Kurtisi, Gu et al.	-	Client-Serveur	LAN	RTP, UDP (flux) TCP (données de session)	audio	n.d.	NTP	ADPCM, FLAC (en temps réel) ou MP3, MPEG4 (à la demande)
Renwick et al.	Code source	Client-Serveur	LAN	UDP	MIDI	n.d.	aucun	non compressé
Stais et al.	-	Client-Serveur ou P2P	WAN	n.d.	audio	2	NTP	non compressé
Kapur et al.	Gigapopr	Client-Serveur	WAN	UDP	audio, vidéo, MIDI	n.d.	n.d.	non compressé
Wozniowski et al.	Paysage sonore	Client-Serveur	WLAN	n.d.	audio	1 (entrée), 2(sortie)	GPS	non compressé
Sawchuk, Zimmermann, Chew et al.	-	Client-Serveur	WAN	RTP/RTSP, UDP	audio, vidéo, MIDI	16	GPS, CDMA	MPEG1-4
Akoumiakis et al.	Musinet	Client-Serveur ou P2P	WAN	SIP (signalisation), RTP	audio, vidéo	tous	aucun	OPUS (audio), H.264 (vidéo)

				(flux), HTTP (texte)				
Carot et al.	Soundjack	P2P	WAN	UDP	audio et vidéo	8	maître externe horloge	ULD, OPUS (audio), vidéo non compressée ou JPEG
Drioli et al.	LOLA	P2P	WAN	TCP (contrôle) UDP (flux)	audio, vidéo	8	n.d.	non compressé audio et vidéo
Lazzaro et al.	-	Client-Serveur (contrôle) P2P (médias)	WAN, WLAN	RTP/RTCP, UDP (flux), SIP (signalisation)	MIDI	16	RTP/RTCP outil de synchronisation	MPEG4
El-Shimy et al.	-	P2P	LAN		audio, vidéo	n.d.	n.d.	
Fischer et al.	Jamulus	Client-Serveur	WAN	UDP	audio	2	aucun	OPUS
Caceres et al.	Jacktrip	Client-Serveur ou P2P	WAN	UDP	audio	tous	logiciel-réchantillonage audio basé sur la technologie	non compressé
Akoumiakis et al.	Diamants	Client-Serveur ou P2P	WAN	RTP, TCP/UDP	audio, vidéo, MIDI	tous	interne flux de métronome	non compressé audio, vidéo

								MJPEG
Gabrielli et al.	Nous devons	P2P	LAN, WLAN	TCP ou UDP	audio, MIDI	12	logiciel-réchantillonage audio basé sur la technologie	non comprimée ou CELT
Meier et al.	Jamberry	P2P	WAN	UDP	audio	2	maître externe horloge	OPUS
Chafe et al.	StreamBD	P2P	WLAN	UDP, TCP	audio	tous	aucun	non compressé

6.2.2 Logiciels utilisés dans les projets NMP précédents

Certains des logiciels figurant dans le tableau ont été utilisés pour développer le projet InterMUSIC. Nous en citons quelques-uns :

JackTrip a été développé par le groupe de recherche SoundWIRE du CCRMA afin de soutenir les performances musicales bidirectionnelles. Il est basé sur la transmission audio non compressée via des liaisons à haut débit telles que l'Internet2. Dans sa version actuelle, il ne prend pas en charge la transmission vidéo.

Le projet LOLA a été développé par le Conservatoire de musique G. Tartini de Trieste en collaboration avec le réseau informatique national italien pour les universités et la recherche (GARR). LOLA est basé sur un matériel d'acquisition audio/vidéo à faible latence et sur l'optimisation de toutes les étapes nécessaires à la transmission de contenus audio/vidéo par le biais d'une connexion réseau dédiée.

D'autre part, UltraGrid est un logiciel libre qui permet la transmission audio/vidéo à faible latence. Bien que ses performances soient encore loin de celles atteintes par LOLA, il est plus souple pour le matériel et les réseaux génériques et permet aux contributeurs de mettre en œuvre de nouvelles fonctionnalités.

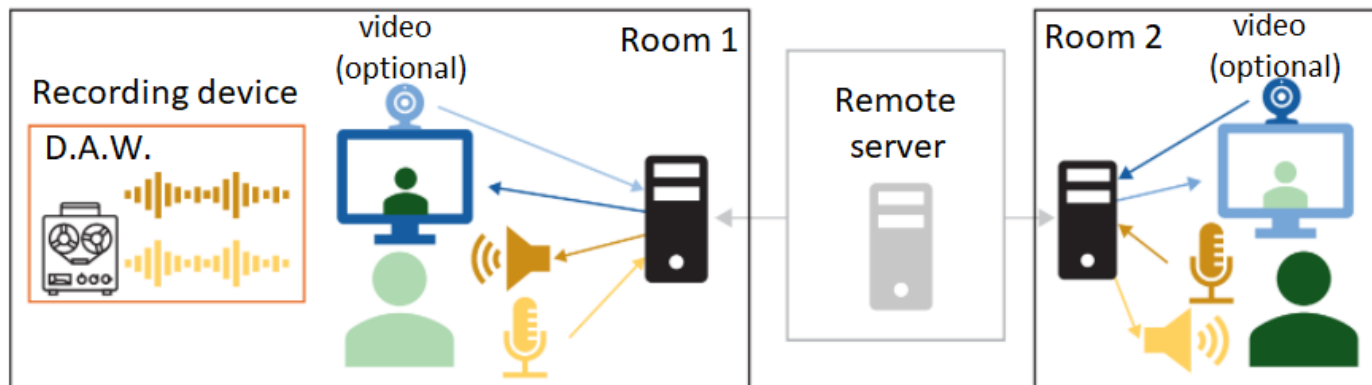
6.2.3 Le cadre de la Networked Music Performance

Une performance musicale a lieu lorsque deux sujets ou plus interagissent musicalement ensemble par le biais d'un média. Les sujets peuvent être des musiciens lors d'une répétition, ainsi que des formateurs et des étudiants. Afin d'envisager un grand nombre de scénarios possibles, une performance peut avoir lieu avec tous les sujets dans la même pièce (performance locale), avec tous les sujets géographiquement éloignés (performance en réseau) ou avec une partie des sujets au même endroit et une partie des sujets géographiquement éloignés (performance mixte). Les sujets interagissent au moyen d'un support. Dans le cas des représentations locales, le support est un support physique, tel que la simple propagation aérienne. Dans le cas de performances en réseau, le support est un réseau et une interface de communication, telle qu'une connexion Internet et le logiciel/matériel NMP utilisé pour connecter les deux sujets. Dans le cas d'une performance mixte, le support physique et le support en réseau sont tous deux impliqués.

6.2.4 Matériels et méthodes

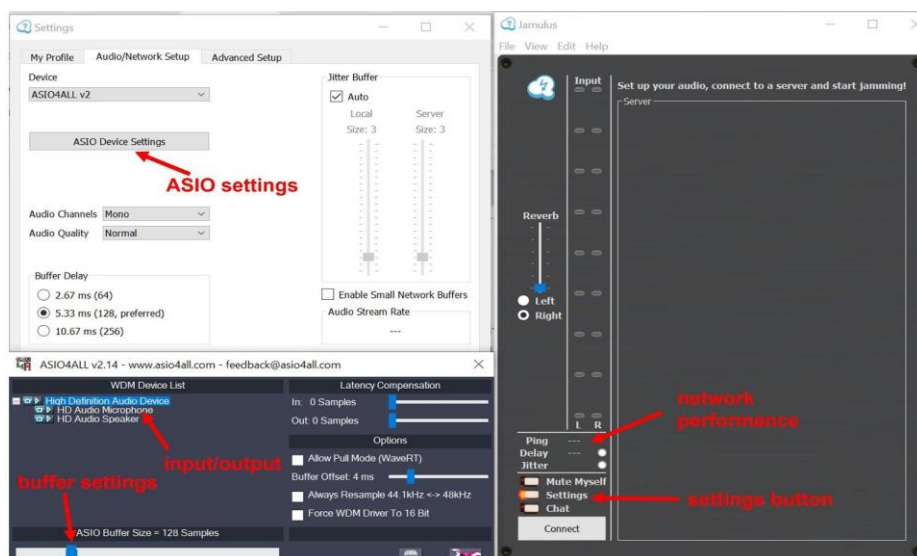
La méthode NMP utilisée en Virtual Stage est basée sur le logiciel libre Jamulus programmé par Volker Fischer et al. en C++. Ce logiciel NMP permet de répéter en direct, d'improviser et de jouer avec des musiciens situés n'importe où sur Internet. Jamulus est un logiciel libre (GPL, GNU General Public License) hébergé sur SourceForge et fonctionne sous Linux, Windows et MacOS. Il est basé sur le cadre Qt et utilise le codec audio OPUS. Un serveur exécutant le logiciel Jamulus collecte les données audio de chaque client Jamulus, mixe les données audio et renvoie le mixage à chaque client. Le concept est expliqué par la figure suivante.

La structure de base simplifiée de Jamulus commence par une interface audio basée sur un callback qui capture des blocs d'échantillons audio. L'interface audio peut être un microphone USB, une interface MIDI ou la sortie d'une carte audio. Ces blocs sont compressés à l'aide du codec audio OPUS à faible latence et transmis via Internet à l'aide du protocole UDP (User Datagram Protocol) sans connexion. Au niveau du serveur, un ensemble de tampons de gigue collecte les paquets réseau asynchrones de tous les clients connectés. Dans la boucle de traitement du serveur, les paquets de données de chaque client sont extraits du tampon de gigue, décompressés et mélangés. Ce mélange est à nouveau compressé avec OPUS et transmis à tous les clients connectés par des paquets UDP. De retour au client, les paquets de serveur reçus sont stockés dans un tampon de gigue. Lors du prochain rappel de l'interface audio, un paquet réseau est extrait du tampon de gigue, décompressé et envoyé à la carte son pour la sortie.



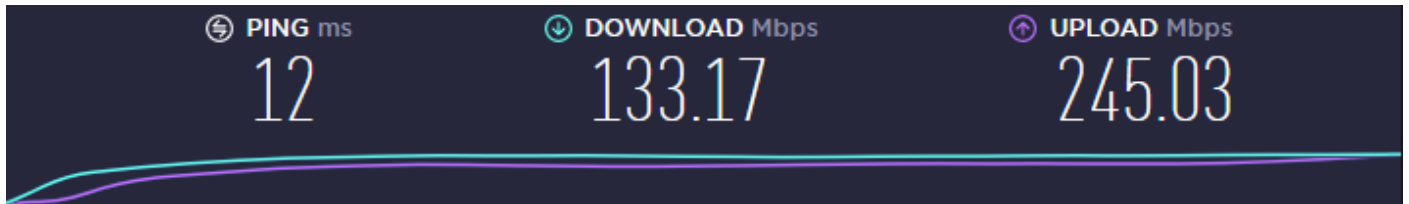
6.2.5 Installation du dispositif expérimental

Le processus d'installation de Jamulus pour plusieurs plateformes est relativement simple, selon le site web du logiciel. En fonction du matériel que l'utilisateur souhaite utiliser, l'entrée et la sortie doivent être sélectionnées dans les paramètres ASIO.

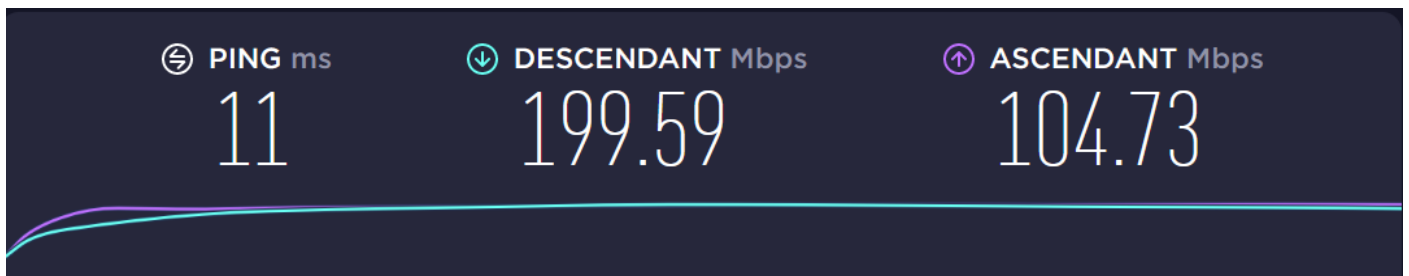


- Configuration de base : PC ou ordinateur portable avec un casque économique (avec fil) et un microphone intégré (ou avec fil). Configurations PC : Windows / Linux / Mac OS.
- Configuration moyenne : PC ou ordinateur portable avec des écouteurs de qualité, connexion internet sans fil rapide, microphone externe USB.

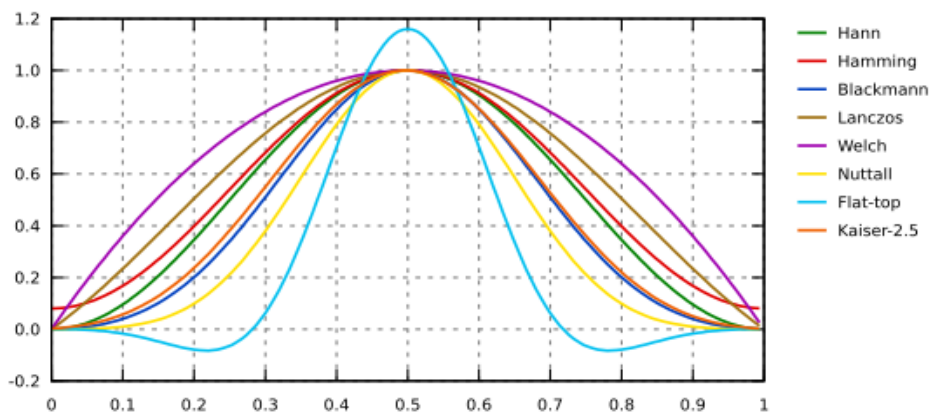
- Configuration avancée : PC ou ordinateur portable avec des écouteurs de qualité, connexion Internet rapide, carte audio externe, microphone externe USB.



Définir des valeurs pour la vitesse de la connexion



PN : wifi (fibre optique)



Fenêtrage : Transformée de Fourier (qwyddion.net)

Le fenêtrage de Blackman et de Hamming est intéressant pour éviter ou minimiser les rebonds.



6.2.6 Formation professionnelle : étude de cas de l'ensemble Lira Transalpina

La première utilisation des techniques de performance musicale en réseau avec Jamulus pour le projet Virtual Stage a été réalisée par l'ensemble Lira Transalpina au cours des premières étapes du processus de conception du projet. L'expérimentation a été menée par tous les membres de l'ensemble.

L'ensemble Lira Transalpina, composé de 4 musiciens situés à différentes distances entre l'Italie, la Suisse et la France, a participé aux expériences du NMP. L'ensemble s'est intéressé à cette technologie pendant le confinement afin de poursuivre les interactions musicales pour une œuvre de musique de chambre. L'ensemble s'intéressait à un répertoire varié et éclectique allant de la musique historique aux chansons populaires.

Choix d'un outil de PGN :

Des solutions basées sur des techniques d'interprétation musicale en réseau ont été recherchées pendant la période de la pandémie. La connaissance du système LoLa (cons. Tartini de Trieste) a inspiré l'utilisation d'un outil web permettant la répétition à distance. La principale contrainte à l'utilisation de LoLa est le coût particulièrement élevé pour un utilisateur privé, alors que plusieurs institutions d'enseignement supérieur utilisent LoLa de manière efficace. La solution open source proposée par Jamulus semble être un bon compromis entre qualité et fracture numérique. Lira Transalpina a choisi d'effectuer ses premiers tests avec Jamulus.

Problèmes inhérents aux NMP

Lors de la session des NMP, plusieurs problèmes ont été rencontrés.

L'un des problèmes de la musique jouée en temps réel sur Internet est la latence, c'est-à-dire le décalage qui se produit lorsque les flux audio (compressés) sont envoyés et reçus par chaque musicien. Les effets du délai peuvent être partiellement compensés en utilisant ASIO4ALL sous Windows (ASIO4ALL est déjà installé sur mac et fonctionne facilement, sur Linux l'installation et l'utilisation sont plus compliquées). Notez que Jamulus ne peut fonctionner que si ASIO4ALL est pré-installé.

Bien que les petits retards (jusqu'à environ 40 ms) puissent être perçus comme synchrones, les retards plus importants rendent presque impossible le fait de jouer ensemble en direct. Un autre problème est l'effet de gigue, un type de retard des paquets (informations qui voyagent sur l'internet) dû aux changements de latence dans le temps, qui se traduit par un son haché ou déformé. Des retards importants peuvent même entraîner une perte de paquets (perçue comme un "black-out"). Ces problèmes peuvent être atténués par des tampons de retard ou de gigue (tous deux présents dans Jamulus), mais ils s'ajoutent alors au délai d'acheminement global et doivent donc être équilibrés.

Tests préliminaires de Jamulus (Installation, différentes configurations possibles)

Pour utiliser Jamulus, une phase de prise en main est nécessaire. Il est important de connaître les réglages de base afin de limiter les problèmes d'échos, de ruptures...

Ensuite, pour limiter les problèmes de délai ou de décalage, en plus de l'utilisation d'ASIO4ALL, il faut que tous les membres trouvent un serveur le plus proche de tous les participants de la session NMP. Pour quantifier le décalage, chaque participant doit avoir un ping le plus bas possible (25ms ou moins). Rappelons que le ping est la durée d'un aller-retour entre le point de connexion de Jamulus (hôte) et le serveur où se connectent les participants. Le ping de Jamulus est exprimé en millisecondes (ms) et mesuré par le serveur hôte. Ainsi, plus le ping est faible, plus la connexion est rapide et de qualité.

6.2.7 Configuration de l'apprentissage à distance : enregistrement vidéo d'une session de NMP

Dans cette partie, nous présentons des procédures permettant de réaliser une session NMP avec ou sans vidéo. Le choix dépend de la qualité du réseau. Il est également possible d'utiliser des instruments échantillonnés avec Jamulus. La section présente également la procédure.

Procédure d'ouverture d'une session avec instruments virtuels et NMP

- 1) ouvrir Jamulus
- 2) ouvrir Reaper avec le modèle ReaRoute
- 3) se connecter à un serveur
- 4) étape supplémentaire pour la connexion vidéo : ouvrir Zoom et se connecter aux partenaires (les périphériques sonores ne fonctionneront pas avec Zoom, car ASIO est utilisé par Reaper et Jamulus)

Procédure d'ouverture d'une session NMP avec des instruments échantillonnés :

- 1) un logiciel d'échantillonnage MIDI ouvert (Kontakt dans notre cas) connecté à un clavier MIDI

- 2) charger l'instrument MIDI dans Kontakt (par exemple le clavecin Blanchet 1720)
- 3) configurer la sortie ASIO sur le haut-parleur
- 4) ouvrir Jamulus
- 5) ouvrir la station de travail audio numérique (DAW), dans notre cas Reaper avec le modèle ReaRoute
- 6) se connecter à un serveur

Musicien	Localisation	Ping réseau	Vitesse de téléchargement	Vitesse de téléchargement	Jamulus Ping	Retard global	Qualité du réseau
Evan Buttar	Den Haag (NL)	9 ms	71 Mbps	28 Mbps	15 ms	33 ms	Moyen
Elodie Colombier	Lyon (FR)	5 ms	398 Mbps	274 Mbps	15 ms	46 ms	Excellent
Andrea Bareggi	Neuville sur Saone (FR)	10 ms	42 Mbps	61 Mbps	15 ms	50 ms	Moyen

Tableau - Données du réseau pour la répétition des parties instrumentales d'Aquilon et Orithie de Rameau

6.3 Partial Playback avec ListenTo

ListenTo est un logiciel développé pour diffuser de l'audio haute fidélité et enregistrer, même de l'audio non compressé (en fonction de la qualité de la connexion internet de l'utilisateur).

ListenTo peut être utilisé comme un plugin autonome ou à l'intérieur d'un Daw, à la fois sur Windows et MacOS (pour plus d'informations, veuillez visiter le site du développeur ci-dessous : <https://audiomovers.com/storage/pdfs/LISTENTO%20Quick%20Start%20User%20Guide.pdf>).

De plus, ListenTo nous permet d'écouter l'émission simplement par navigateur sur Windows, MacOS, ios et Android : cette fonctionnalité est très utile car de nombreux étudiants peuvent écouter la même leçon à différents endroits, ou même participer à la répétition d'un opéra.

La procédure que nous avons testée implique l'utilisation de ListenTo par le Daw de l'institut ou l'enseignant, et les étudiants suivent la leçon via un navigateur.

Cette méthode permet d'envoyer l'audio à tous les participants, qui peuvent également jouer ensemble et s'écouter les uns les autres, mais il n'est pas possible pour le streamer de recevoir l'audio des participants.

Cela fonctionne très bien si l'institution ou l'enseignant dispose d'une bonne connexion Internet, ce qui n'est pas le cas des participants.

6.4 Bonnes pratiques pour un enregistrement et un partage vidéo simples et efficaces par connexion internet

Pour réaliser un enregistrement vidéo ou une diffusion en continu, de nombreux aspects doivent être pris en compte, de l'équipement au positionnement, en passant par la composition et la lumière, afin d'obtenir un résultat qui réponde à nos besoins.

Avec le temps, il est de plus en plus facile d'obtenir un bon résultat visuel grâce aux nouvelles technologies. Chaque année, de nouveaux téléphones sortent avec des appareils photo de plus en plus performants qui sont parfois méconnaissables par rapport à un appareil photo argentique pour l'œil inexpérimenté.

Obtenir une image parfaite est très difficile, et un professionnel doit gérer de nombreux réglages sur sa caméra en fonction de l'emplacement, du type de lumière et du contenu de la vidéo. Mais ce ne sera pas un problème pour nous, car nous nous appuyerons sur les réglages automatiques de l'appareil photo ou de la webcam, mais en prenant quelques précautions.

Le plus important est la composition et le cadrage, et cette règle s'applique que vous utilisiez l'appareil photo de votre téléphone ou une caméra vidéo spécialisée.

Il existe de nombreux types de prises de vue et chacun a son nom. Aucun n'est erroné mais ils doivent être utilisés en fonction du type de vidéo que l'on souhaite réaliser.

- Gros plan
- Tir moyen
- Long Shot

Pour notre utilisation, nous aurions besoin d'une prise de vue moyenne, comme indiqué sur l'image :



De cette manière, nous pouvons voir l'ensemble de la figure, y compris l'instrument, et nous pouvons bien comprendre tout mouvement. Il est important de remplir tout le cadre de bas en haut avec notre sujet, s'il reste dans une petite partie de l'écran, nous aurons du mal à bien voir.

Il se peut qu'un microphone se trouve devant l'instrument. À partir de cette prise de vue, nous pouvons nous déplacer légèrement pour trouver un compromis permettant au microphone de bien capter le son, tout en évitant que le sujet ne soit trop couvert par le microphone.

L'arrière-plan est très important, il ne doit pas y avoir d'objets ou de personnes susceptibles de détourner l'attention et le regard de notre sujet.

Nous pouvons créer un environnement à thème, ou bien garder l'arrière-plan propre et profiter d'un mur vide.

Le positionnement est également important. Pour un meilleur résultat, il est préférable d'avoir un peu d'espace entre nous et l'arrière-plan, au moins 3 mètres, car lorsque la caméra fait la mise au point sur le sujet, l'arrière-plan est automatiquement flou, ce qui donne plus d'importance à la personne qui joue et permet au public de se concentrer davantage.

Nous profitons de la lumière ambiante lorsque nous n'avons pas la possibilité d'utiliser des lampes dédiées. Ne nous positionnons pas avec une fenêtre en arrière-plan mais utilisons-la pour nous éclairer. Il serait bon que la fenêtre soit face à nous ou sur le côté.

6.4.1. Équipement : Caméra, éclairage, ordinateur, logiciel

À partir de la caméra vidéo, plusieurs possibilités s'offrent à vous, en fonction de vos disponibilités financières.

Pour une institution, il est recommandé :

- Canon RP avec l'objectif du kit

Cet appareil photo offre une qualité de niveau professionnel.

L'avantage de cette caméra est qu'elle peut être utilisée comme un enregistreur vidéo, mais qu'elle peut être connectée par l'intermédiaire d'un ordinateur.

USB à l'ordinateur et peut être utilisé comme webcam pour la diffusion en direct.



Une alternative moins onéreuse peut être le Canon M50.

Si la caméra n'a pas la possibilité d'être utilisée comme webcam, nous aurons besoin d'un lien qui permettra à l'ordinateur de recevoir le signal de la caméra et de l'utiliser sur des plateformes de streaming (Zoom, OBS, Youtube).



L'utilisation d'une telle caméra vidéo implique également de s'équiper d'autres accessoires pour la rendre plus performante.

utilisable, comme une carte mémoire, un trépied et une batterie de rechange.

Le kit recommandé pour l'appareil photo (niveau institutionnel) :

- Canon RP + objectif 24-105mm
- Sandisk SD 128GB
- Batterie de rechange pour Canon RP
- Trépied Neewer ou Manfrotto pour l'appareil photo

Pour les étudiants et les acteurs professionnels à faible budget, il est recommandé d'utiliser au maximum les ressources disponibles telles que la webcam de l'ordinateur ou l'appareil photo du téléphone.

Si nous voulons encore améliorer la qualité, nous pouvons investir un peu d'argent dans une webcam USB qui nous aidera à améliorer considérablement la qualité.

À partir du téléphone, il est recommandé d'utiliser un trépied pour smartphones afin de maintenir la prise de vue stable et de faciliter son positionnement et le choix de la prise de vue.



Il est important d'utiliser la caméra vidéo arrière du smartphone si l'on veut obtenir la meilleure qualité, mais si l'on a besoin de se voir en temps réel, on peut utiliser la caméra avant, mais en perdant un peu de qualité.

Sur de nombreux ordinateurs, la webcam intégrée n'offre pas une qualité suffisante. La Logitech G920 constitue donc une amélioration.



Une fois connecté par USB, il sera automatiquement reconnu par l'ordinateur et prêt à l'emploi.

6.4.2 Lumières

Avoir la possibilité d'éclairer la scène à notre convenance est l'un des plus grands avantages pour augmenter drastiquement la qualité de nos vidéos. Parfois, l'environnement nous permet d'obtenir un éclairage optimal sans trop de réflexion, mais ce n'est malheureusement pas toujours le cas. Il faut donc étudier l'endroit et en tirer le meilleur parti, ou mieux encore s'équiper de lumières dédiées.

Il y a des règles à respecter pour le positionnement des lumières, mais avec un peu d'expérience, on peut essayer de créer différentes compositions pour transmettre des émotions en fonction du type de vidéo que l'on veut créer.

Commençons par l'utilisation de la lumière ambiante, il est important d'essayer d'avoir le plus de lumière possible si l'on veut enregistrer une vidéo comme un tutoriel dans lequel il est important de bien voir chaque étape.

Nous allumons les lumières de la pièce dans laquelle nous nous trouvons ou nous nous plaçons près d'une fenêtre pour qu'elle éclaire notre visage.

Pour en tirer le meilleur parti, il faudrait utiliser des lampes spéciales.

Pour le niveau institutionnel :

- Godox SL60W / Amaran 100d / Aputure 120d (l'un d'entre eux, ils sont très similaires)
- Godox / Aputure / Neewer → Boîte à lumière Monture Bowens

Les éclairages cités sont très similaires les uns aux autres. Une fois allumées, elles produisent une lumière très forte provenant d'une led très puissante, il sera donc nécessaire de diffuser la lumière à travers une boîte à lumière qui se fixera devant la lumière grâce à son attaque appelée "Bowens mount".



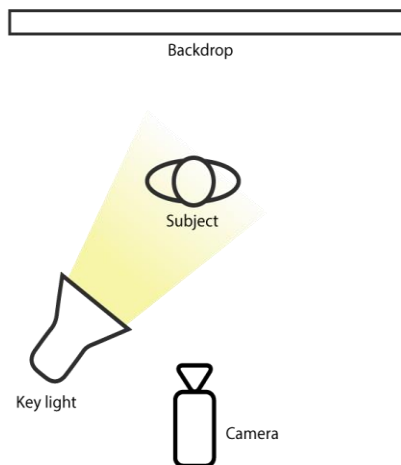
Plus la boîte à lumière est grande et plus la lumière sera diffusée. Une boîte à lumière d'environ 80 cm de diamètre est recommandée, du moins si le sujet est une personne qui joue.

Un kit d'éclairage moins cher est recommandé pour les étudiants, mais il permet d'obtenir un bon résultat :

- Kit d'éclairage boîte à lumière Neewer / Godox



La lumière doit être légèrement décalée d'un côté du sujet, mais toujours en face de celui-ci, comme sur l'illustration :



Il est recommandé d'avoir des lumières supplémentaires de différents types, comme des panneaux LED, pour compléter l'éclairage de la scène et rendre le tout plus lumineux. Nous pouvons utiliser la boîte à lumière pour éclairer le sujet, un panneau LED pour éclairer l'arrière-plan, une autre lumière pour éclairer l'autre côté de la personne. Il est toutefois important que la lumière principale soit la première lumière dont nous avons parlé et qui éclaire le sujet.

Une solution encore plus simple et moins chère reste l'anneau lumineux, facilement disponible et peu onéreux, mais c'est la solution la moins qualitative de toutes.



6.4.3 Ordinateurs

L'ordinateur recommandé dépend du type de travail que l'on doit effectuer : s'il s'agit de diffuser un zoom via une webcam ou une caméra, on peut utiliser un ordinateur de milieu de gamme tel que le Huawei Matebook D14, D15, D16.

Dans cette gamme de prix, on trouve des ordinateurs qui peuvent également monter des vidéos enregistrées avec une webcam ou un smartphone.

Pour monter des vidéos enregistrées avec un appareil photo haut de gamme comme le Canon RP, vous avez besoin d'un ordinateur beaucoup plus puissant, comme un Asus Rog ou un Macbook doté d'une puce M1.

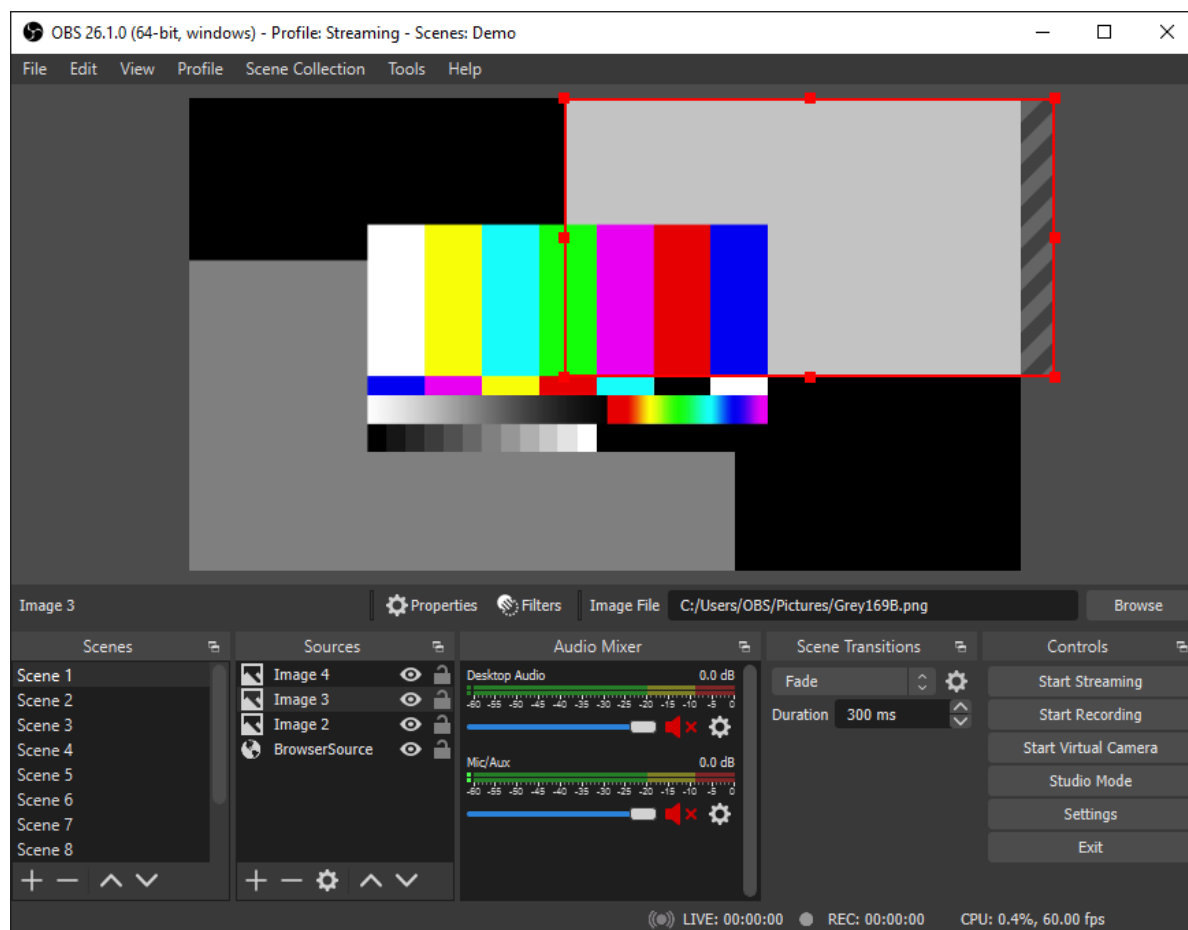
L'ordinateur recommandé (niveau institutionnel) :

- Asus Rog / Macbook M1



6.4.4 Logiciels

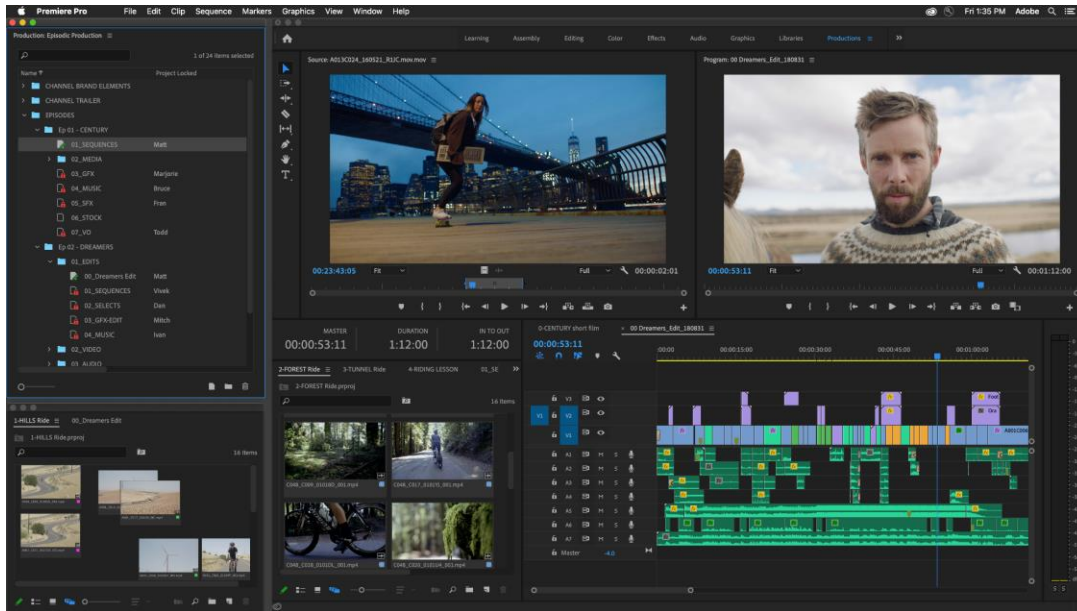
Pour le streaming, le meilleur programme est OBS studio, disponible pour Windows, Mac et Linux. Il donne la possibilité d'avoir un contrôle complet sur les paramètres audio et vidéo pour le streaming, vous pouvez vous connecter à travers ce programme à d'autres applications pour la connexion en ligne comme zoom, youtube, skype et beaucoup d'autres.



Vous avez la possibilité de gérer des scènes, de partager votre écran et d'être filmé simultanément sous plusieurs angles si vous connectez plusieurs caméras. il est recommandé à tous.

Pour l'édition, il existe différents programmes, certains payants et d'autres gratuits, mais je vais énumérer les 3 meilleurs :

- Adobe Premiere Pro (Windows et Mac)



- Final Cut (Mac uniquement)

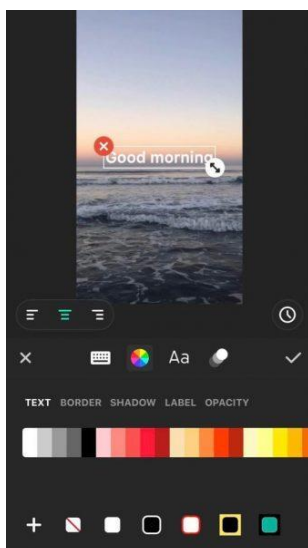


- DaVinci Resolve (Windows et Mac) (GRATUIT)



Si vous disposez d'un smartphone assez puissant, tel qu'un iPhone 11/12/13 ou une gamme supérieure Android, ou d'une tablette / iPad, il est possible d'éditer les vidéos enregistrées avec votre téléphone grâce à des applications téléchargeables gratuitement :

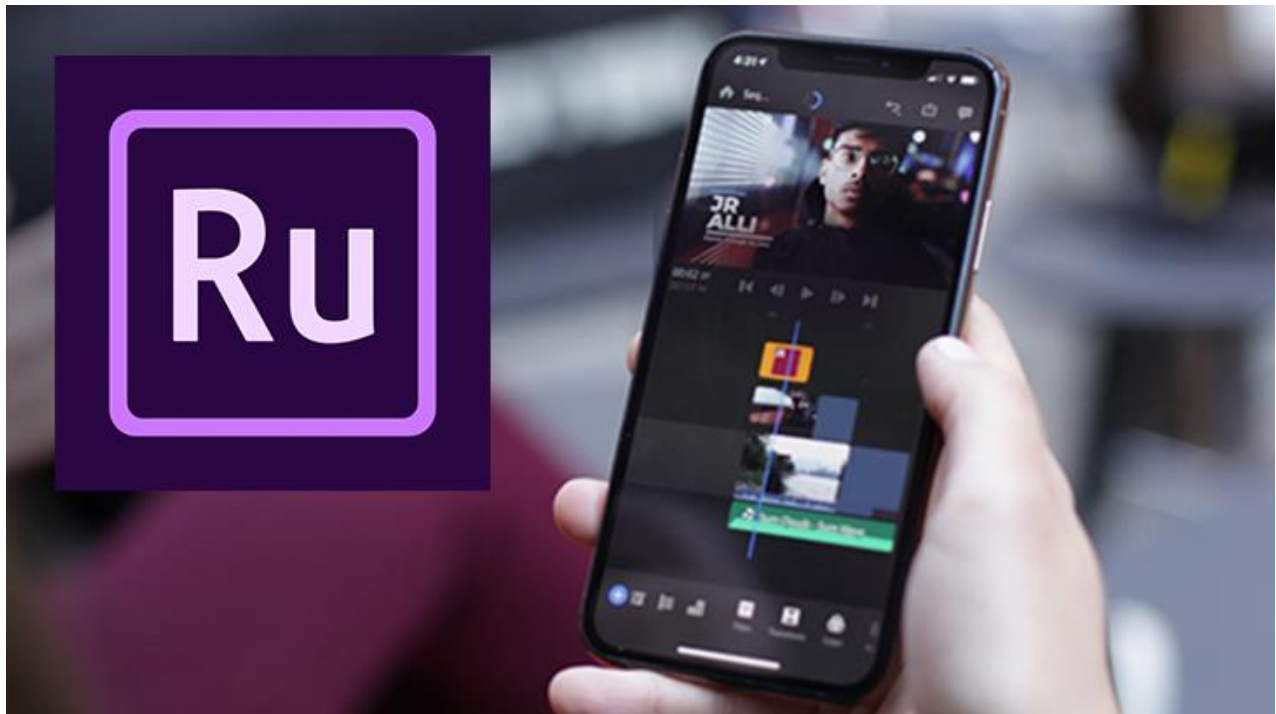
- inshot (Android et iOS)



- iMovie (iOS uniquement)



- Adobe Premiere Rush (Android et iOS)



En Virtual Stage, le projet a été réalisé à l'aide de :

- Appareil photo Panasonic GH5
- Leica 12-60mm f2.8
- Panneaux LED Neewer
- Fond noir

Le montage et la post-production ont été réalisés avec DaVinci Resolve et Adobe After Effect.





Dans ce cas, nous avons décidé d'utiliser un fond vert afin de pouvoir le remplacer lors de la phase d'édition.

Le fond en papier se salit et se détériore lentement jusqu'au moment où il est nécessaire de le remplacer, mais il ne crée pas de plis et il est plus facile de l'éclairer uniformément.

Il est important d'éclairer l'arrière-plan en essayant de ne pas projeter d'ombres sur le vert. Une bonne lumière rendra le travail beaucoup plus précis.



Bibliographie

A. Hogarth (july, 7, 2021). When two become one: Top tips for piano accompaniment. Pianist Magazine, Warners Group Publications, Bourne.

C. Ph. E. Bach (1762). Vom Vortrage. Der Versuch über die wahre Art das Clavier zu spielen, Part I, George Ludewig Winter ed., Berlin, Chapter 3.

E. Shanaphy, S. Isacoff, J. Jordan (1987). Speed-reading at the keyboard. 3 Volumes. Ekay Music ed.

W. Woszczyk, J. Cooperstock, J. Roston, and W. Martens, "Shake, rattle, and roll: Getting immersed in multisensory, interactive music via broadband networks," J. Audio Eng. Soc., vol. 53, no. 4, pp. 336–344, 2005. [Online]. Available: <http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=13416>

C. Rottondi, C. Chafe, C. Allocchio, A. Sarti. "An Overview on Networked Music Performance Technologies", 2017, IEEE Access.

J.-P. Càceres, C. Chafe, "JackTrip: Under the Hood of an Engine for Network Audio", Proceedings of International Computer Music Conference, Montreal, 2009.

C. Drioli, C. Allocchio, and N. Buso, "Networked performances and natural interaction via LOLA: Low latency high quality A/V streaming system", Information Technologies for Performing Arts, Media Access, and Entertainment, Springer, 2013 pp.240–250.

P. Holub, L. Matyska, M. Liška, L. Hejtmánek, J. Denmark, T. and Rebok, A. Hutanu, R. Paruchuri, J. Radil, and E. Hladk'á "High-definition multimedia for multiparty low-latency interactive communication", Future Generation Computer Systems, 22(8), pp.856–861, 2006, Elsevier

V. Fischer, "Case Study: Performing Band Rehearsals on the Internet With Jamulus".

J.-M. Valin, G. Maxwell, T. B. Terriberry, K. Vos, High-Quality, Low-Delay Music Coding in the Opus Codec, Accepted for the 135th AES Convention, 2013.

K. Vos, K. V. Sorensen, S. S. Jensen, J.-M. Valin, Voice Coding with Opus, Accepted for the 135th AES Convention, 2013.

K. Vos, A Fast Implementation of Burg's Method, 2013.