



**Nouvelle méthode In Media Stat Virtus pour la
formation à distance en musique de chambre vocale et
instrumentale**

Manuel des technologies appliquées



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

Résultat du projet	PR3: New In Media Stat Virtus Method for ICT Integration in Higher Education. Teaching vocal – instrumental chamber music. Handbook for applied technologies
Organisation chef de file	Conservatoire Puccini La Spezia
Noms des auteurs	<p>Chef de projet: Francesco Cirri.</p> <p>Coordinateur scientifique: Federico Bardazzi.</p> <p>Rédacteurs: Federico Bardazzi, Andrea Bareggi, Gloria Bonaguidi, Marco Di Manno, Alessandra Montali, David Veber, Carla Giovanna Zanin.</p> <p>Contributions de: Federico Bardazzi, Andrea Bareggi, Nicola Cavina, Igor Filipe Costa e Silva, Lucian Ghisa, Giacomo Mattolini, Alessandra Montali, Ciprian Pop, Jozsef Ritter, Diego Segade, David Veber, Carla Giovanna Zanin.</p>
Version	2
Utilisation	Externe
Date	30/9/2024



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

© Giunti Psychometrics srl, Conservatorio statale di musica Giacomo Puccini, Academia de Muzica Gheorghe Dima, Miskolci Egyetem, Conservatorio Superior de Música da Coruña, Erasmushogeschool Brussel, Univerza v Ljubljani, 2024.

Ce document peut contenir des éléments (tels que des textes, des images et d'autres contenus) qui sont la propriété de tiers. Tous les droits d'auteur et marques commerciales mentionnés ou utilisés dans le document appartiennent à leurs propriétaires respectifs et sont utilisés à des fins éducatives et scientifiques.

Giunti Psychometrics srl, Conservatorio statale di musica Giacomo Puccini, Academia de Muzica Gheorghe Dima, Miskolci Egyetem, Conservatorio Superior de Música da Coruña, Erasmushogeschool Brussel, Univerza v Ljubljani n'ont pas l'intention d'enfreindre les droits d'auteur et ont obtenu les autorisations nécessaires pour l'utilisation de matériel de tiers dans ce document.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

Index

Introduction	5
Analyse des besoins.....	6
Transition numérique et compétences numériques.....	6
Les éléments de l'innovation	7
Interaction à distance.....	7
Lignes directrices et manuel pour la formation dans le domaine de la musique d'ensemble	8
Technologies et enseignement de la musique d'ensemble.....	10
Technologies pour la musique d'ensemble	11
Nouvelles perspectives pour l'apprentissage mixte.....	13
Répertoire musical - quels genres musicaux et quelles esthétiques ?.....	14
La structure de ce document	15
Partie 1 - La création musicale synchrone par la Networked Music Performance	17
1.1 Introduction.....	17
1.1.1 Examen succinct des logiciels NMP	21
1.1.2 Le cadre de la Networked Music Performance	22
1.2 Matériel et méthodes	23
1.2.1 Installation du dispositif expérimental	25
1.3 Expérimentation dans le domaine de la musique en réseau	48
1.3.1 Formation préprofessionnelle à l'interprétation de chansons d'art	48
1.3.2 Formation professionnelle : Étude de cas de l'Ensemble Lira Transalpina.....	59
1.3.3 Configuration de l'apprentissage à distance : Enregistrement vidéo d'une session NMP.....	68



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

Partie 2 - Outils audio (matériels et logiciels) pour l'enregistrement et l'édition musicale (PPB)	71
2.1 Matériel informatique requis	73
2.1.1 Ordinateur	75
2.1.2 Interface audio	75
2.1.3 Microphones	76
2.1.4 Instruments MIDI	77
2.1.5 Casques d'écoute	78
2.1.6 Câbles, connecteurs et pieds de micro	79
2.1.7 Autres considérations	79
2.1.8 Suggestion pour l'installation de l'équipement	80
2.2 Équipement logiciel requis	83
2.3 Techniques d'enregistrement stéréo de sons en direct	88
2.3.1 Techniques de mise en correspondance pour l'enregistrement sonore	89
2.3.2 Autres techniques d'appariement	90
2.3.3 Implications pour le placement des microphones et pour certains instruments de musique et situations pratiques	93
Partie 3 - Technologies numériques pour le partage de matériel et de ressources pédagogiques.	100
3.1 Exécution avec des didacticiels audio préenregistrés (lecture partielle)	101
3.1.1 Exigences en matière de matériel	102
3.2 Interaction bidirectionnelle en temps réel (applications NMP)	104
Bibliographie	107



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

Introduction

La transition numérique connaît actuellement une accélération massive qui a un impact significatif sur l'enseignement supérieur de la musique en Europe, en particulier dans le contexte des nouvelles méthodes d'organisation de l'apprentissage à distance et de l'interaction. Les technologies immersives jouent désormais un rôle crucial dans la formation à la performance musicale, englobant les différentes étapes de l'apprentissage, de l'évaluation et de la connexion avec le monde professionnel. Le projet IMSV représente une réponse immédiate pour atténuer la fracture numérique causée par l'insuffisance technologique ou le manque de formation, qui entrave le développement des compétences essentielles nécessaires pour accéder à l'apprentissage numérique et pourrait bientôt conduire à un grave isolement artistique.

L'adoption de techniques d'enseignement mixtes, qui intègrent des compétences traditionnelles à des méthodes d'apprentissage basées sur la technologie, est une occasion fondamentale de créer un contexte environnemental plus large. Plus précisément, dans le secteur de la musique artistique, cette approche facilite la formation de communautés artistiques et technologiques et améliore leur interaction. En combinant les méthodes traditionnelles et les technologies de pointe, les éducateurs peuvent offrir une expérience d'apprentissage plus dynamique et plus complète, préparant les étudiants à un paysage numérique en évolution rapide.

En outre, l'intégration d'outils numériques dans l'éducation musicale permet non seulement de combler le fossé entre les pratiques traditionnelles et modernes, mais aussi de promouvoir l'inclusion. Les étudiants de tous horizons peuvent accéder à un enseignement de qualité, quelle que soit leur situation géographique.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

Cette démocratisation des ressources d'apprentissage garantit que les talents sont cultivés partout, favorisant ainsi une communauté musicale diversifiée et dynamique.

Analyse des besoins

Transition numérique et compétences numériques

La pandémie a accéléré le développement d'une compétence transversale cruciale : la résolution de problèmes, en particulier en réponse à des situations critiques et sans précédent. Ce phénomène est particulièrement évident dans les disciplines artistiques performatives, telles que la musique de chambre, qui nécessitent une interaction synchrone entre les participants. Le projet IMSV s'aligne sur les méthodologies de résolution de problèmes, en se concentrant sur le développement d'alternatives à l'enseignement traditionnel, l'évaluation des ressources technologiques disponibles, la sélection d'alternatives viables et la mise en œuvre de solutions correspondantes.

Comme point de départ, le projet IMSV a effectué une analyse des problèmes existants, définissant son champ d'intervention grâce à la collaboration et à la participation active des partenaires impliqués. Cette collaboration vise à construire un modèle d'interaction à distance entre les musiciens, en introduisant un nouvel outil pédagogique qui tire parti de la technologie pour faciliter l'apprentissage de la musique de chambre. Cet objectif, testé dans le cadre du projet IMSV, vise à favoriser la croissance de communautés éducatives et artistiques plus larges, en améliorant l'échange de connaissances et en renforçant les processus d'enseignement et d'apprentissage.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

En s'attaquant de front à ces défis, le projet IMSV apporte non seulement des solutions immédiates, mais jette également les bases d'une amélioration à long terme de l'éducation musicale. Les enseignements tirés de cette initiative peuvent être appliqués à d'autres domaines artistiques, encourageant ainsi une approche holistique de l'éducation numérique. Ce projet vise en fin de compte à responsabiliser les éducateurs et les élèves, en veillant à ce que la transition vers l'apprentissage numérique soit à la fois efficace et enrichissante.

Les éléments de l'innovation

Interaction à distance

Le projet IMSV aborde les questions critiques liées à la technologie en proposant une approche efficace pour expérimenter des situations de performance en temps réel. Il s'agit notamment de gérer la réverbération du son dans l'environnement physique et la capacité de gérer à distance le retour visuel, qui est crucial pour la cohésion et l'interprétation. Les exigences technologiques pour une pratique efficace de la musique de chambre à distance, ainsi que le matériel et les logiciels nécessaires pour garantir un son de haute qualité dans les sessions à distance ou mixtes, sont proposés et analysés. Ainsi, IMSV se situe dans le domaine plus large de la Networked Music Performance.

La Networked Music Performance fait référence à un ensemble d'interactions en temps réel sur un réseau, permettant à des utilisateurs géographiquement éloignés de répéter et de jouer comme s'ils se trouvaient dans la même pièce. Les performances musicales actuelles sont souvent entravées par des retards et des latences dans la transmission audio en temps réel. Par conséquent, la qualité de la connexion est une exigence fondamentale pour une mise en œuvre réussie. L'interaction à distance dépend également du matériel et des logiciels qui garantissent un son de qualité dans les sessions à distance et mixtes.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

En ce qui concerne la lecture partielle, le projet IMSV vise à créer une interface conviviale qui permette aux musiciens d'interagir en étudiant ou en faisant de l'overdubbing pendant que le logiciel joue une ou plusieurs pistes audio. Cette fonction, mise en évidence pendant la pandémie, s'est avérée très efficace à des fins éducatives, en particulier dans les phases initiales d'apprentissage et de consolidation du répertoire. Elle favorise également le développement des compétences d'auto-évaluation. La possibilité de jouer avec des pistes préenregistrées permet aux étudiants de se concentrer sur des aspects spécifiques de leur performance, tels que la synchronisation, l'intonation et la dynamique, dans un environnement contrôlé. Cette méthode permet non seulement d'améliorer les séances d'entraînement individuelles, mais aussi de préparer les musiciens à travailler en collaboration dans un environnement distant.

En outre, le projet IMSV vise à établir un cadre pour la performance musicale synchrone, permettant aux groupes de musique de chambre de jouer ensemble en temps réel bien qu'ils se trouvent dans des lieux différents. Cela implique le développement de techniques avancées de compensation du temps de latence et de protocoles de transmission audio de haute fidélité. En tirant parti de ces technologies, IMSV cherche à réduire les distances géographiques entre les musiciens, favorisant ainsi une communauté musicale plus interconnectée et plus collaborative. Le projet explore également le potentiel d'intégration du streaming vidéo avec la performance audio, offrant une expérience plus immersive et cohérente pour les interprètes et le public.

Lignes directrices et manuel pour la formation dans le domaine de la musique d'ensemble

Le manuel élaboré dans le cadre de l'IMSV est le compagnon pratique des lignes directrices du projet. Les lignes directrices sont destinées aux enseignants universitaires et ont pour objectif de diffuser et de



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

développer cette méthode parmi les formateurs dans le domaine de la musique d'ensemble, à l'aide d'exemples et d'études de cas. Cette approche favorise la diffusion des bonnes pratiques en matière d'enseignement mixte de la musique de chambre et d'apprentissage à distance. En incorporant des scénarios du monde réel et des applications pratiques, les lignes directrices aident les éducateurs à s'adapter à l'évolution du paysage de l'éducation musicale, en veillant à ce que les étudiants reçoivent une expérience de formation complète et pertinente.

En outre, les lignes directrices comprennent des actions de formation spécifiquement destinées aux étudiants. Cette approche globale garantit que les enseignants et les élèves sont bien équipés pour adopter des méthodes innovantes de formation musicale d'ensemble et en tirer profit. L'objectif est de fournir des instructions détaillées sur l'utilisation des outils technologiques et des plates-formes introduites par IMSV, afin de favoriser l'autonomie et la confiance dans la navigation des aspects numériques de l'éducation musicale.

En outre, les lignes directrices soulignent l'importance d'un retour d'information et d'une évaluation continus. En utilisant des outils numériques pour un retour d'information en temps réel, les éducateurs peuvent fournir des critiques immédiates et constructives, aidant ainsi les étudiants à améliorer leurs performances de manière plus efficace. Ce processus itératif de pratique et de retour d'information permet non seulement d'améliorer les résultats de l'apprentissage, mais encourage également les étudiants à s'engager plus profondément dans leurs études. Cependant, l'approche technique de la méthode IMSV est entièrement développée dans le manuel. Le rôle de cet ouvrage est de fournir un soutien technique pour l'utilisation des technologies mentionnées dans les lignes directrices.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

En résumé, le projet IMSV ne se contente pas de relever les défis immédiats posés par les performances musicales à distance, il jette également les bases d'avancées à long terme dans le domaine de l'éducation musicale. En intégrant des technologies et des méthodologies innovantes, IMSV vise à créer un environnement d'apprentissage plus inclusif, plus efficace et plus dynamique pour les musiciens. Cette initiative représente une avancée significative pour combler le fossé entre l'enseignement traditionnel de la musique et l'ère numérique, en veillant à ce que les futures générations de musiciens soient bien préparées aux exigences en constante évolution de leur profession.

Technologies et enseignement de la musique d'ensemble

IMSV intègre trois aspects technologiques clés dans son approche de l'amélioration de l'enseignement et de la pratique de la musique d'ensemble :

- **Musique synchrone et à distance** - Ce paragraphe aborde la possibilité de faire de la musique à distance de manière synchrone en utilisant des réseaux de données. Cette capacité est étroitement liée au développement de nouvelles méthodes d'enseignement de la musique, permettant aux musiciens de répéter et de jouer ensemble en temps réel malgré leur éloignement géographique. L'accent est mis sur la résolution de problèmes tels que la latence et la garantie d'une expérience transparente qui imite la collaboration en personne.
- **Matériel et logiciel** - Ce paragraphe analyse, étudie et identifie les exigences nécessaires pour garantir un son de qualité lors de sessions à distance ou mixtes. L'objectif est double : améliorer la pratique de la musique d'ensemble et ouvrir de nouvelles possibilités pédagogiques. IMSV décrit un ensemble d'exigences matérielles classées en différents niveaux d'accessibilité, permettant aux musiciens et aux institutions de s'équiper des outils technologiques essentiels nécessaires à la



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

meilleure expérience audio possible. Ces exigences comprennent des microphones, des casques, des tables de mixage, des haut-parleurs, des cartes son et des stations de travail audio numériques (DAW) de haute qualité. En fournissant des spécifications détaillées, IMSV contribue à garantir que les musiciens amateurs et professionnels peuvent participer à des sessions à distance de haute fidélité.

- **Expérimentation avec un logiciel audio** - Cette partie se concentre sur la fourniture d'une interface conviviale avec une série de commandes qui peuvent être utilisées pendant la performance. Ces commandes permettent aux musiciens d'ajuster des paramètres tels que le tempo, la dynamique et l'articulation en temps réel, personnalisant ainsi leur performance. La puissance de calcul des PC modernes, associée à des logiciels avancés, permet aux interprètes d'explorer de nouvelles approches de la production et de la répétition musicales. Ils peuvent notamment manipuler des pistes audio multiples, modifier le temps et la hauteur en temps réel à l'aide d'algorithmes sophistiqués et interagir avec des pistes préenregistrées pour créer une expérience de répétition plus dynamique et personnalisée.

Technologies pour la musique d'ensemble

Le projet IMSV intègre diverses technologies pour soutenir la musique d'ensemble, ce qui nécessite un équipement technologique de base tel que des ordinateurs, des webcams ou des caméras, des microphones, des casques, des tables de mixage, des haut-parleurs, des cartes son et des logiciels d'enregistrement. Le projet s'appuie également sur de nombreuses plateformes et applications pour faciliter la pratique synchrone à distance. Ces outils sont essentiels pour maintenir l'intégrité des répétitions et des performances de l'ensemble à distance.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

Les principales plates-formes et applications utilisées dans le cadre du projet IMSV sont les suivantes :

- **Reaper**¹ - Une puissante digital audio workstation utilisée pour l'enregistrement, l'édition et le mixage audio.
- **Logic** - Digital audio workstation commerciale pour la production musicale professionnelle.
- **Listento** - Une application commerciale qui permet le streaming audio en temps réel pour la collaboration à distance.
- **Jamulus**² - Logiciel permettant aux musiciens de jouer ensemble en temps réel sur Internet.
- **ForScore**³ - Une application de gestion de partitions numériques pour MacOS
- **Kontakt**⁴ - Un sample player utilisé pour créer et jouer des instruments virtuels.
- **Zoom**⁵, **FaceTime**, **Google Meet**, **Skype** et **WhatsApp** - Outils de vidéoconférence qui facilitent la communication visuelle et auditive.
- **Google Drive**, **Dropbox** et **WeTransfer** - Plateformes de partage de fichiers volumineux, tels que les enregistrements audio et vidéo.
- **Applications d'édition de photos et de vidéos** - Outils de création et d'édition de contenu multimédia.
- **Pro Metronome et Pulse** - Des applications de métronome qui aident les musiciens à maintenir le tempo pendant l'entraînement.

¹ <https://www.reaper.fm/>

² <https://jamulus.io/>

³ <https://forscore.co/>

⁴ <https://www.native-instruments.com/en/products/komplete/samplers/kontakt-8-player/>

⁵ <https://zoom.us/download>



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

- **YouTube, IMSLP⁶, MuseScore⁷, et Spotify** - Plateformes permettant d'accéder à un large éventail de ressources musicales, y compris des partitions et des enregistrements.
- **PageFlip Firefly** - Une pédale Bluetooth pour tourner les pages des partitions numériques.
- **Doodle** - Un outil de planification pour coordonner les horaires des répétitions entre les participants.

Ces technologies améliorent collectivement l'expérience d'apprentissage et de performance des musiciens d'ensemble, en leur fournissant les outils nécessaires pour s'adapter à l'évolution du paysage numérique de l'éducation musicale. En intégrant ces outils, IMSV vise à créer un environnement complet, flexible et accessible pour la collaboration musicale à distance, en veillant à ce que les musiciens puissent continuer à développer leurs compétences et à se produire ensemble quelle que soit la distance physique.

Nouvelles perspectives pour l'apprentissage mixte

L'intégration de ressources technologiques dans la pédagogie de la musique d'ensemble facilite une nouvelle approche, introduit de nouvelles considérations et offre une nouvelle perspective sur l'enseignement de la musique dans son ensemble. IMSV présente une méthodologie centrée sur diverses techniques d'apprentissage à distance. Celles-ci comprennent, entre autres, les tutoriels, la Networked Music Performance, les enregistrements multipistes, les sons échantillonnés, le partage de partitions et le Playback partiel ou l'échange de matériel. Ces méthodes peuvent être complétées par d'autres stratégies pédagogiques telles que la contextualisation stylistique et historique des pièces, l'analyse des interprétations, etc.

⁶ <https://imslp.org/>

⁷ <https://musescore.org/en/download>



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

Les résultats obtenus grâce à l'apprentissage autodirigé avec l'aide de la PPB illustrent l'importance de la fusion de la technologie avec les méthodes d'enseignement traditionnelles. Les modèles hybrides, qui combinent l'enseignement numérique et les cours en présentiel (tels que l'apprentissage mixte, les classes inversées et l'apprentissage flexible), devraient servir de modèles éducatifs novateurs. Grâce à l'utilisation de technologies immersives et de la réalité virtuelle augmentée, ces modèles sont en passe d'influencer la formation des musiciens classiques et l'émergence de nouveaux paradigmes esthétiques.

Répertoire musical - quels genres musicaux et quelles esthétiques ?

L'approche innovante de IMSV permet d'intégrer des sons d'instruments traditionnels à des sons échantillonnés. Cette intégration est particulièrement précieuse pour les instruments associés à des périodes historiques spécifiques, comme la musique médiévale et baroque. En échantillonnant numériquement des instruments rares ou obscurs, IMSV élargit le répertoire disponible pour l'étude et l'interprétation.

De nombreuses études de cas démontrent l'interaction réussie entre les instruments traditionnels et échantillonnés dans diverses formations d'ensemble. Ces études explorent un large éventail de genres musicaux, notamment la musique classique, la musique pop et le rock, et mettent en évidence la polyvalence des méthodes d'IMSV dans différents contextes musicaux. Grâce à ces explorations, IMSV favorise la pollinisation croisée des styles musicaux et élargit les possibilités créatives des musiciens dans tous les genres.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

La structure de ce document

Le projet vise à présenter des méthodes d'apprentissage à distance de pointe pour l'enseignement de la musique de chambre vocale et instrumentale au niveau universitaire. Il vise à offrir des conseils complets aux enseignants universitaires sur la mise en œuvre de ces méthodes, complétés par des études de cas et des exemples illustratifs. Appelée "méthode IMSV", cette approche repose principalement sur deux technologies clés :

1. Networked Music Performance (NMP)
2. Lecture partielle (PPB)

La technique NMP représente une avancée technologique dans la formation musicale et la seule solution technique pour l'apprentissage mixte synchrone dans la formation musicale d'ensemble. Cependant, les problèmes techniques et le manque de formation à la NMP pourraient pousser les enseignants et les formateurs à utiliser une solution plus simple et bien établie, et à choisir l'apprentissage mixte asynchrone basé sur la PPB au lieu de la technique synchrone de la NMP. Dans la première partie du manuel, nous explorons en détail l'utilisation de la technique de la NMP, tandis que dans la seconde partie du document, nous nous concentrons sur les outils permettant d'optimiser la PPB et l'enregistrement général. Bien entendu, les solutions matérielles pour la PPB peuvent être appliquées avec succès dans la première partie. Outre ces technologies de base, divers supports techniques sont disponibles pour améliorer l'expérience d'apprentissage. Il s'agit notamment d'outils permettant de contextualiser les pièces musicales, de partager des partitions, d'éditer des parties, de proposer des interprétations, de suggérer des solutions techniques (telles que des doigtés), etc. Ces ressources, étudiées dans la troisième partie du manuel, visent à enrichir le



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

processus éducatif et à faciliter l'enseignement efficace de la musique, même dans des environnements éloignés.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

Partie 1 - La création musicale synchrone par la Networked Music Performance

1.1 Introduction

L'évolution rapide de la technologie et la prolifération des réseaux de communication numérique qui s'en est suivie ont transformé nos expériences de communication, abolissant les distances virtuelles avec une efficacité sans précédent. Exploitant le potentiel de ces avancées, le projet Virtual Stage, financé par l'UE, cherche à mettre au point des outils innovants pour l'enseignement musical à distance, en vue de les intégrer dans des environnements distants adaptés à l'interaction et à l'enseignement de la musique. Parmi l'ensemble des techniques destinées à l'enseignement à distance dans le cadre de cette initiative, l'accent est mis sur le Partial PlayBack et la Networked Music Performance, avec une attention prédominante pour cette dernière.

Les performances musicales en réseau représentent une frontière dynamique de la recherche en cours, faisant converger la technologie avec les genres musicaux contemporains, populaires et électroniques. Cette convergence a constitué la base de la communication informatisée dans le domaine de la musique. Alors que la mise en réseau transcende les paradigmes de communication conventionnels, se transformant en un espace virtuel partagé qui se nourrit de la présence et de l'interaction corporelles, les notions traditionnelles de musique de chambre, définies par leur dynamique spatiale et temporelle complexe, subissent une profonde métamorphose sous les auspices de la NMP. Catégorisés en fonction des dimensions temporelles (synchrone/asynchrone) et spatiales (co-localisé/éloigné), les systèmes NMP visent à faciliter les interactions musicales synchrones en temps réel entre des musiciens séparés par des frontières géographiques. L'objectif



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

principal est de simuler des environnements immersifs propices à un large éventail d'activités musicales, allant des télé-auditions, de l'enseignement à distance et des répétitions aux jam sessions et concerts distribués. Cependant, la complexité des interactions musicales nécessite un examen méticuleux. Les musiciens habitués à pratiquer à proximité physique s'appuient non seulement sur des indices auditifs, mais aussi sur les réverbérations ambiantes dans leur environnement et sur des indices visuels glanés dans les mouvements et les gestes des autres interprètes.

La recherche préliminaire sur le NMP s'efforce d'élucider les défis technologiques complexes inhérents à la facilitation des performances en temps quasi réel entre des musiciens situés dans des lieux disparates, avec un accent particulier sur la formation professionnelle et pré-professionnelle dans le milieu de l'opéra. L'impact perturbateur de la pandémie de Covid-19 sur l'éducation musicale, en particulier au niveau tertiaire, a souligné l'urgence de solutions innovantes dans les méthodologies d'apprentissage à distance et mixte. Par conséquent, l'approche NMP apparaît comme un puissant catalyseur pour ce projet de recherche, mis en place dans le cadre du projet Erasmus+ financé par l'UE, Virtual Stage⁸ et amélioré au cours du projet IMSV. Dans le but de donner aux éducateurs musicaux des lignes directrices complètes pour orchestrer les échanges virtuels dans la pratique de la musique de chambre et la formation vocale, ce projet souligne le rôle central des techniques de Partial PlayBack (PPB) et de NMP, en mettant l'accent sur cette dernière. Rottondi et al. ont méticuleusement examiné l'utilisation des technologies NMP, résumant leurs conclusions dans le tableau suivant.⁹

⁸ Scène virtuelle - Référence n° 2020-1-IT01-KA226-VET-008970 - Erasmus+ Action clé 2 - KA226

⁹ Rottondi, C. ; Chafe, C. ; Allocchio, C. ; Sarti, A., *An overview on networked music performance technologies*, IEEE ACCESS, 2016



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.

Tableau 1 - Liste des solutions NMP selon Rottondi et al. (2016).

Auteurs	Nom	L'architecture	Réseau gamme	Protocoles de réseau	Type de données	#Chaînes audio	Multi-synchro de 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



IN MEDIA STAT VIRTUS
 Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

Sawchuk, Zimmermann, Chew et al.	-	Client- Serveur	WAN	RTP/RTSP, UDP	audio, vidéo, MIDI	16	GPS, CDMA	MPEGI-4
Akoumianakis et al.	Musinet	Client- Serveur ou P2P	WAN	SIP (signalisation), RTP (flux), HTTP (texte)	audio, vidéo	tous	aucun	OPUS (audio), H.264 (vidéo)
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



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
 Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

Caceres et al.	Jacktrip	Client- Serveur ou P2P	WAN	UDP	audio	tous	logiciel- rééchantillo nnage audio basé sur la technologie	non compressé
Akoumianakis 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- rééchantillo nnage audio basé sur la technologie	non comprimée ou CELT
Meier et al.	Jamerry	P2P	WAN	UDP	audio	2	maître externe horloge	OPUS
Chafe et al.	StreamBD	P2P	WLAN	UDP, TCP	audio	tous	aucun	non compressé

1.1.1 Examen succinct des logiciels NMP

Plusieurs applications logicielles énumérées dans le tableau ont joué un rôle déterminant dans le développement du projet InterMUSIC. Parmi ces applications, on peut citer

- **JackTrip** - Développé par le groupe de recherche SoundWIRE du CCRMA, JackTrip facilite les performances musicales bidirectionnelles. Il fonctionne sur la base d'une transmission audio non



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

compressée via des liaisons à haut débit comme Internet2. Toutefois, la version actuelle ne prend pas en charge la transmission vidéo.

- LOLA - Créé 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 repose sur un matériel d'acquisition audio/vidéo à faible latence. Il optimise toutes les étapes nécessaires à la transmission de contenus audio/vidéo par le biais de connexions réseau dédiées.
- **UltraGrid** - Logiciel à code source ouvert, UltraGrid permet la transmission d'audio/vidéo à faible latence. Bien que ses performances n'égalent pas celles de LOLA, UltraGrid offre une plus grande souplesse d'utilisation avec du matériel et des réseaux génériques. En outre, il permet aux contributeurs de mettre en œuvre de nouvelles fonctionnalités, ce qui renforce son adaptabilité et sa polyvalence.

Ces outils logiciels ont joué un rôle essentiel dans l'amélioration des capacités des projets NMP, en facilitant la transmission audio et vidéo transparente dans des lieux éloignés. Leurs contributions ont été inestimables pour concrétiser la vision d'environnements musicaux virtuels interconnectés.

1.1.2 Le cadre de la Networked Music Performance

Une performance musicale se manifeste lorsque deux entités ou plus s'engagent dans une interaction musicale par le biais d'un support partagé. Ces entités peuvent être des musiciens lors d'une répétition, ainsi que des instructeurs et des apprenants. Pour répondre à une myriade de scénarios potentiels, les performances peuvent se dérouler avec tous les participants dans le même espace physique (performance locale), dispersés sur des distances géographiques (performance en réseau), ou avec une combinaison des



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

deux (performance mixte). L'interaction entre les participants est facilitée par un support désigné. Dans les représentations locales, ce support est physique, comme la propagation du son dans l'air. À l'inverse, les représentations en réseau s'appuient sur une infrastructure numérique, utilisant la connectivité Internet et des logiciels/matériels spécialisés dans les NMP pour relier les participants. Les spectacles mixtes impliquent l'utilisation de supports physiques et numériques.

1.2 Matériel et méthodes

La méthodologie NMP adoptée dans le projet IMSV est centrée sur Jamulus, un logiciel libre et gratuit développé par Volker Fischer et al.¹⁰ en C++. Jamulus permet des répétitions en direct, des sessions d'improvisation et des représentations avec des musiciens situés n'importe où sur l'internet. Ce logiciel est hébergé sur SourceForge sous la licence publique générale GNU (GPL) et est compatible avec les systèmes d'exploitation Linux, Windows et MacOS. Construit sur le framework Qt, Jamulus utilise le codec audio OPUS¹¹.

L'architecture fondamentale de Jamulus comprend un modèle serveur-client. Un serveur central, équipé du logiciel serveur Jamulus, regroupe les données audio de chaque client connecté, mixe les flux audio et redistribue le mixage composite à tous les participants. Ce processus est illustré de manière schématique dans la figure ci-dessous.

¹⁰ V. Fischer, "Étude de cas : Réaliser des répétitions de groupe sur Internet avec Jamulus".

¹¹ 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.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.

À la base, Jamulus utilise une interface audio basée sur le rappel pour capturer des blocs d'échantillons audio à partir de diverses sources telles que des microphones USB, des interfaces MIDI ou des sorties de cartes audio. Ces blocs d'échantillons sont encodés à l'aide du codec OPUS¹² pour minimiser la latence et transmis sur l'internet via le protocole UDP (User Datagram Protocol). Le serveur utilise une série de tampons de gigue pour gérer les paquets réseau asynchrones reçus de tous les clients connectés. Dans la boucle de traitement du serveur, les paquets de données des différents clients sont extraits du tampon de gigue, décodés et mélangés pour produire un ensemble unifié. Ce mélange est ensuite compressé à l'aide d'OPUS et diffusé à tous les clients connectés via des paquets UDP. Dès leur réception, ces paquets sont stockés dans des tampons de gigue sur les appareils clients. Lors des rappels ultérieurs de l'interface audio, les paquets réseau sont récupérés dans le tampon de gigue, décodés et transmis à la carte son pour la sortie .¹³

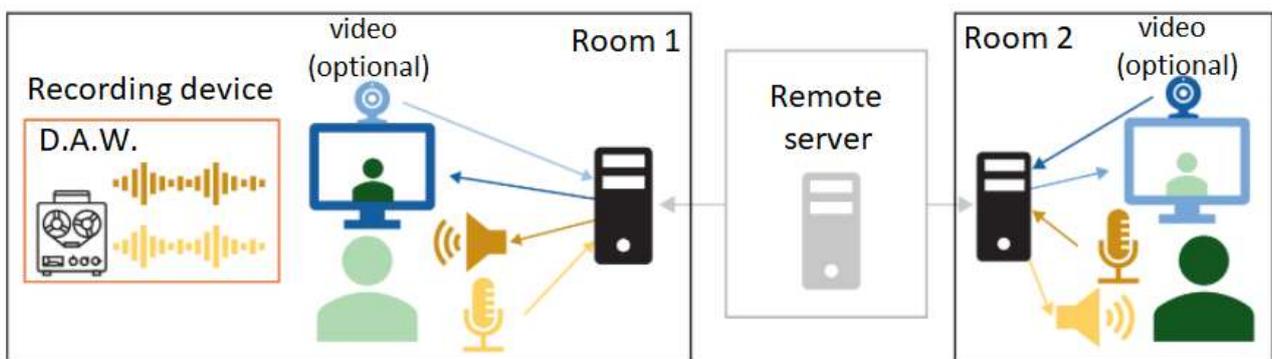


Figure 1-Structure d'une répétition NMP basée sur le service. Les utilisateurs sont également connectés par appel vidéo (sans audio) et l'un d'entre eux connecte la plateforme NMP à une Digital Audio Workstation pour l'enregistrement audio.

¹² [https://en.wikipedia.org/wiki/Opus_\(format_audio\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Opus_(format_audio)), <https://opus-codec.org/>

¹³ Fischer, "Case Study : Réaliser des répétitions d'orchestre sur Internet avec Jamulus".

1.2.1 Installation du dispositif expérimental

La configuration de Jamulus sur plusieurs plateformes est un processus relativement simple, comme indiqué sur le site web du logiciel. En fonction des préférences matérielles de l'utilisateur, les sélections d'entrée et de sortie peuvent être configurées dans les paramètres ASIO.

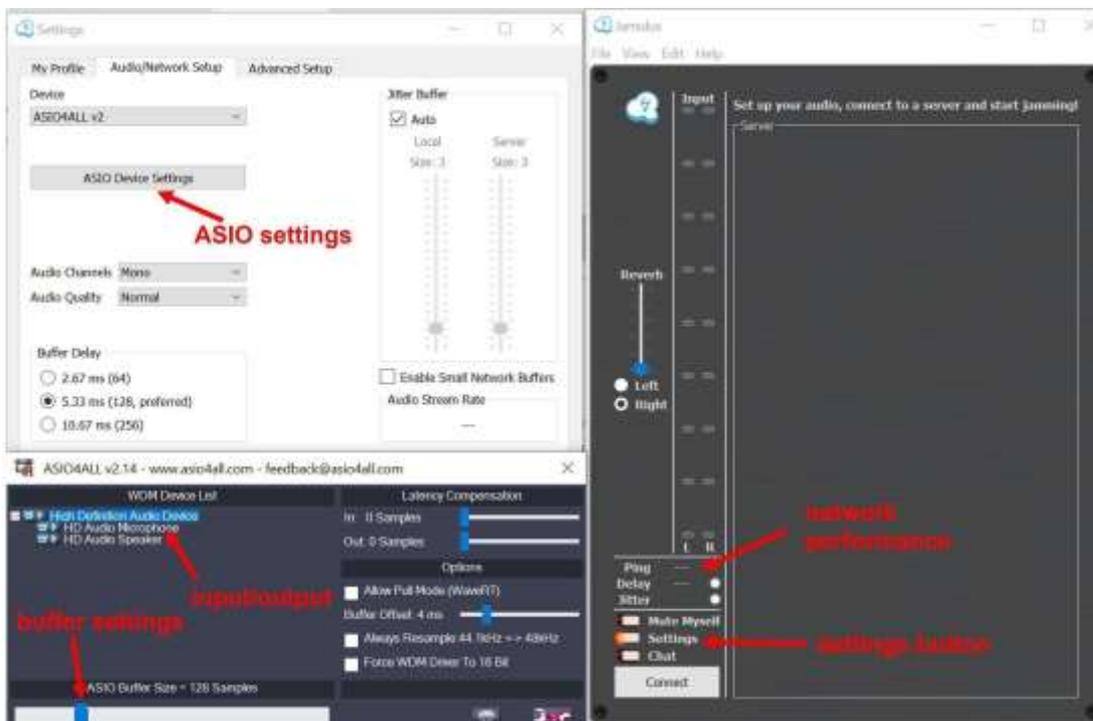


Figure 2 - Le panneau principal (table de mixage) de Jamulus sur le côté droit, avec les réglages audio en haut à gauche et les réglages ASIO4all en bas à gauche.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

Dans le cadre du projet IMSV, nous avons utilisé trois configurations audio différentes pour le NMP avec Jamulus :

- **Configuration de base** - PC ou ordinateur portable avec un casque budget (filaire) et un microphone intégré (ou filaire). Configurations PC : Windows / Linux / Mac OS.
- **Configuration moyenne** - PC ou ordinateur portable avec des écouteurs de qualité, une connexion internet sans fil rapide, un microphone externe USB.
- **Configuration avancée** - PC ou ordinateur portable avec des écouteurs de qualité, une connexion Internet rapide, une carte audio externe, un microphone externe USB, le PC achemine le flux audio de Jamulus vers une Digital Audio Workstation numérique.

Mesurer la vitesse de la connexion internet est un bon moyen de déterminer si la technique NMP peut fonctionner. Le service gratuit d'Ookla¹⁴ peut être utilisé pour réaliser cette tâche. Le test indique le ping en ms, la vitesse de téléchargement et de téléversement en Mbps. Pour obtenir une session NMP décente, les auteurs recommandent une vitesse de téléchargement d'au moins 60 Mbps.



Figure 3 - Résultat d'un speedtest sur la plateforme gratuite Ookla réalisé à Lyon (France) lors d'un test NMP.

¹⁴ <http://www.speedtest.net/>



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601



Figure 4 - Résultat d'un speedtest sur la plateforme gratuite Ookla réalisé à Genève (Suisse) lors d'un test NMP.

Les résultats des tests de vitesse illustrés par les figures 3 et 4 montrent des conditions optimales pour les tests NMP. Les deux connexions sont basées sur la fibre optique.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.

Tutoriel simple pour les étudiants pour commencer à travailler avec Jamulus dans Mac os System et Windows.

1. Allez sur <https://jamulus.io/> et téléchargez l'application gratuite pour votre système d'exploitation.



Figure 5- Processus d'installation sur le site web de Jamulus.



Configuración - cómo empezar con Jamulus

Para obtener el mejor resultado con Jamulus, como mínimo necesitas:

1. Una conexión a Internet por cable (y apaga el Wi-Fi. Ver las FAQ).
2. Auriculares por cable (no de Bluetooth o inalámbricos - ver las FAQ).
3. Un dispositivo de audio, tarjeta de sonido y micrófono decente (consulta esta lista para ver ejemplos).

Si tienes alguna duda, por favor consulta las [Discusiones](#).

Instalación

Para hacer que Jamulus funcione con tu hardware, por favor sigue la guía de instalación para tu plataforma:

- Windows
- macOS
- Linux

Android e iOS se pueden utilizar también, pero aún se consideran experimentales.

Y por ahora, tiene todas las demás aplicaciones. Es mejor empezar con lo simple primero.

Configuración de Hardware

Si utilizas hardware de audio externo, configúralo antes de arrancar Jamulus. Si no has configurado tu hardware, por favor consulta las guías de instalación mencionadas arriba.

[Ventana principal de Jamulus](#)

Cómo usar Jamulus

- Configuración
- Windows
- macOS
- Linux
- Manual del Usuario
- FAQ
- Restricciones

Más

- Administración
- Comandos y
- Base de Datos
- Declaración

The Jamulus Project

Figure 6 - Choix multiplateforme sur la page web de Jamulus.

2. Téléchargez et exécutez l'application et acceptez les conditions.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

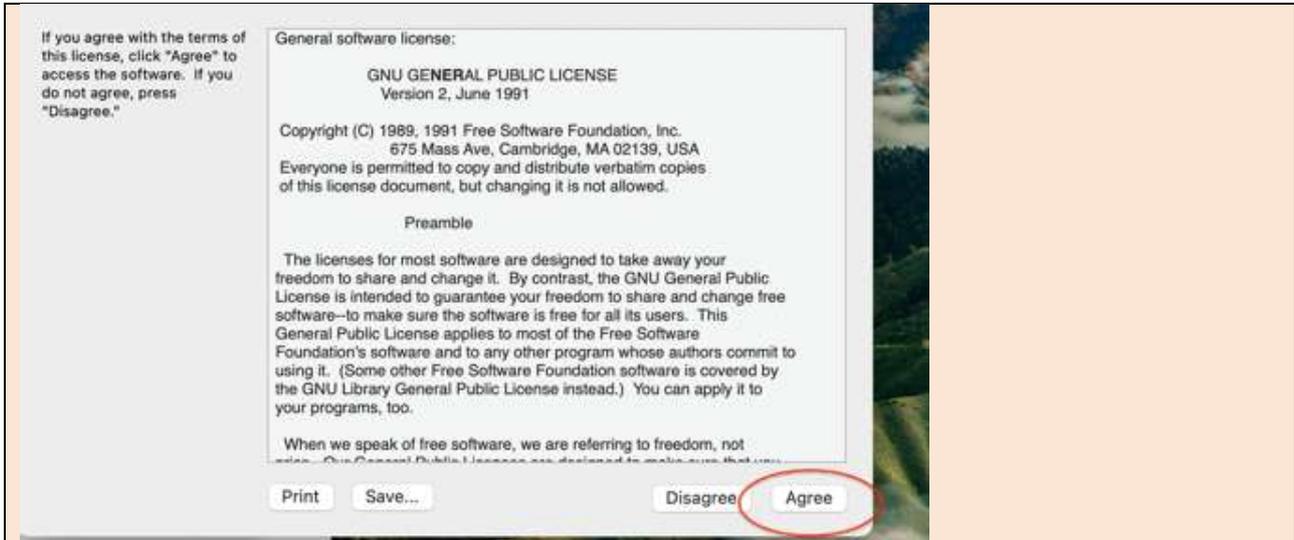


Figure 7 - Finalisation du processus d'installation.

3. Placez l'application dans le dossier des applications.
4. Lancez l'application et vérifiez le microphone et les téléphones. Il est préférable de connecter un microphone externe et des téléphones pour obtenir un meilleur son et une meilleure coordination.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601



Figure 8 - La fenêtre principale du mélangeur Jamulus.

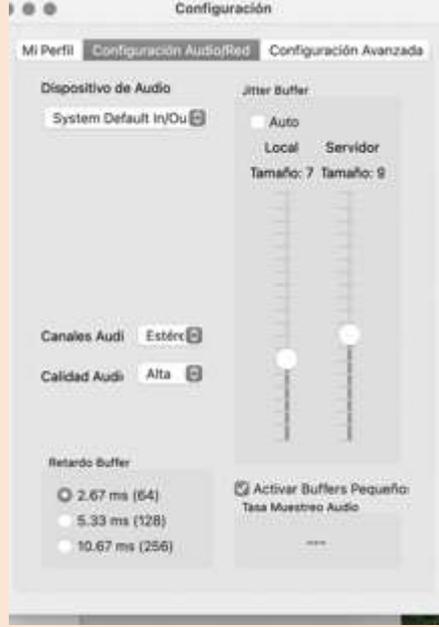
5. Configurer le microphone et la sortie.



Figure 9 - Zoom sur le bouton de réglage du mélangeur Jamulus



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



6. Cliquez sur le paramètre Audio devices (1) et sur Buffer au minimum (2,67 ms).



Figure 11 - Les paramètres audio de Jamulus.

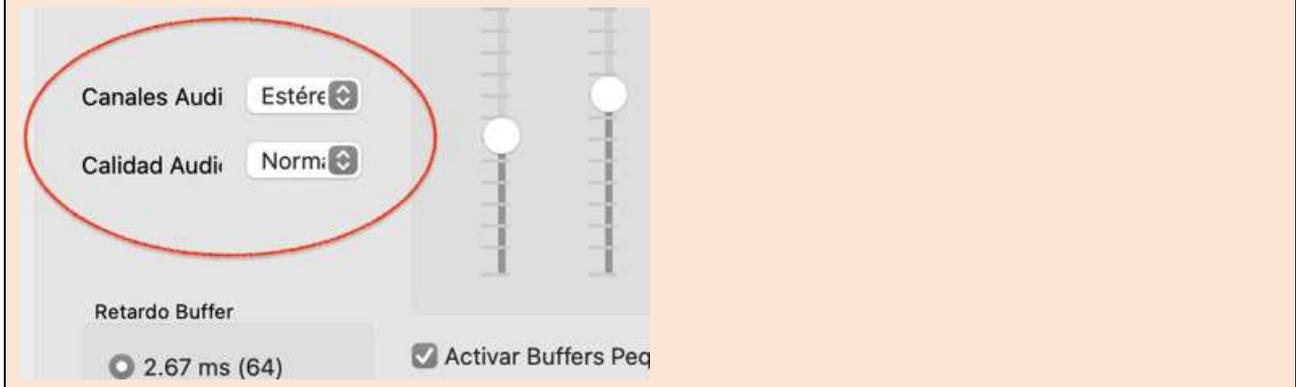


Figure 12 - Choix des canaux audio dans le panneau de configuration.

7. Choisissez un système stéréo et un son de qualité moyenne.
8. Se connecter aux serveurs.

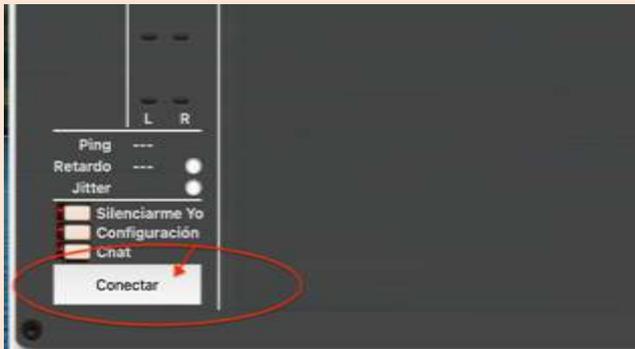


Figure 13 - Le bouton de connexion sur le mélangeur Jamulus.

9. Choisissez un serveur. Essayez d'en sélectionner un avec un délai court (dans ce cas, le plus court est Dadá Music en Espagne).

Dada Music Sound	28 ms	1/12	Spain
Xabier			
Hartshill_Hayes	32 ms	0/12	Nuneaton, United Kingdom
XavsJamulusServer	32 ms	0/10	London, United Kingdom
*** JAMULICIOUS ***	32 ms	0/12	London, United Kingdom
PhilJam	32 ms	0/10	London, United Kingdom
MITA_JamServer	33 ms	0/10	London, United Kingdom
NJoy	35 ms	0/10	London, United Kingdom
Anders	36 ms	0/10	Amsterdam, Netherlands
thelowkicks	39 ms	0/10	Pula, Croatia
Andre's UK Sound	39 ms	1/18	London, United Kingdom
(Streamer)			

Figure 14 - La liste des serveurs disponibles s'affiche.

10. Cliquez sur le serveur sélectionné et entrez dans la salle (si vous entrez dans une salle commune, vous devez demander aux musiciens si vous pouvez entrer avant ! Entrez avec MUTE pour ne pas déranger dans ce cas).

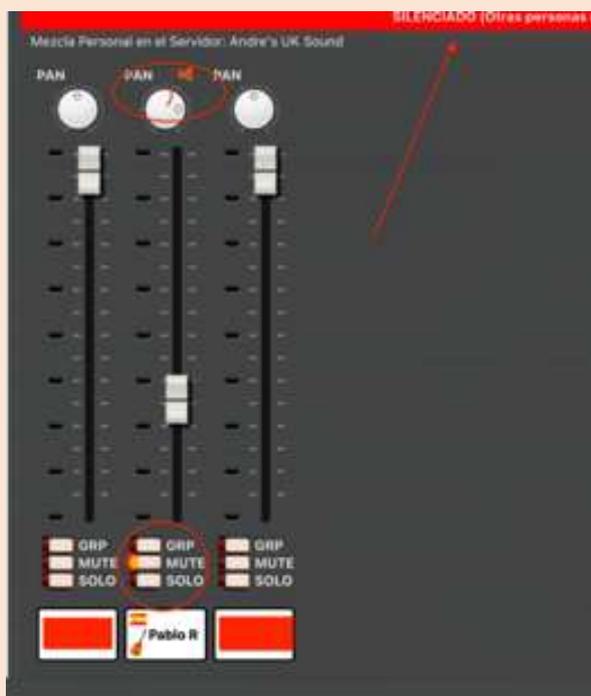


Figure 15 - Les musiciens apparaissent sur la table de mixage Jamulus.

Normalement vous devez faire des corrections sur le micro et le volume de votre instrument, vous devez mettre votre instrument à 40 ms environ de distance du micro.

Vous pouvez maintenant commencer à faire des répétitions avec des étudiants ou des professeurs en ligne. Notez que le retard ne permet pas la musique rapide et les partitions contrapuntiques.

Les instructions ci-dessous ont pour but d'aider un étudiant à installer Jamulus sur Windows.

1. Nous commençons la session par une réunion Zoom.
2. L'étudiant partagera son écran pour le guider dans l'installation de Jamulus sous Windows.

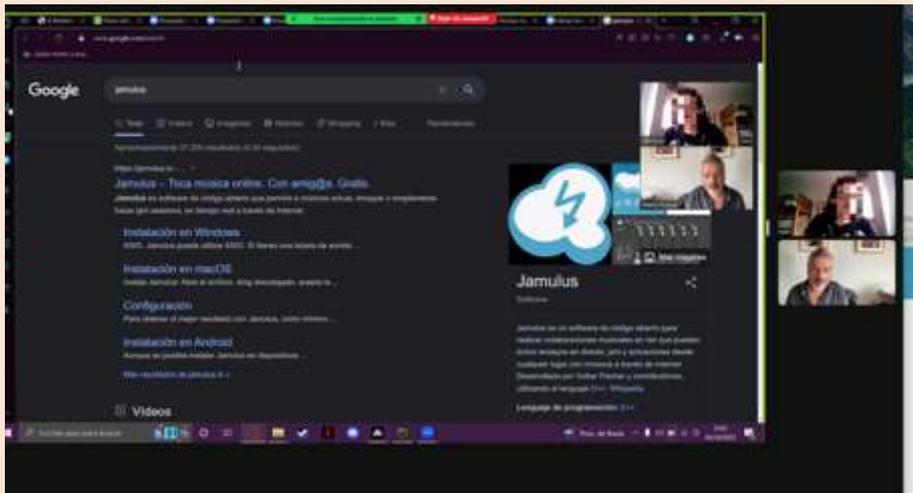


Figure 16 - Le tuteur aide un étudiant à installer Jamulus.

3. Suivez les instructions du petit tutoriel en ligne pour installer Jamulus sur Windows.

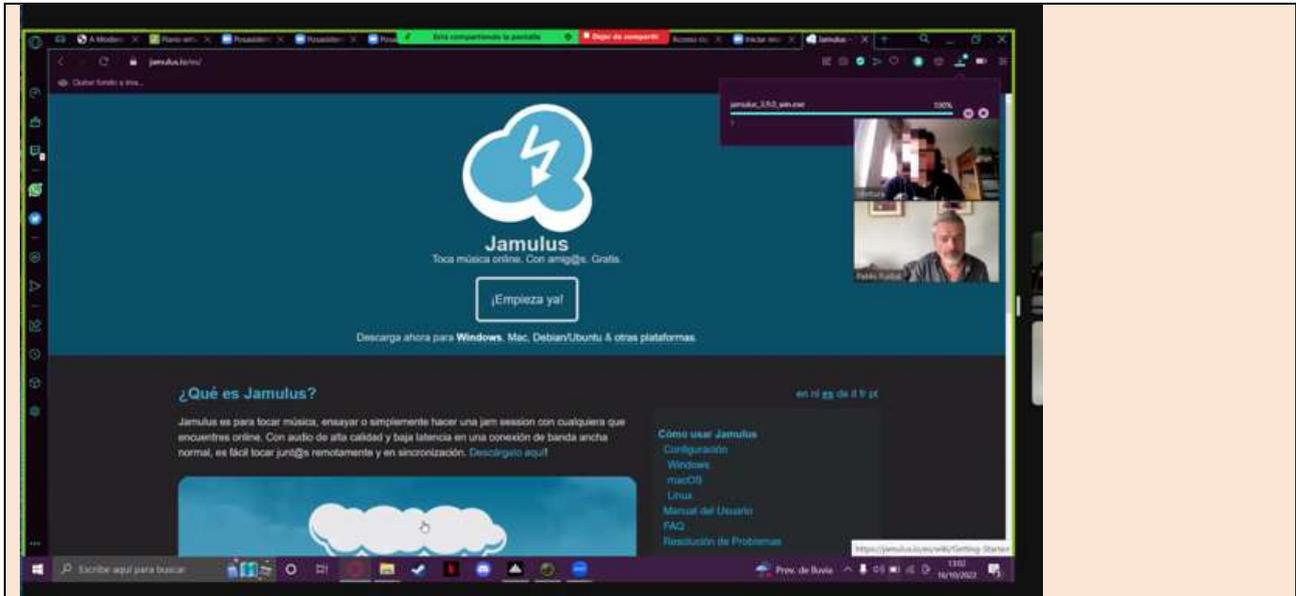


Figure 17- Le tuteur montre le site web de Jamulus à l'élève.

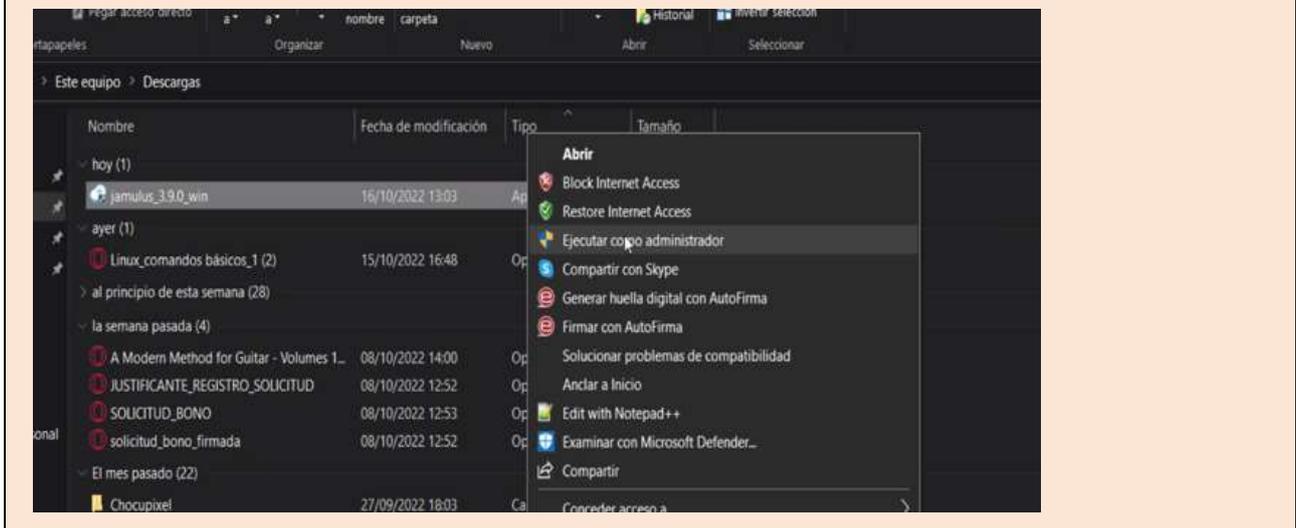


Figure 18 - Le fichier d'installation téléchargé de Jamulus.

4. Téléchargez l'application et le pilote ASIO et suivez les instructions.

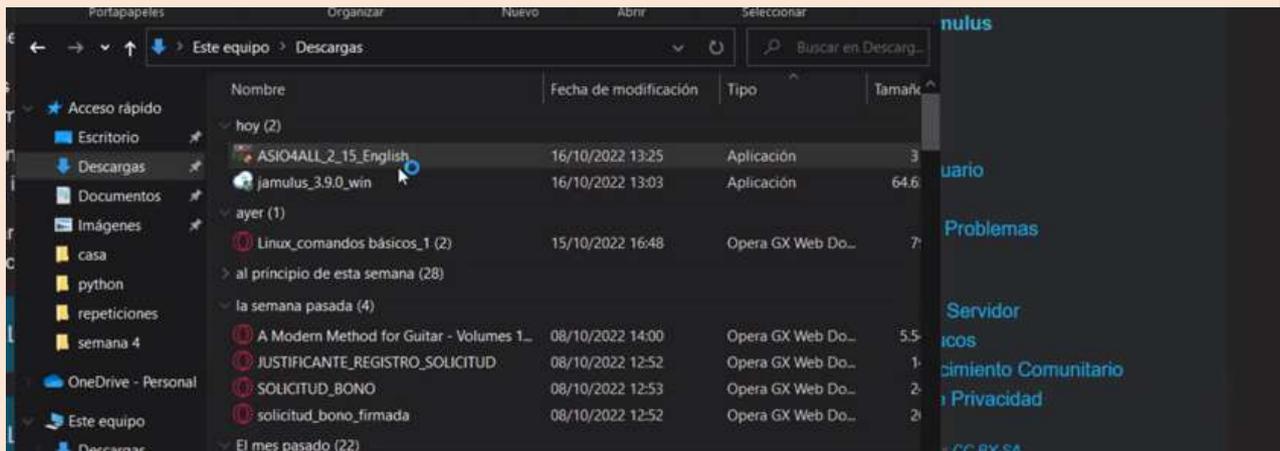


Figure 19 - Le fichier d'installation téléchargé d'ASIO4all.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

The screenshot shows the ASIO4ALL website interface. On the left, under the heading "ASIO", there is a section titled "Jamulus puede utilizar ASIO." with two bullet points: "Si tienes una tarjeta de sonido/interfaz de audio externa, utiliza su driver ASIO oficial si puedes (normalmente ofrecen la mejor calidad)." and "Si no tienes una tarjeta externa, probablemente no tendrás instalado un driver ASIO. Por tanto, deberás instalar uno genérico como ASIO4ALL." Below this, it says "Puedes probar dos versiones de ASIO4ALL. ASIO4ALL v2.14 incluye una actualización para un bug que puede hacer fallar otras funcionalidades." There are two blue buttons: "ASIO4ALL v2.15 Descarga" and "ASIO4ALL v2.14 Descarga". Below these are links for "Web ASIO4ALL" and "Configurar ASIO4ALL". A paragraph follows: "Quizá tengas que experimentar un poco, dependiendo de tu hardware de audio. Si todo funciona de entrada, no tienes que hacer nada." and a "Consejo" (tip) about configuring the card while connected to a server. On the right side, there is a navigation menu with links: "Cómo usar Jamulus", "Configuración", "Windows", "macOS", "Linux", "Manual del Usuario", "FAQ", "Resolución de Problemas", and "Más" (with sub-links: "Administrar un Servidor", "Consejos y Trucos", "Base de Conocimiento Común", "Declaración de Privacidad"). At the bottom right of the menu, it says "The developers © 2018-2021".

Figure 20 - Plusieurs versions d'ASIO4all, nous suggérons la plus récente.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



Figure 21 - Si le pilote ASIO n'est pas installé, Jamulus demande d'installer les pilotes ASIO.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

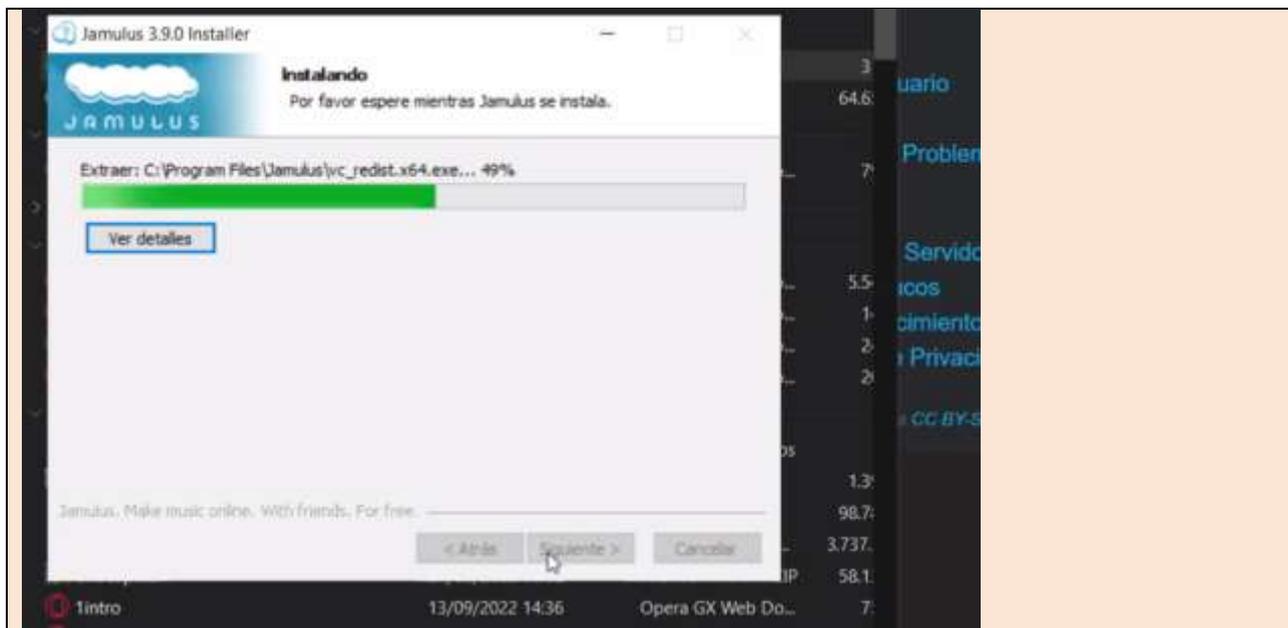


Figure 22 - Jamulus s'installe sur l'ordinateur.

Une fois l'installation de Jamulus terminée, vous devez configurer l'audio, ce qui constitue la partie la plus importante du processus. Veuillez suivre les instructions ci-dessous :

1. Se connecter au serveur.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.

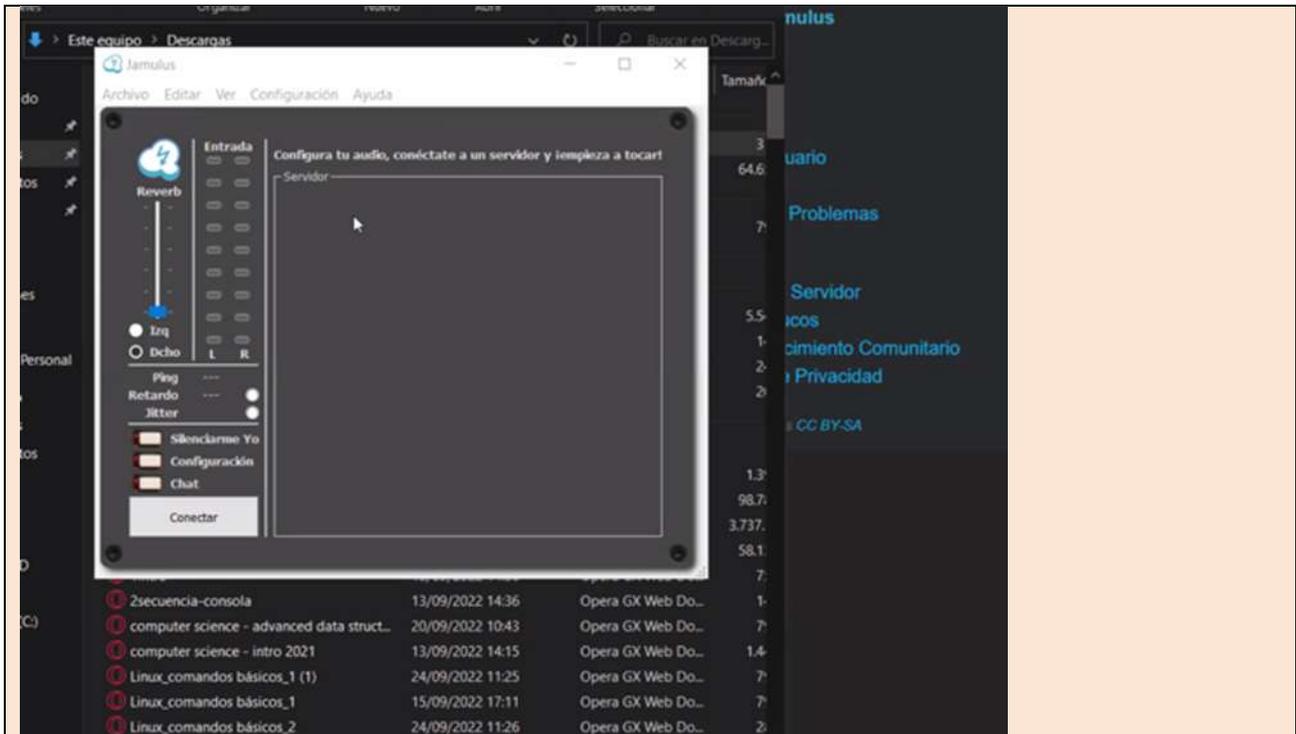


Figure 23 - Le mélangeur Jamulus apparaît lorsque le programme est exécuté.

2. Choisissez un serveur qui a une faible latence (dans notre cas, nous préférons choisir Dadá Music Sound en Espagne pour une meilleure stabilité).



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

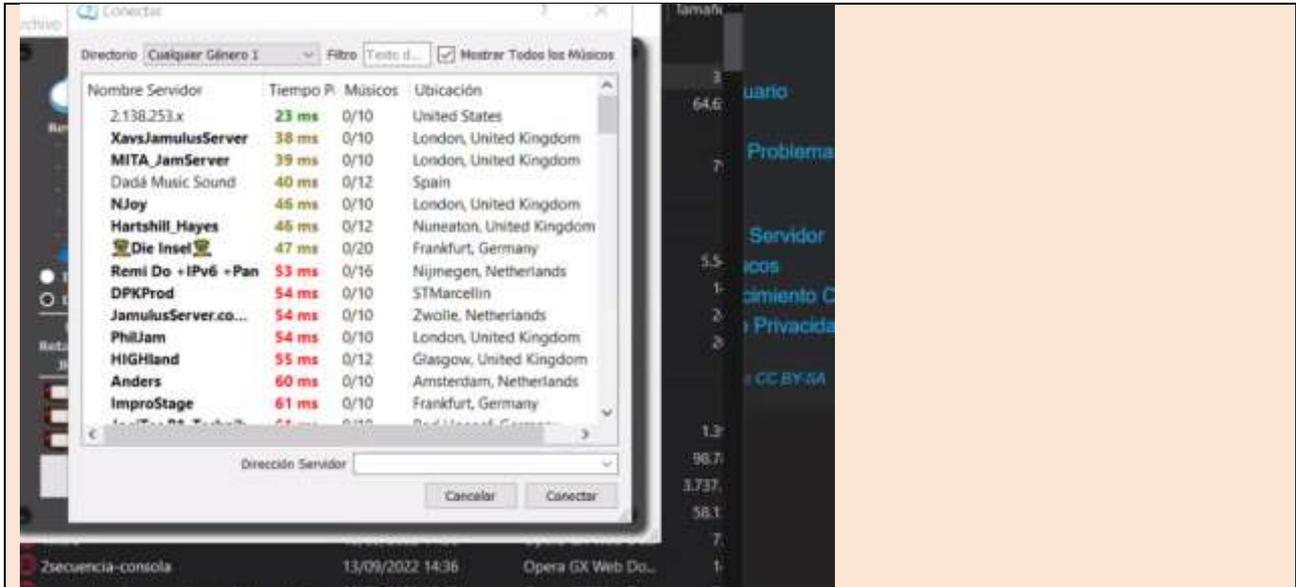


Figure 24 - Une fois que vous avez appuyé sur le bouton "connect", la liste des serveurs s'affiche.

3. Nous aidons à configurer l'audio de l'élève en mode distant.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.

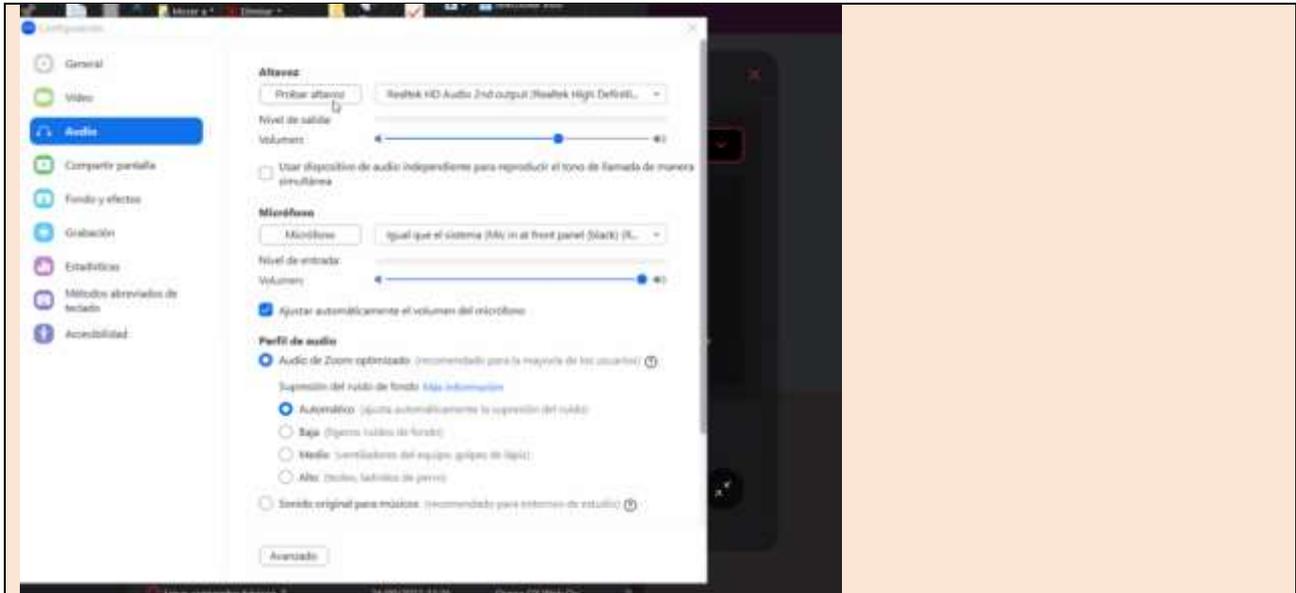


Figure 25 - Comme le flux audio passe par Jamulus, le flux audio provenant de Zoom doit être désactivé.

Pour commencer à jouer, nous entrons dans la même pièce et vérifions l'audio de Jamulus (n'oubliez pas de déconnecter l'audio sur ZOOM).

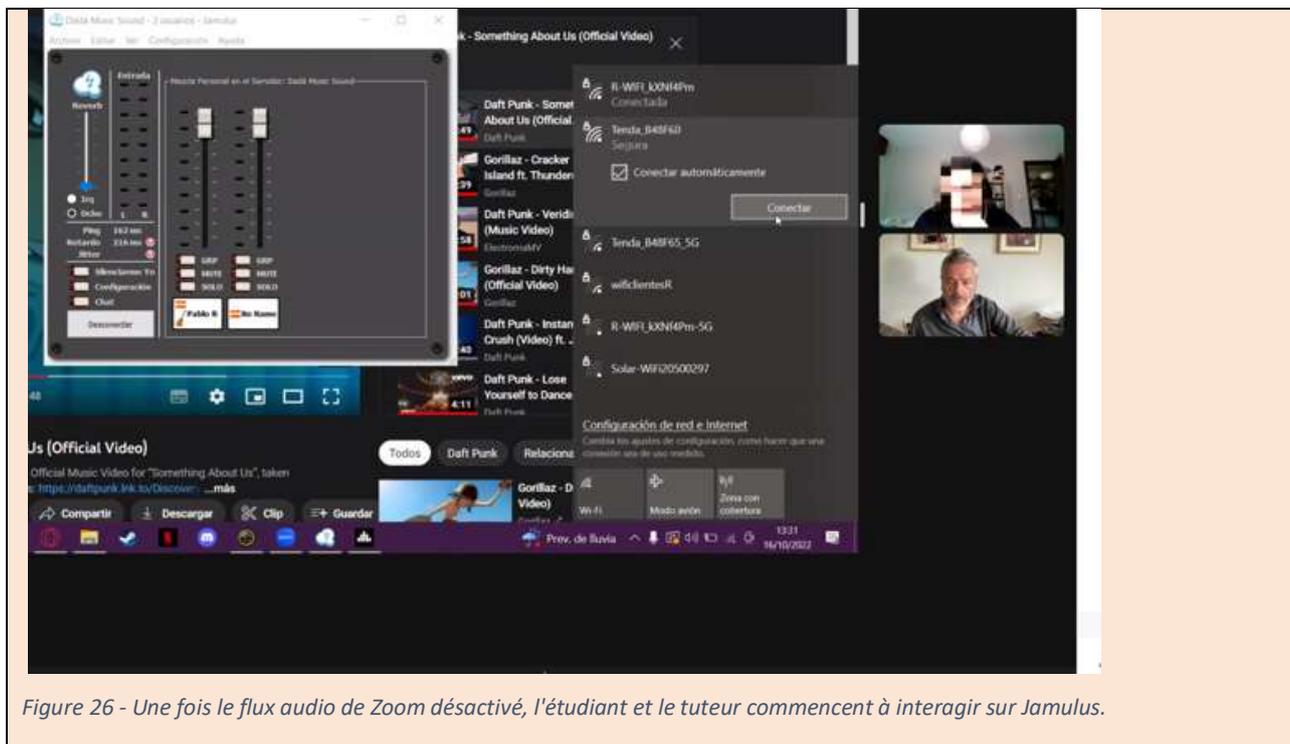


Figure 26 - Une fois le flux audio de Zoom désactivé, l'étudiant et le tuteur commencent à interagir sur Jamulus.



Figure 27- Le mélangeur de Jamulus indique les niveaux d'intensité par des barres vertes.

Nous répétons la séquence avec le deuxième élève.

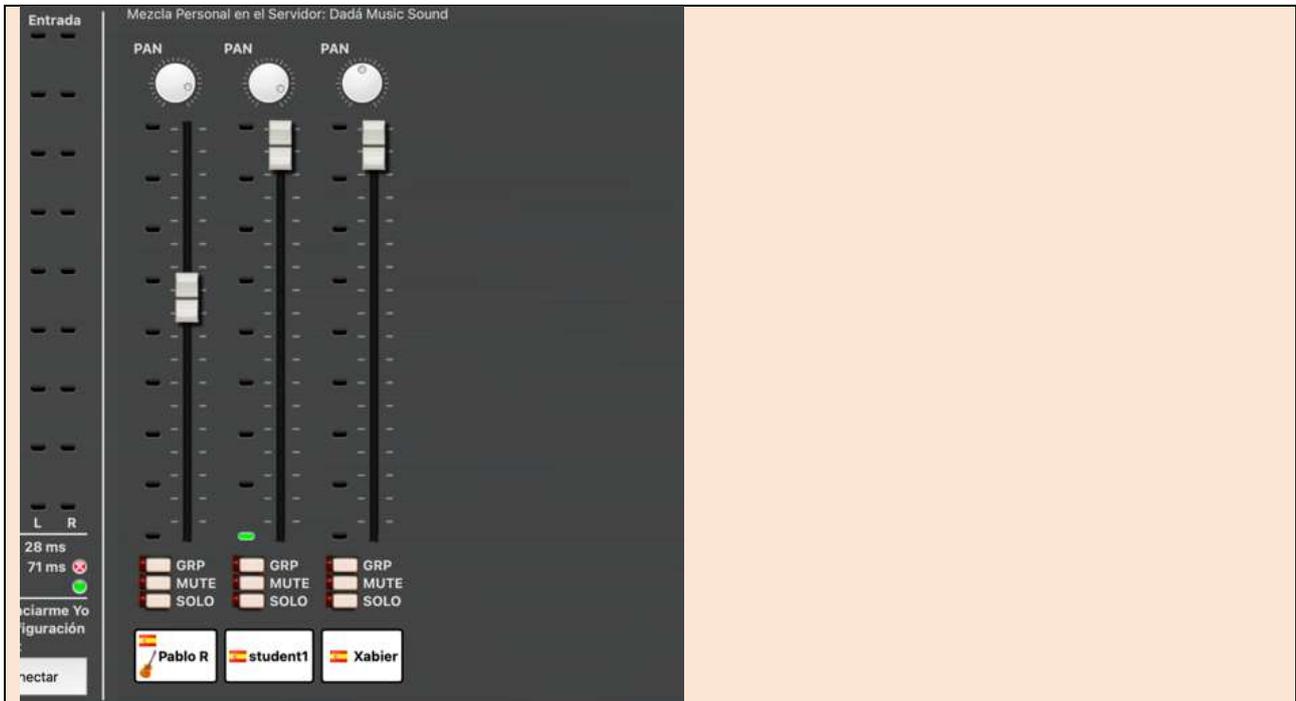


Figure 28 - Un deuxième élève rejoint l'espace audio de Jamulus, comme dans une salle de classe virtuelle.

Tout d'abord, nous faisons une échelle ensemble pour synchroniser nos sons, à la fois en termes de vitesse et de son. Nous marquons la différence avec un métronome pour nous rendre compte de la latence.

Nous pouvons faire quelques exercices ensemble : une mélodie simple sur une harmonie et répéter en changeant les rôles.

Ensuite, nous pouvons lire une partition d'abord lentement, puis accélérer le tempo.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

1.3 Expérimentation dans le domaine de la musique en réseau

La phase expérimentale de la Networked Music Performance a commencé pendant le projet de scène virtuelle pour les classes de chant artistique du conservatoire de Florence (formation pré-professionnelle), et s'est poursuivie pendant le projet IMSV pour la formation instrumentale et vocale professionnelle.

1.3.1 Formation préprofessionnelle à l'interprétation de chansons d'art

Sous la direction de Leonardo De Lisi, professeur d'interprétation de chansons d'art au Conservatoire Luigi Cherubini de Florence (Italie), le segment expérimental d'un point de vue pédagogique s'est déroulé pendant le confinement pandémique en Italie (mars 2020 - mai 2021). Bien que le volume de données collectées ne soit pas suffisant pour permettre une analyse statistique complète, l'expérimentation a néanmoins permis de dégager des idées et des tendances précieuses concernant l'utilisation de la Networked Music Performance dans le cadre du projet de scène virtuelle. Cette exploration constitue une étape fondamentale vers la compréhension des applications et implications potentielles de la Networked Music Performance dans l'éducation musicale et la formation professionnelle.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.

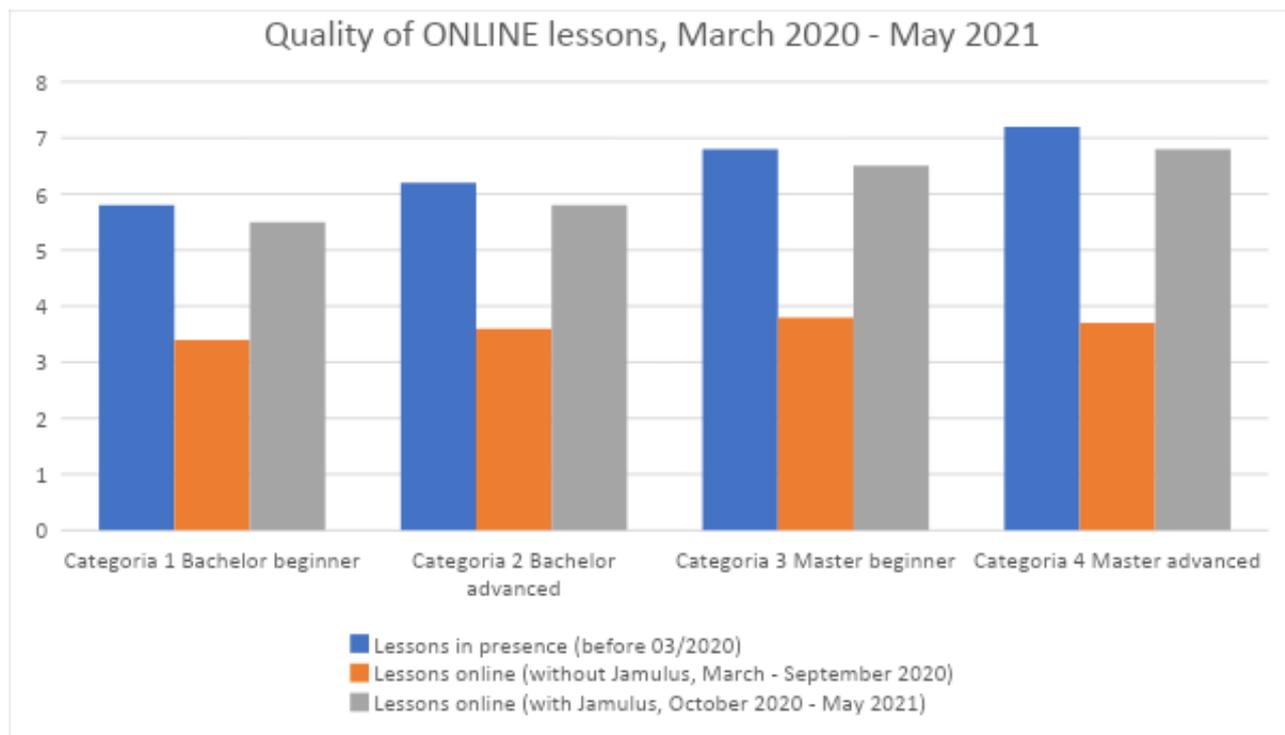


Figure 29 - Résultats de l'enquête menée dans le conservatoire de Florence de mars 2020 à mai 2021.

Tout au long de la période de confinement pandémique s'étendant de mars 2020 à mai 2021, une enquête complète a été menée auprès d'une cohorte de 24 chanteurs inscrits au cours "Musica Vocale da Camera". Cette enquête, supervisée par l'instructeur, visait à évaluer les progrès académiques et à recueillir les commentaires des étudiants au cours de trois phases distinctes.

Le calendrier de l'enquête comprend trois périodes charnières :



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

1. **Avant le verrouillage (avant mars 2020)** - Au cours de cette phase, toutes les leçons ont été dispensées en personne, avec une participation de 100 %.
2. **Pendant le verrouillage national (de mars à septembre 2020)** - En l'absence d'utilisation de Jamulus, les leçons en ligne ont remplacé l'enseignement traditionnel en face à face. L'évaluation s'est concentrée sur l'efficacité de ces sessions en ligne, représentant 100% des leçons restantes prévues pour l'année académique 2019-20.
3. **Après le verrouillage national (à partir de septembre 2020)** - Avec l'intégration de la technologie Jamulus, les cours en ligne ont repris, constituant 50 à 60 % des cours prévus pour l'année académique 2020-21.

La période d'enquête s'est étendue du 27 décembre 2021 au 22 janvier 2022, ce qui a permis une évaluation complète de la transition de l'enseignement en personne à l'enseignement en ligne.

Le groupe d'enquête était composé de 24 chanteurs répartis sur quatre niveaux académiques distincts :

- **Débutants en licence (1ère/2ème année)** - Composés de 7 étudiants qui entament leur parcours de licence.
- **Bachelor advanced (3rd Year)** - Comprend 5 étudiants qui ont progressé à des niveaux avancés dans leurs études de premier cycle.
- **Débutants en master (1ère année)** - regroupant 6 étudiants commençant leurs études de troisième cycle.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

- **Master avancé (2ème année)** - dont 6 étudiants en phase avancée de leur parcours postuniversitaire.

Cette représentation diversifiée a permis une analyse complète de l'impact des différents niveaux académiques sur l'efficacité des modalités d'apprentissage en ligne.

Les échelles d'évaluation proposées sont les deux suivantes :

- **Échelle d'évaluation des résultats scolaires (enseignant)**

0 - 1 Totallement négatif (aucun résultat, parfois même une sorte de régression vers un niveau moins avancé de compétences professionnelles : Refusé)

1 - 2 Très faible (progression minimale, manque d'organisation et nombreux retards dans la préparation du travail demandé, nombreuses erreurs dans les tests d'évaluation, incapable de passer au niveau suivant) : Refusé)

2 - 3 Médiocre (Malgré une certaine progression, les élèves montrent un manque évident des compétences requises pour passer au niveau suivant : NON PASSÉ)

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 : PASSÉ 24/30)

5 - 6 Très bon (Très bonne exécution des tests d'évaluation, presque sans erreur : PASSÉ 27/30)

6 - 7 Excellent (performance presque parfaite des tests d'évaluation, pas d'erreurs et exécution exacte de toutes les tâches requises : PASSÉ 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 : PASSÉ 30/30 cum laude)

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



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

0 - 1 Totallement 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 Médiocre (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 Suffisant (je sens que j'ai appris quelque chose et que je peux 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 : cependant, je suis 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 ; j'ai vraiment hâte de participer à mes prochaines leçons et à 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)



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

7 - 8 Dépasser les attentes (C'est 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 !)

Évaluation des leçons et des résultats scolaires

Pendant toute la durée de cette étude, les étudiants ont été chargés d'évaluer la "qualité" de leurs cours au cours de trois phases distinctes, en s'attachant particulièrement à mesurer leur sentiment de satisfaction ou de frustration par rapport à leurs progrès scolaires. Pour compléter les évaluations des étudiants, l'instructeur a ajouté à leurs commentaires des observations personnelles tirées des interactions et des évaluations des cours réalisées avant et pendant la fermeture pour cause de pandémie.

L'analyse complète des données a permis de dégager une tendance perceptible, révélant qu'avant l'adoption généralisée de la technologie Jamulus, les cours en ligne ne répondaient souvent pas aux attentes. Ces sessions ont produit des résultats jugés insatisfaisants ou simplement adéquats par rapport aux normes d'excellence antérieures. Le principal facteur contribuant à cette insatisfaction était le temps de latence, qui entravait le développement des compétences des étudiants et de l'instructeur.

Toutefois, avec l'intégration de Jamulus et d'autres améliorations numériques telles qu'une meilleure connectivité Wi-Fi et l'utilisation de microphones et de haut-parleurs dédiés, la qualité de l'enseignement en ligne s'est considérablement améliorée. L'introduction de ces outils technologiques a entraîné une nette amélioration de la qualité des cours et des résultats scolaires, reflétant effectivement les normes atteintes dans les environnements traditionnels en face-à-face. Notamment, les étudiants avancés ont réagi plus favorablement à ces innovations technologiques, ce qui indique un retour aux niveaux prépandémiques d'engagement et de réussite scolaires.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

À l'inverse, au cours des premières phases du blocage de la pandémie, lorsque l'enseignement en ligne reposait uniquement sur des méthodes conventionnelles sans l'aide d'améliorations numériques ou l'utilisation de Jamulus, une baisse notable de la qualité des cours et des résultats scolaires a été observée dans toutes les cohortes d'élèves. Cette baisse a été particulièrement prononcée pendant la période de verrouillage national strict, au cours de laquelle les cours étaient dispensés exclusivement en ligne. Au cours de cette période, les résultats scolaires ont chuté à des niveaux qualifiés de "suffisants", ce qui représente une rupture significative avec les normes d'excellence antérieures. Même les élèves les plus avancés n'ont pas été en mesure d'atteindre les niveaux d'excellence académique précédemment atteints.

Toutefois, avec l'intégration de Jamulus et le retour progressif à une approche d'apprentissage mixte combinant l'enseignement en ligne et en personne, la qualité du travail académique a connu un regain notable, les résultats reflétant ceux observés dans les environnements pré-pandémiques. Cela souligne le rôle essentiel joué par les innovations technologiques pour atténuer les perturbations causées par la pandémie et faciliter le retour à la normale dans les établissements d'enseignement.

CHANTEURS

Le tableau suivant résume les résultats de la formation au NMP dans le contexte des cours de chant artistique. Il compare l'efficacité perçue des solutions traditionnelles et des solutions basées sur les NMP pour résoudre les problèmes courants dans les cours de chant artistique, tels que la phonétique et la diction, l'interprétation de la ligne poétique, l'approche technique, l'interprétation musicale et la pratique de l'interprétation.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
 Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

Tableau 2 - Résumé des résultats avec et sans NMP pendant les pandémies.

Problèmes et amélioration des compétences académiques	Solution traditionnelle (avant l'urgence pandémique)	Amélioration de la technologie en réseau (pour faire face aux problèmes des cours numériques)	Outils
Phonétique et diction	<p>Étude d'exercices d'articulation et de prononciation avec une approche détaillée, avec des explications et des démonstrations directes par le professeur : l'élève essaie d'imiter, et le professeur fait des corrections.</p> <p>Lecture rythmique des textes en suivant la structure de la mélodie.</p>	<p>Diapositives avec explication théorique (utilisation intensive de l'alphabet phonétique international IPA).</p> <p>Des démonstrations audio enregistrées par l'enseignant avec un son de haute qualité.</p> <p>Démonstrations des exercices de l'élève à analyser et à vérifier par l'enseignant.</p> <p>Vidéoconférence en groupe ou cours individuel.</p> <p>Fichiers audio avec récitation de textes produits par les élèves et corrigés par l'enseignant.</p>	<p>PowerPoint ou similaire/Pdf ou similaire.</p> <p>Appareils d'enregistrement audio et vidéo (de haute qualité) avec de bons microphones.</p> <p>PC/Laptop/Notebook/iPad/ etc. avec des applications pour les vidéoconférences (telles que Zoom, Google Meets, Teams, Skype, etc.).</p>



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
 Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

<p>Interprétation du vers poétique</p>	<p>Traduction et explication de texte, avec référence aux styles, analyse de la période historique et résumé de la biographie de l'auteur.</p> <p>Conférence et réponse aux questions.</p>	<p>Diapositives avec explication théorique (utilisation intensive de l'alphabet phonétique international IPA).</p> <p>Des démonstrations audio enregistrées par l'enseignant avec un son de haute qualité.</p> <p>Démonstrations des exercices de l'élève à analyser et à vérifier par l'enseignant.</p> <p>Vidéoconférence en groupe ou cours individuel.</p> <p>Fichiers audio avec récitation de textes produits par les élèves et corrigés par l'enseignant avec des notes et des suggestions.</p>	<p>PowerPoint ou similaire/Pdf ou similaire.</p> <p>Appareils d'enregistrement audio et vidéo (de haute qualité) avec de bons microphones.</p> <p>PC/Laptop/Notebook/iPad/ etc. avec des applications pour les vidéoconférences (telles que Zoom, Google Meets, Teams, Skype, etc.).</p>
<p>Approche technique (technique vocale, posture corporelle)</p>	<p>Exercices techniques par la vocalisation, conseils pour l'échauffement vocal, explications et exemples par le</p>	<p>Sans possibilité d'interaction directe entre l'enseignant et le corps de l'élève, le même travail se fait en ligne, en utilisant également des vidéos et des images téléchargées sur</p>	<p>PowerPoint ou similaire/Pdf ou similaire.</p> <p>Appareils d'enregistrement audio et vidéo (de haute qualité) avec de</p>



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
 Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

	<p>professeur.</p> <p>En présence, la possibilité d'une interaction directe avec l'enseignant sur la posture et les mouvements, la vérification de l'interprétation correcte des exercices sur le corps de l'élève.</p>	<p>Internet.</p> <p>L'enseignant montre sur vidéo quelques moyens de vérifier l'interprétation correcte des exercices techniques et de la posture corporelle.</p> <p>Cours collectifs sur les méthodes techniques générales de respiration, de placement du son et d'articulation vocale.</p>	<p>bons microphones.</p> <p>PC/Laptop/Notebook/iPad/ etc. avec des applications pour les vidéoconférences (telles que Zoom, Google Meets, Teams, Skype, etc.)</p> <p>À ce stade, l'utilisation de Jamulus a amélioré la qualité de l'interaction sur la production sonore et a permis au groupe de travailler sur certains exercices spécifiques.</p>
<p>Interprétation musicale (mots combinés à la musique, pratique du style et analyse de la partition)</p>	<p>Analyse de la partition en la lisant et en relevant les principales caractéristiques musicales : conception rythmique et harmonique, structure et forme musicale, phrasé mélodique, lien entre la musique et la poésie.</p>	<p>Diapositives d'une présentation avec l'analyse des scores à utiliser pendant la conférence en ligne.</p> <p>Des démonstrations audio enregistrées par l'enseignant avec un son de haute qualité.</p> <p>Démonstrations des exercices de l'élève à analyser et à vérifier par l'enseignant.</p> <p>Vidéoconférence dans le cadre d'un</p>	<p>PowerPoint ou similaire/Pdf ou similaire.</p> <p>Appareils d'enregistrement audio et vidéo (de haute qualité) avec de bons microphones.</p> <p>PC/Laptop/Notebook/iPad/ etc. avec des applications pour les vidéoconférences (telles que Zoom, Google Meets, Teams, Skype, etc.).</p>



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
 Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

		<p>cours collectif pour partager avec les autres étudiants les résultats et les méthodes.</p> <p>Écouter de grands interprètes et analyser leur interprétation.</p>	
<p>Pratique et mémorisation des performances</p>	<p>En présence d'exercices d'interprétation devant le professeur et <i>avec l'aide d'un accompagnateur professionnel (coach vocal)</i>.</p> <p>Possibilité d'alterner les cours individuels avec une classe de maître en petit groupe avec d'autres étudiants, afin de reproduire l'énergie d'une situation réelle.</p>	<p>En ligne</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1st étape - L'élève chante "a cappella" la ligne vocale et le professeur apporte toutes les corrections nécessaires. • 2nd stage - L'élève chante sur une <i>base préenregistrée</i> et essaie d'interpréter le morceau. • 3rd stage - Dans la mesure du possible, le chanteur se produit avec un accompagnateur, s'il est disponible (principal problème : latence du son lorsque l'accompagnateur n'est pas dans la même pièce que le chanteur). 	<p>Appareils d'enregistrement audio et vidéo (de haute qualité) avec de bons microphones.</p> <p>PC/Laptop/Notebook/iPad/ etc. avec des applications pour les vidéoconférences (telles que Zoom, Google Meets, Teams, Skype, etc.).</p> <p>Une utilisation extensive de l'application Jamulus qui permet le travail d'ensemble en minimisant la latence avec l'accompagnateur.</p>



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

		<ul style="list-style-type: none">• 4th étape - Production de vidéos de haute qualité qui seront évaluées par l'enseignant.	
--	--	--	--

1.3.2 Formation professionnelle : Étude de cas de l'Ensemble Lira Transalpina

Dans la genèse du projet IMSV, l'ensemble Lira Transalpina¹⁵ s'est lancé dans un voyage pionnier dans le domaine de la Networked Music Performance à l'aide de Jamulus. Cette initiative révolutionnaire a marqué une étape importante dans le lancement du projet, l'ensemble s'efforçant de relever les défis posés par la dispersion géographique dans le contexte de la pandémie mondiale.

Composée de quatre musiciens répartis entre l'Italie, la Suisse et la France, Lira Transalpina incarne l'esprit de collaboration et d'innovation inhérent au projet IMSV. Animé par une passion commune pour la musique de chambre dans des genres variés, allant de compositions historiques à des airs populaires contemporains,

¹⁵ <https://liratransalpina.altervista.org/>



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

l'ensemble a saisi l'occasion d'exploiter la technologie NMP pour soutenir ses efforts musicaux face à une adversité sans précédent.

La décision d'adopter Jamulus comme principal outil de NMP est le fruit d'une évaluation méticuleuse des options disponibles et d'un engagement en faveur de l'accessibilité et de l'inclusivité. Bien qu'inspiré par le système pionnier LoLa développé par le Conservatorio di Musica G. Tartini de Trieste, Jamulus ne partage pas son coût prohibitif qui le rend impraticable pour les utilisateurs individuels (comme Lira Transalpina). En revanche, Jamulus, avec son cadre open-source et son interface conviviale, est apparu comme une solution idéale, offrant un équilibre entre la qualité et le prix.

Alors que l'ensemble se lançait dans ses premiers projets NMP, il s'est heurté à une multitude de défis techniques inhérents à la collaboration à distance. Le principal de ces défis était la latence, c'est-à-dire le délai de transmission des flux audio sur l'internet, qui constituait un obstacle majeur à l'interaction musicale en temps réel. Alors que des délais mineurs allant jusqu'à environ 40 millisecondes pouvaient être perçus comme synchrones, des délais plus longs rendaient la collaboration en direct virtuellement impossible.

En outre, le phénomène de gigue, caractérisé par des fluctuations du délai des paquets dans le temps, a aggravé les difficultés techniques de l'ensemble, entraînant une qualité sonore hachée ou déformée. Le risque de perte de paquets a encore exacerbé ces problèmes, se manifestant par des "pannes" audio intermittentes pendant les représentations.

Pour relever ces défis, l'ensemble a expérimenté avec diligence les tampons de retard et les tampons de gigue intégrés dans Jamulus. Cependant, trouver un équilibre délicat entre la mise en mémoire tampon et le



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

décalage global s'est avéré être une entreprise complexe, nécessitant un réglage minutieux pour optimiser la qualité des performances sans compromettre l'interaction en temps réel.

Malgré ces obstacles techniques, Lira Transalpina est restée fidèle à son engagement de tirer parti de la technologie NMP pour redéfinir les limites de la collaboration musicale à distance. Grâce à la persévérance, à l'innovation et à un dévouement commun à leur art, l'ensemble s'est embarqué dans un voyage transformateur qui illustre la résilience et l'adaptabilité des artistes face à l'adversité.

Tests préliminaires de Jamulus : installation et configuration

Avant de se lancer dans le domaine de la Networked Music Performance sur Jamulus, il est impératif d'entreprendre une phase de familiarisation et de configuration. Il est primordial de comprendre les paramètres fondamentaux afin d'atténuer les problèmes potentiels tels que les échos et les perturbations pendant les sessions.

Pour résoudre les problèmes de latence inhérents à la collaboration en ligne, il est essentiel d'utiliser ASIO4ALL et de sélectionner un serveur qui minimise le décalage temporel pour tous les participants. Il est essentiel d'obtenir un faible ping, idéalement inférieur à 25 millisecondes, pour garantir une communication fluide et synchrone entre les membres de l'ensemble. Le ping, mesuré en millisecondes, représente la durée de l'aller-retour entre le point de connexion de l'hôte dans Jamulus et le serveur où les participants se connectent. Plus le ping est faible, plus la connexion est efficace et fiable.

Description d'une session de travail



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

L'Ensemble Lira Transalpina a effectué ses répétitions en utilisant Jamulus, en se connectant au serveur "DPKprod" situé à Saint Marcellin, une commune française. Les membres de l'ensemble étaient dispersés sur plusieurs sites, avec des distances allant de 90 kilomètres (entre Saint Marcellin et Lyon) à 390 kilomètres (entre Saint Marcellin et Milan).

Cette dispersion géographique a posé un problème qui a été résolu en sélectionnant un serveur stratégiquement positionné pour minimiser la latence pour tous les participants. En tirant parti des capacités de Jamulus et en optimisant le choix du serveur, l'ensemble a réussi à collaborer de manière transparente malgré les distances physiques qui les séparaient.

Grâce à une planification méticuleuse et à une utilisation efficace des outils disponibles, Lira Transalpina a démontré la viabilité et l'efficacité de Jamulus en tant que plateforme de collaboration musicale à distance. Cette session de travail réussie témoigne de la capacité d'adaptation et de la résilience des musiciens à exploiter la technologie pour surmonter les barrières géographiques et poursuivre collectivement leurs efforts artistiques.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.

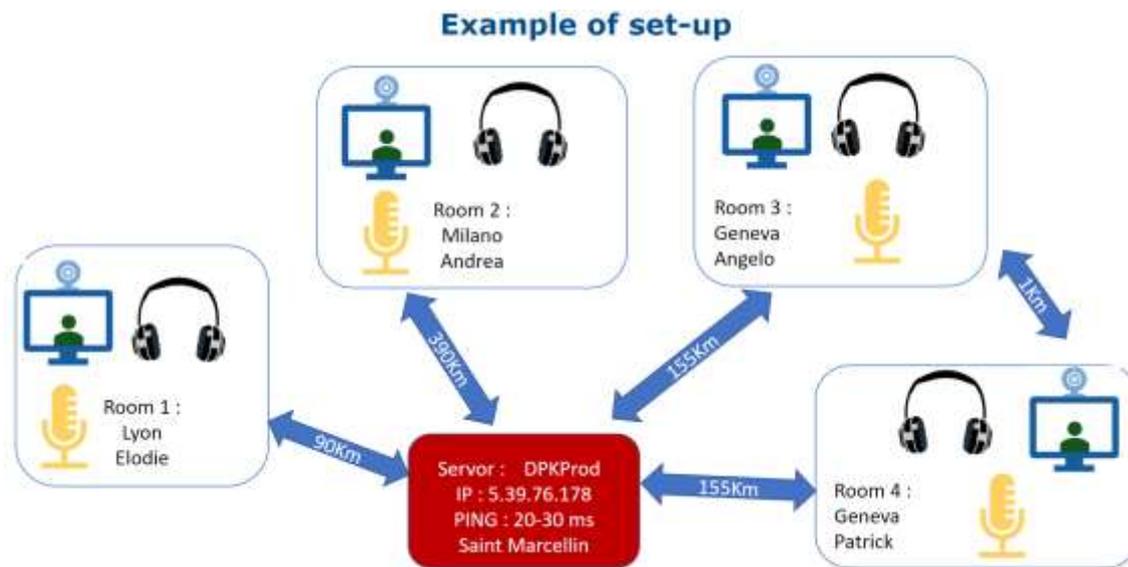


Figure 30 - La session des NMP avec Jamulus par les quatre musiciens de Lira Transalpina.

Améliorer les répétitions à distance avec Jamulus : Une vue d'ensemble

Dans le cadre de la transition vers les répétitions à distance facilitée par Jamulus, chaque musicien s'équipe d'outils essentiels pour faciliter une communication et une collaboration sans faille. Armés d'un ordinateur équipé d'un microphone intégré ou externe, d'un casque (sans microphone) et d'une webcam pour une interaction visuelle supplémentaire via des plateformes telles que Zoom, les membres de l'ensemble sont préparés à naviguer dans les nuances de la création musicale virtuelle.

Démonstration vidéo : Exécution musicale en réseau pour la musique baroque avec Jamulus

Une illustration tangible de l'adaptation de l'ensemble à la collaboration à distance est présentée dans la vidéo intitulée "Networked Music Performance for Baroque Music with Jamulus" (Exécution musicale en



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

réseau pour la musique baroque avec Jamulus).¹⁶ Cette vidéo illustre l'habileté de l'ensemble à tirer parti de la technologie pour surmonter les barrières géographiques et maintenir la cohésion musicale au milieu des défis posés par la pandémie. La deuxième vidéo montre l'utilisation de Jamulus dans le contexte de la formation vocale. M^o De Lisi souligne les avantages et les défis du NMP dans la formation pédagogique pour la musique de chambre vocale.

Naviguer dans les restrictions progressives

Tout au long de la pandémie, l'Ensemble Lira Transalpina a été l'un des premiers groupes musicaux à utiliser la technique du NMP. L'ensemble a été confronté à différents degrés de restrictions dictées par les circonstances prévalant dans chaque pays respectif, allant de fermetures partielles à un confinement complet. La fréquence des répétitions a donc varié en conséquence, l'ensemble se réunissant une à deux fois par semaine pendant les périodes de strict confinement, puis une fois toutes les deux ou trois semaines lorsque les restrictions se sont assouplies. L'utilisation de la technique NMP nécessite un certain entraînement pour être efficace. L'ensemble est témoin de plusieurs phases de cette formation :

Phase 1 - S'acclimater à Jamulus

La phase initiale de transition vers Jamulus s'est étalée sur environ trois à quatre répétitions, au cours desquelles chaque membre a été confronté aux complexités techniques inhérentes à la collaboration à distance. Cette période d'acclimatation a été caractérisée par une courbe d'apprentissage, les musiciens se

¹⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=eUIQULPVM8s> <https://youtu.be/3c75J6y-7V4>



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

familiarisant avec les problèmes de connectivité, les différences de qualité sonore et la latence audio. Les principales observations faites au cours de cette phase sont les suivantes :

- **Disparité dans l'expérience des répétitions** - Un contraste perceptible est apparu entre les répétitions traditionnelles en personne et les répétitions à distance, ce qui a nécessité une période d'adaptation pour les membres de l'ensemble.
- **Écho et retard audio** - L'introduction d'un léger retard dans l'écoute de son propre son à travers le casque, appelé familièrement "écho", a d'abord perturbé la pratique musicale. Au fil du temps, les musiciens ont adapté leur méthode d'écoute pour se synchroniser avec le retour audio retardé de Jamulus, ce qui a permis à l'ensemble de jouer de manière cohérente.
- **Atténuer l'absence de contact visuel** - L'absence de repères visuels inhérente aux sessions de Jamulus a posé des problèmes de perception spatiale et de communication. Pour y remédier, l'ensemble a adopté des outils de vidéoconférence supplémentaires tels que Zoom, avec toutefois des problèmes occasionnels de synchronisation entre l'audio et la vidéo. Malgré ces difficultés, la vidéoconférence a permis de combler le fossé créé par l'absence de proximité physique, facilitant ainsi une expérience de répétition plus immersive.

Au fur et à mesure que les membres de l'ensemble s'acclimataient aux nuances de la collaboration à distance, le recours à des outils de vidéoconférence supplémentaires diminuait, laissant place à une sensibilité auditive accrue et à une capacité d'adaptation propice à des répétitions à distance efficaces.

Phase 2 - Jamulus de maîtrise

Après la phase d'adaptation initiale, les membres de l'ensemble se sont lancés dans un voyage de maîtrise et d'intégration avec Jamulus, transcendant les défis de la répétition à distance grâce à leur résilience et à leur



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

capacité d'adaptation. Au fur et à mesure que les musiciens approfondissaient ce nouveau format de répétition, ils en ont non seulement adopté les avantages, mais ils ont également évolué tant individuellement que collectivement, repoussant les limites de leurs compétences musicales.

Cette phase de transformation a annoncé une évolution cognitive à multiples facettes, marquée par une acuité auditive accrue, des sensibilités interprétatives raffinées et une appréciation plus profonde de la dynamique de la musique de chambre. Les musiciens ont affiné leurs capacités d'écoute, développant une sensibilité accrue aux nuances subtiles du son et du rythme. Leur approche de l'interprétation est devenue plus nuancée, s'attachant à démêler le récit musical sous-jacent tout en élucidant les subtilités du phrasé et de l'expression.

En outre, la capacité à anticiper les tempos est apparue comme une compétence essentielle, facilitée par la nature immersive de la collaboration à distance. Surmontant les défis posés par la latence et le retard audio, les membres de l'ensemble ont cultivé un sens aigu de l'anticipation rythmique, permettant une synchronisation et une cohésion sans faille dans la performance.

Au fur et à mesure que les contraintes de l'enfermement se sont relâchées, la transition vers les répétitions en face à face a été facilitée par les compétences acquises grâce à la collaboration à distance. Avec une agilité et une précision retrouvées, les répétitions ont retrouvé leur fluidité, permettant aux musiciens de se plonger dans les détails complexes de l'interprétation avec facilité et efficacité.

Relever les défis techniques : Solutions proposées



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

Compte tenu de l'expérience de Lira Transalpina, les auteurs d'IMSV recommandent quelques conseils pour résoudre les problèmes courants. Le site officiel de Jamulus¹⁷ offre une description plus complète (et plus longue) des problèmes que vous pouvez rencontrer lors des répétitions des NMP.

- **Installer les pilotes ASIO (Win uniquement)** - Si vous utilisez Windows, vous devez installer les pilotes ASIO. Si vous utilisez une carte son externe, vous pouvez utiliser le pilote ASIO de votre appareil. Si vous n'utilisez pas de carte son, vous pouvez télécharger et installer les pilotes ASIO4all .¹⁸
- **Utiliser des écouteurs** - L'utilisation d'écouteurs filaires est nécessaire pour le NMP. Écoutez le signal provenant du serveur distant, et non le son que vous produisez dans votre propre pièce. Cela peut être perçu comme un écho, mais c'est normal : si vous percevez un écho dans votre propre signal, cela signifie que le NMP fonctionne.
- **Qualité de la connexion internet** - L'efficacité des répétitions en ligne dépend de la qualité de la connexion internet. Les réseaux à fibre optique offrent des performances supérieures à celles des réseaux ADSL, garantissant la stabilité et une latence réduite. Les connexions filaires améliorent encore la fiabilité, réduisant ainsi les interruptions potentielles pendant les sessions.
- **Sélection du serveur** - La sélection optimale du serveur est primordiale pour minimiser le ping et les délais, et garantir une participation équitable de tous les membres de l'ensemble. La proximité du serveur est cruciale, chaque participant étant idéalement connecté à un serveur qui facilite la communication à faible latence.
- **Problèmes audio** - La latence et la distorsion posent des problèmes importants lors des répétitions à distance, ce qui nécessite des stratégies innovantes pour maintenir la synchronisation et la cohésion. Les membres de l'ensemble ont expérimenté des techniques d'anticipation, alignant

¹⁷ <https://jamulus.io/wiki/Client-Troubleshooting>

¹⁸ <https://asio4all.org/about/download-asio4all/>



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

préventivement leurs rythmes pour atténuer les ralentissements perceptibles induits par le retard audio. En outre, la désignation d'un leader musical pour ancrer le tempo a renforcé la cohésion de l'ensemble, complétant les efforts individuels pour maintenir la précision rythmique.

En relevant ces défis techniques de manière proactive et en adoptant des solutions novatrices, les membres de l'ensemble ont su naviguer dans les méandres de la collaboration à distance avec résilience et créativité. Ce parcours collectif d'adaptation et de croissance souligne le potentiel de transformation de la technologie dans la redéfinition des paradigmes traditionnels de la collaboration musicale, ouvrant la voie à un environnement de répétition harmonieux et productif caractérisé par la synergie et l'excellence artistique.

1.3.3 Configuration de l'apprentissage à distance : Enregistrement vidéo d'une session NMP

Dans cette section, nous décrivons les procédures à suivre pour mener à bien une session NMP, en tenant compte à la fois des composantes vidéo et audio. Le choix entre l'utilisation de la vidéo ou uniquement de l'audio dépend de la qualité du réseau, avec la possibilité d'incorporer des instruments échantillonnés dans Jamulus. Les étapes suivantes décrivent la procédure à suivre pour lancer des sessions avec des instruments virtuels et la NMP, ainsi que pour incorporer des instruments échantillonnés.

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

1. Commencez par lancer Jamulus, la plateforme facilitant la communication audio en temps réel.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

2. Open Reaper, une Digital Audio Workstation numérique utilisant le modèle Jamulus2Reaper¹⁹ de Cavina et Bareggi.
3. Se connecter à un serveur désigné pour établir la connectivité réseau.
4. Si vous optez pour l'intégration vidéo, lancez Zoom et établissez des connexions avec les partenaires de la session. Notamment, en raison de l'utilisation d'ASIO (Audio Stream Input/Output) par Reaper et Jamulus, les périphériques sonores ne fonctionnent pas avec Zoom.

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

1. Lancez un logiciel d'échantillonnage MIDI, tel que Kontakt, et assurez la connectivité avec un clavier MIDI pour le contrôle de l'instrument.
2. Chargez l'instrument MIDI souhaité dans Kontakt, en configurant les paramètres si nécessaire (par exemple, en sélectionnant le clavecin Blanchet 1720).
3. Configurez les paramètres de sortie ASIO pour garantir une lecture audio correcte sur les haut-parleurs.
4. Lancez Jamulus pour entamer une communication audio en temps réel.
5. Ouvrez la Digital Audio Workstation numérique, en utilisant Reaper et le modèle ReaRoute pour le routage audio.
6. Se connecter au serveur désigné pour établir la connectivité réseau et commencer la session NMP.

¹⁹ <https://www.mediafire.com/file/vbe70le8eu8z26e/templateReaper2Jamulus.rpp/file>



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

L'Ensemble Lira Transalpina a testé l'utilisation de VSTi via l'entrée MIDI avec le DAW Reaper lors d'un test NMP. Dans ce cas, Andrea Bareggi était connecté depuis Neuville sur Saône et jouait le clavecin VSTi²⁰ sur un clavier MIDI activé par le modèle Jamulus2Reaper .²¹

Tableau 3 - Données du réseau pour la répétition des parties instrumentales d'Aquilon et Orithie de Rameau.

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

Procédure pour la session NMP avec les appareils Android et iOS

La procédure d'utilisation de Jamulus avec les appareils mobiles Android et iOS est plus simple que la même technique avec les ordinateurs. Toutefois, les auteurs soulignent que les appareils mobiles offrent une qualité

²⁰ <http://sonimusicae.free.fr/blanchet1-en.html>

²¹ <https://www.mediafire.com/file/vbe70le8eu8z26e/templateReaper2Jamulus.rpp/file>



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

médiocre par rapport aux ordinateurs. Pour utiliser Jamulus sur des appareils mobiles, vous devez télécharger et installer le fichier APK pour Android²² ou visiter l'Apple Store²³ pour télécharger l'application Jamulus.

En respectant ces lignes directrices, les participants peuvent mener efficacement des sessions de PGN, en tirant parti d'instruments virtuels et échantillonnés pour faciliter une collaboration musicale immersive. Ces étapes garantissent une intégration transparente des composantes audio et, le cas échéant, vidéo, favorisant ainsi un environnement propice aux interactions musicales à distance.

Partie 2 - Outils audio (matériels et logiciels) pour l'enregistrement et l'édition musicale (PPB)

Cette section présente les exigences matérielles et logicielles essentielles pour garantir un son de haute qualité dans les sessions d'apprentissage à distance ou mixtes. Nous examinerons comment les outils technologiques peuvent être intégrés de manière transparente dans les sessions traditionnelles en personne, enrichissant l'expérience de la musique d'ensemble et ouvrant de nouvelles frontières dans l'éducation musicale. Une liste détaillée des exigences en matière de matériel sera fournie, classée par niveaux d'accessibilité. Cette approche permet aux institutions d'offrir la meilleure expérience audio possible, aux professeurs d'obtenir des résultats cohérents à la fois dans le cadre universitaire et à distance depuis leur

²² https://www.mediafire.com/file/4duu8k5081dcmcn/Jamulus_3.8.1_android.apk/file vous devez autoriser l'installation sur votre appareil

²³ <https://apps.apple.com/is/app/jamulus2-0/id1609844773>



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

poste de travail personnel, et aux étudiants de participer efficacement sans avoir à investir dans du matériel coûteux.

En suivant ces lignes directrices, les étudiants seront en mesure d'utiliser ces nouvelles méthodologies à l'aide de leurs smartphones, tablettes et PC. Les outils nécessaires comprendront des écouteurs ou des casques et l'intégration d'un logiciel libre, la seule exigence supplémentaire étant un microphone externe.

Dans cette section, nous analyserons et proposerons les conditions essentielles pour une pratique efficace de la musique de chambre à distance. L'écoute active est un objectif fondamental dans ce type d'ensemble et, pour y parvenir, nous passerons en revue les différentes options matérielles et logicielles disponibles sur le marché. Cela comprend une vue d'ensemble des principales techniques de collecte de son en direct et des recommandations sur le placement des microphones. L'objectif est de s'assurer que la qualité du son est aussi authentique et fidèle à l'expérience en direct que possible.

Actuellement, plusieurs conservatoires possèdent des ressources d'enregistrement, comme le Conservatorio Superior de Música de Coruña. Cependant, un problème important est que de nombreux éducateurs n'ont pas la formation nécessaire pour utiliser ces ressources de manière efficace, et notre administration ne fournit pas de technicien du son. Par conséquent, l'un des principaux objectifs de cette section est de combler cette lacune en proposant des lignes directrices de base sur l'utilisation correcte de ces ressources.

En comprenant et en appliquant ces exigences matérielles et logicielles, les éducateurs et les étudiants peuvent améliorer de manière significative leurs sessions musicales à distance et mixtes. Cette approche permet non seulement d'améliorer la qualité de l'audio, mais aussi de favoriser une expérience musicale d'ensemble plus engageante et authentique. En fin de compte, cette section vise à doter les enseignants et



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

les étudiants en musique des connaissances et des outils nécessaires pour naviguer et exceller dans le paysage en constante évolution de l'éducation musicale.

2.1 Matériel informatique requis

Pour maximiser le potentiel de chaque répétition ou session d'enseignement via IMSV, chaque utilisateur doit disposer d'un ensemble spécifique d'équipements. Cette configuration permet aux enseignants et aux élèves de jouer et de communiquer sur de longues distances avec la meilleure qualité sonore possible. Garantir des normes élevées en matière de son numérique améliorera en fin de compte l'expérience de tous les utilisateurs, contribuant à une expérience musicale plus réaliste et produisant des résultats pédagogiques et artistiques positifs.

Étant donné que chaque utilisateur sera seul dans une pièce avec son instrument, communiquant avec d'autres musiciens ou étudiants dans des conditions d'isolement similaires, il est crucial de sélectionner un équipement qui permettra une transmission sonore en ligne de haute qualité pour un seul instrument joué par un seul interprète. Ce scénario nécessite un ensemble de dispositifs essentiels permettant à un seul interprète de jouer, d'interagir et de communiquer musicalement dans un environnement en ligne.

L'équipement essentiel comprend un microphone externe fiable, qui capte le son de l'instrument avec une grande fidélité, et un casque ou des écouteurs de qualité, qui fournissent une sortie audio claire et permettent une écoute précise. En outre, une connexion internet stable est essentielle pour minimiser les temps de latence et assurer une communication fluide et en temps réel. Un ordinateur ou un appareil mobile capable d'exécuter les applications logicielles nécessaires est également requis. Ces logiciels doivent prendre



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.

en charge une transmission audio de haute qualité et permettre une intégration transparente avec le matériel.

En outre, une interface audio peut améliorer considérablement la qualité du son en offrant de meilleures options d'entrée et de sortie par rapport aux systèmes audio intégrés de la plupart des ordinateurs et des appareils mobiles. Cela garantit que le son capturé par le microphone est transmis avec une perte de qualité minimale.

En suivant les suggestions fournies dans le manuel de IMSV, les utilisateurs sont guidés dans le choix de la meilleure configuration matérielle et logicielle pour des sessions de musique en ligne efficaces et immersives, ce qui permet aux enseignants et aux élèves d'obtenir la meilleure qualité sonore possible et de maintenir l'intégrité de leurs interactions musicales.

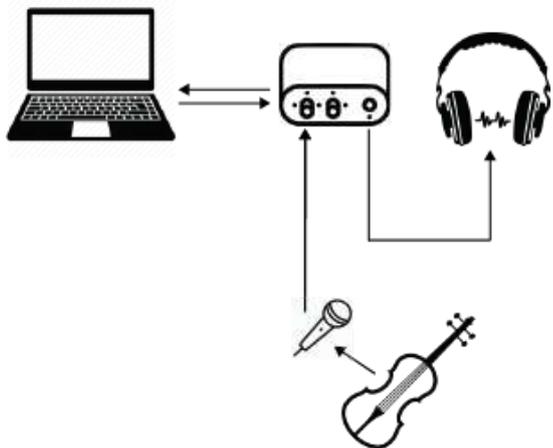


Figure 31 - Diagramme expliquant l'utilisation d'une carte son USB : la carte gère les entrées (telles que les microphones et les interfaces MIDI) et les sorties (telles que les casques et les haut-parleurs).



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

2.1.1 Ordinateur

L'ordinateur est sans aucun doute l'élément central de cette installation, facilitant les connexions en ligne avec d'autres enseignants, étudiants et musiciens via Jamulus, et permettant diverses solutions de lecture et d'édition audio à l'aide de REAPER. Il sert de plateforme principale pour les signaux audio, permettant aux interprètes d'entrer les sons de leurs instruments et d'émettre les sons d'autres interprètes connectés simultanément via Jamulus. Le logiciel requis est compatible avec macOS, Windows et Linux, ce qui offre un large éventail de choix pour l'achat d'un ordinateur. Lors du choix d'un ordinateur, il est important de tenir compte de sa puissance de traitement, de sa mémoire et de sa capacité de stockage afin de garantir le bon fonctionnement des applications audio et de la communication en temps réel.

2.1.2 Interface audio

Une interface audio est essentielle pour l'entrée et la sortie du son vers et depuis l'ordinateur. Ce dispositif se connecte à l'ordinateur, généralement via USB ou USB-C, et permet aux utilisateurs de connecter un ou plusieurs microphones, convertissant le son acoustique en un signal numérique. Cette conversion permet d'utiliser le son de différentes manières, qu'il s'agisse de sessions en ligne en direct ou d'un simple enregistrement du signal de l'instrument sur une Digital Audio Workstation numérique. L'interface audio permet également aux utilisateurs d'écouter le signal audio de sortie de l'ordinateur lors d'une session en direct dans Jamulus ou de lire un enregistrement réalisé par l'interprète sur une Digital Audio Workstation.

Lors du choix d'une interface audio, il est essentiel d'en sélectionner une qui possède au moins une entrée XLR avec une alimentation fantôme de 48 V. Cette caractéristique est nécessaire pour utiliser des microphones à condensateur, qui sont décrits en détail ci-dessous. Cette caractéristique est nécessaire pour l'utilisation de microphones à condensateur, qui sont décrits en détail ci-dessous. En outre, l'interface audio



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

doit disposer d'une sortie casque pour le contrôle audio, afin que l'utilisateur puisse entendre avec précision le son capturé et transmis.

2.1.3 Microphones

Le microphone sert de lien direct entre le son de l'instrument et les autres utilisateurs de la même session en ligne. Il capte le son et l'envoie au logiciel de l'ordinateur via l'interface audio. Il existe plusieurs types de microphones, chacun adapté à des contextes acoustiques et musicaux différents, ce qui se traduit par des caractéristiques sonores variables. Pour la capture d'instruments acoustiques en vue d'une transmission en ligne, le microphone à condensateur est le choix le plus polyvalent.

Les microphones à condensateur sont connus pour leur qualité sonore supérieure grâce à leur diaphragme de masse extrêmement faible, qui peut suivre les ondes sonores avec plus de précision que la bobine mobile plus lourde d'un microphone dynamique. Cette caractéristique se traduit également par une sensibilité plus élevée, permettant une meilleure capture du son à des distances plus importantes, ce qui peut s'avérer bénéfique dans diverses situations.

Pour les instruments à cordes et à vent, un seul microphone à condensateur suffit souvent à capturer le son avec précision. Cependant, pour les pianos et les percussions, y compris les percussions à clavier, il est conseillé d'utiliser deux microphones pour une meilleure capture du son. En effet, ces instruments ont une plus grande surface de résonance, ce qui nécessite une plus grande couverture pour capturer toute la gamme des sons.

Lors de l'installation des microphones, il est essentiel de tenir compte de leur emplacement pour obtenir la meilleure qualité sonore. Pour les instruments à cordes, le fait de placer le microphone près de la source



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

sonore permet de capter les nuances de l'interprétation. Pour les instruments à vent, placer le microphone légèrement en dehors de l'axe permet d'éviter les bruits de respiration excessifs. Pour les pianos, le positionnement de deux microphones, l'un près des cordes graves et l'autre près des cordes aiguës, permet d'obtenir un son équilibré et riche. De même, pour les instruments à percussion, placer des microphones stratégiquement autour de l'instrument permet de s'assurer que tous les éléments du son sont capturés avec précision.

En conclusion, la combinaison d'un ordinateur bien choisi, d'une interface audio fiable et de microphones de haute qualité est cruciale pour maximiser le potentiel des sessions de musique en ligne. En s'assurant que chaque composant est sélectionné et configuré correctement, les enseignants et les élèves peuvent obtenir une transmission sonore de haute fidélité, améliorant ainsi leurs interactions musicales et leur expérience d'apprentissage globale.

2.1.4 Instruments MIDI

L'utilisation d'instruments MIDI, bien que facultative, peut présenter deux avantages importants :

1. **Pour les pianistes** - Un clavier MIDI peut servir de substitut aux pianos traditionnels, éliminant ainsi le besoin de microphones pour capturer le son du piano. Dans ce scénario, le son est généré numériquement et envoyé directement du logiciel d'échantillonnage à Jamulus ou REAPER. Cette méthode garantit une transmission sonore de haute qualité sans les complications de la capture acoustique.
2. **Pour les sessions d'enseignement et de répétition** - Un clavier MIDI est un outil pratique pour démontrer des exemples musicaux rapidement et efficacement, tout comme un piano dans une salle



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

de classe traditionnelle. Cela permet aux enseignants d'illustrer des concepts et de fournir des exemples de manière transparente pendant les sessions en ligne.

D'autres instruments MIDI, tels que des tambours MIDI ou des pads de batterie MIDI pour les percussionnistes et des instruments à vent MIDI comme l'AKAI Professional EWI 5000 pour les instrumentistes à vent, peuvent également être connectés à divers instruments virtuels. Ces instruments peuvent être utilisés efficacement dans plusieurs contextes en ligne, offrant ainsi une grande polyvalence et améliorant l'expérience d'enseignement et d'apprentissage.

2.1.5 Casques d'écoute

Les casques d'écoute sont essentiels pour les sessions en ligne et l'enregistrement. Ils permettent à l'utilisateur d'écouter les autres interprètes et le signal de leur instrument, ce qui garantit une communication et une coordination claires. En outre, les casques sont essentiels pour éviter les larsens, qui peuvent perturber les sessions en ligne.

Les types d'écouteurs les plus efficaces à cette fin sont les écouteurs intra-auriculaires ou les écouteurs fermés, car ils empêchent totalement l'effet Larsen. Les casques fermés offrent une excellente isolation, garantissant qu'aucun son ne s'infiltré dans le microphone, ce qui est essentiel pour maintenir la qualité du son dans un environnement en ligne.

D'autre part, les casques ouverts permettent aux interprètes d'avoir un meilleur contrôle acoustique direct de leur instrument, ce qui crée une expérience musicale plus naturelle. Toutefois, lorsque l'on utilise un casque ouvert, il est essentiel de régler soigneusement le volume de sortie afin d'éviter l'effet Larsen, car des fuites sonores peuvent se produire.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

2.1.6 Câbles, connecteurs et pieds de micro

Pour connecter l'ensemble de l'équipement décrit, les accessoires suivants sont nécessaires :

- **Câble XLR** - Ce câble est utilisé pour connecter le microphone à l'interface audio, assurant une transmission sûre et de haute qualité du signal.
- **Pied de microphone** - Un pied de microphone est essentiel pour positionner le microphone de manière optimale par rapport à la projection sonore de l'instrument. Un bon positionnement est essentiel pour obtenir le meilleur son possible.
- **Convertisseur** - Un convertisseur de mini-jack (3,5 mm femelle) en jack (6,3 mm mâle) est souvent nécessaire, car la plupart des casques utilisent un connecteur mini-jack. Ce convertisseur permet au casque de se brancher sur la sortie casque de l'interface audio en jack 6,3 mm, assurant ainsi la compatibilité et la fonctionnalité.

2.1.7 Autres considérations

Lors de la configuration d'instruments MIDI, il est essentiel de s'assurer que le logiciel utilisé est compatible avec le matériel et qu'il offre les caractéristiques nécessaires à l'utilisation prévue. Par exemple, un logiciel d'échantillonnage de piano doit fournir des bibliothèques de sons de haute qualité qui reproduisent fidèlement les nuances d'un instrument acoustique. Cela garantit que l'instrument numérique sonne aussi près que possible de la réalité, améliorant ainsi l'expérience musicale globale.

Le confort est également un facteur important à prendre en compte lors du choix d'un casque, en particulier pour les longues sessions. Les casques doivent offrir une bonne qualité sonore tout en étant confortables à



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

porter pendant de longues périodes. Cela permet d'éviter la fatigue et de s'assurer que les utilisateurs peuvent se concentrer sur leur musique sans ressentir de gêne.

Les câbles et les connecteurs doivent être de haute qualité pour garantir des connexions fiables et minimiser la perte de signal. Investir dans des accessoires durables et de bonne facture permet d'éviter les problèmes techniques lors des sessions critiques. Des câbles et des connecteurs de haute qualité permettent non seulement d'obtenir une meilleure qualité sonore, mais aussi de réduire la probabilité d'interruptions causées par des connexions défectueuses.

En conclusion, l'intégration d'instruments MIDI, le choix d'un casque approprié et l'utilisation d'accessoires adéquats peuvent considérablement améliorer l'efficacité des sessions de musique en ligne. Ces éléments fonctionnent ensemble pour assurer une transmission sonore de haute qualité, améliorer l'expérience musicale globale et faciliter des interactions d'enseignement et d'apprentissage sans faille.

2.1.8 Suggestion pour l'installation de l'équipement

L'acquisition d'un ensemble d'équipements pour des sessions de formation et d'enseignement en ligne peut varier en fonction de la qualité du matériel et de ses prix inhérents. Il est donc nécessaire de trouver un ensemble d'équipements convenable qui corresponde aux possibilités économiques personnelles tout en garantissant la qualité des appareils acquis et les résultats audio qui en découlent. Compte tenu de ce facteur économique, quelques suggestions peuvent être faites, réparties en trois groupes :

1. **Institutions** - En règle générale, les institutions telles que les écoles et les universités disposent de budgets plus importants pour l'achat d'équipements. Par conséquent, l'équipement suggéré pour ce



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

groupe est de qualité supérieure et intrinsèquement plus coûteux. Cela permet à l'institution de fournir la meilleure expérience audio possible à tous les utilisateurs.

2. **Enseignants** - La suggestion pour les enseignants est abordable et se situe dans une gamme de prix moyenne. Cette configuration permet d'équilibrer le coût et la qualité, offrant des performances fiables sans nécessiter un investissement important.
3. **Étudiants** - La proposition pour les étudiants se situe dans la fourchette basse des prix, mais elle garantit les normes de qualité nécessaires pour les sessions en ligne, l'enregistrement, l'édition audio et les activités de lecture. Cette configuration permet aux étudiants de participer efficacement sans avoir à supporter une lourde charge financière.

Étant donné que tout nouvel ordinateur peut se connecter à l'internet et exécuter les logiciels nécessaires, les trois groupes suivants de suggestions de configuration de l'équipement se concentreront uniquement sur l'interface audio et les microphones. Les instruments MIDI sont facultatifs et tous les accessoires nécessaires (câbles, connecteurs et pieds de micro) sont essentiellement les mêmes pour les trois groupes et n'ont pas d'impact significatif sur la qualité du son.

Institutions :

- **Interface audio** : Modèles haut de gamme comme Focusrite Scarlett 18i20, l'interface audio USB-C Universal Audio Apollo Twin ou Motu UltraLite mk5.
- **Microphones** : Des options haut de gamme comme le Neumann TLM 103 pour une qualité sonore exceptionnelle ou le Neumann TLM 103 pour une qualité sonore exceptionnelle ou le Neumann TLM 103 pour une qualité sonore exceptionnelle.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

Neumann KM183 paire stéréo

Les enseignants :

- **Interface audio** : Modèles de milieu de gamme tels que Focusrite Scarlett 2i2, Focusrite Scarlett 3rd Gen 8i6, PreSonus AudioBox USB 96 ou Zoom U-24.
- **Microphones** : Options fiables telles que l'Audio-Technica AT2020, le Rode NT1-A ou la paire de microphones à condensateur Rode M5.

Les étudiants :

- **Interface audio** : Modèles économiques tels que Behringer UMC22, M-Audio M-Track Solo ou Behringer U-Phoria UMC22.
- **Microphones** : Des choix économiques comme le Samson C01, l'Audio-Technica ATR2500x-USB ou le t.bone EM 700.

En choisissant l'équipement approprié en fonction de leur budget et de leurs besoins en termes de qualité, les utilisateurs peuvent garantir une transmission audio de haute qualité et améliorer leurs sessions de musique en ligne. Cette approche permet aux institutions, aux enseignants et aux étudiants d'atteindre efficacement leurs objectifs musicaux et éducatifs.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

2.2 Équipement logiciel requis

Nous avons divisé les logiciels en deux catégories, qui incluent différents contextes musicaux : les sessions en direct et l'enregistrement, la lecture et l'édition audio. Ces logiciels peuvent être installés sur macOS, Windows et Linux.

Sessions en ligne : Jamulus

Jamulus est un logiciel développé pour jouer, répéter et faire des jams avec d'autres utilisateurs en ligne. Il est spécialement conçu et programmé pour héberger un serveur privé, offrant un son de haute qualité et à faible latence. Il permet de jouer entre deux ou plusieurs musiciens dans un environnement en ligne, ce qui le rend idéal pour les sessions en direct. Jamulus est optimisé pour réduire la latence, qui est cruciale pour le jeu synchrone, garantissant que les musiciens peuvent interagir en temps réel avec un délai minimal. Ce logiciel est particulièrement utile pour les pratiques d'ensemble, les répétitions à distance et les performances collaboratives, car il crée un espace virtuel où les musiciens peuvent jouer ensemble comme s'ils étaient dans la même pièce.

Enregistrement, lecture et édition audio : REAPER

REAPER est une Digital Audio Workstation numérique (DAW) qui offre un ensemble complet d'outils d'enregistrement, d'édition, de traitement, de mixage et de mastering multipistes audio et MIDI. REAPER prend en charge une vaste gamme de matériel, de formats numériques et de plug-ins, et peut être largement étendu, scénarisé et modifié pour répondre à divers besoins.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

REAPER est connu pour son interface intuitif, qui permet aux utilisateurs peu expérimentés de devenir rapidement compétents. Cela en fait un excellent choix pour le projet IMVS, où un processus d'enregistrement et d'édition simple est essentiel. Le logiciel offre toutes les fonctionnalités nécessaires sans nécessiter une longue période de formation, ce qui le rend accessible à la fois aux enseignants et aux étudiants. En outre, REAPER permet un traitement audio simple, tel que l'ajustement de la vitesse d'une piste. Cette fonction est particulièrement utile pour la formation et l'enseignement, car elle permet de lire à différentes vitesses, ce qui aide les étudiants à apprendre et à s'entraîner plus efficacement.

En utilisant ces outils logiciels, les utilisateurs peuvent réaliser des sessions en direct de haute qualité et des enregistrements, des lectures et des montages audio efficaces. Jamulus et REAPER constituent ensemble une solution solide pour répondre aux besoins variés de l'enseignement musical en ligne, en garantissant une intégration transparente et une expérience conviviale sur différents systèmes d'exploitation.

L'un des objectifs de la pratique de la musique de chambre est d'établir un véritable dialogue musical, et pour cela, au-delà de la capacité à jouer dans le tempo (une question qui s'améliore constamment grâce aux progrès de la technologie), il est nécessaire d'expérimenter les différentes qualités du son : la couleur, l'articulation, l'intensité, la durée et la fréquence.

Tutoriel simple pour changer le tempo d'une piste PPB dans Reaper

Ce court tutoriel vous permettra de modifier localement le tempo d'un fichier audio (par exemple, si vous souhaitez ralentir une cadence).



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.

1. Mesurez le métronome de votre piste et réglez-le sur Reaper (voir Figure, Tempo au curseur d'édition).

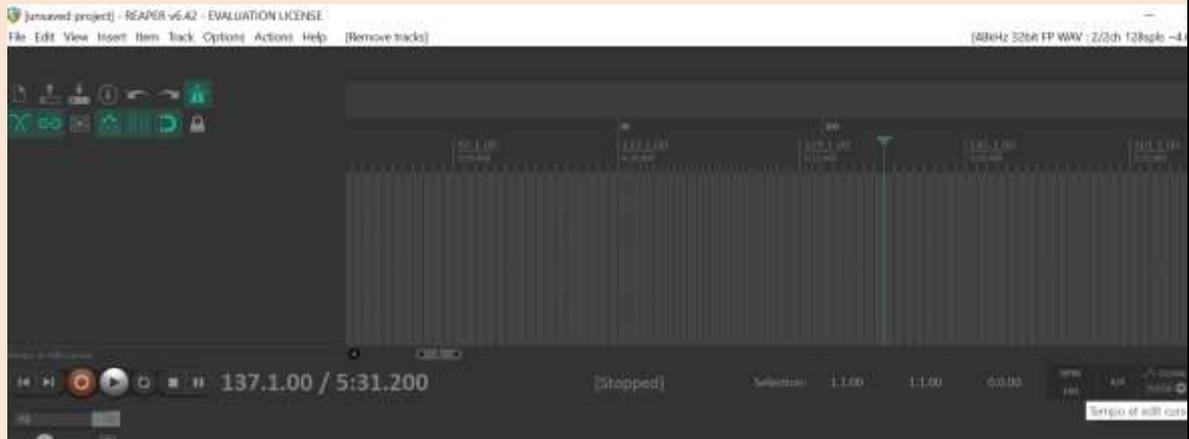


Figure 32 -Le curseur dans la piste de Reaper.

2. Importer une piste (il suffit de glisser-déposer un fichier audio dans un espace noir).

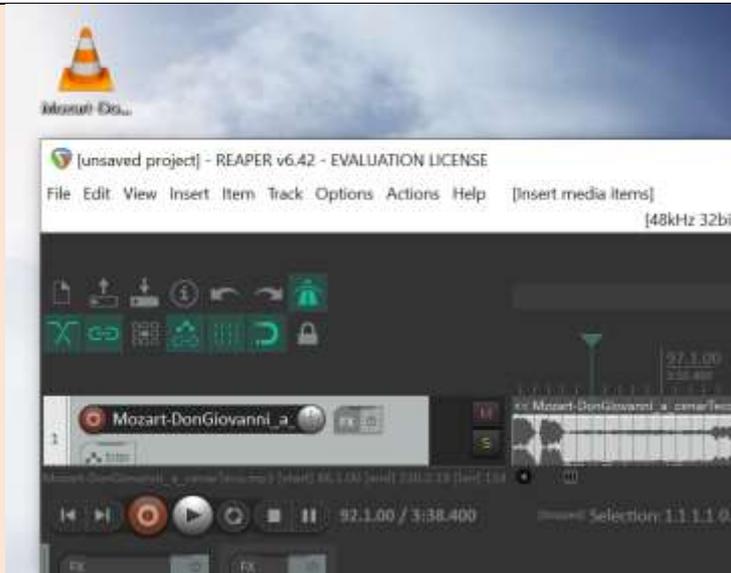


Figure 33 - Le panneau des pistes dans Reaper.

3. Désactiver la fonction Snap (Alt+S) pour permettre la sélection entre deux temps.
4. Aller à l'essentiel pour le changement de tempo.
5. Couper la partie de la piste pour le changement de tempo. Appuyez sur S pour couper.
6. Faites glisser sur le côté droit la partie droite de la piste que vous ne souhaitez pas modifier.
7. Sélectionnez la partie de la piste que vous souhaitez modifier.

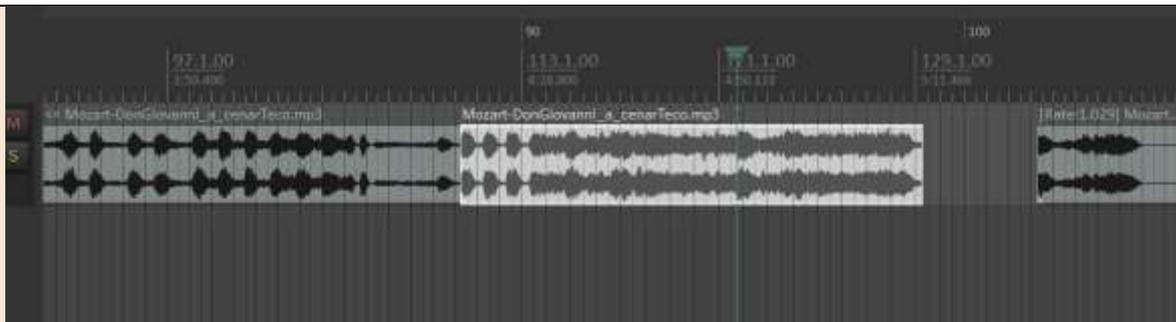


Figure 34 - Le curseur est positionné sur la piste, prêt à séparer la cadence que nous voulons ralentir.

8. Appuyez sur ALT et maintenez-le enfoncé pour obtenir l'outil main. Cet outil n'est visible que si votre souris se trouve sur la limite de la piste sélectionnée.
9. Avec cet outil, faites glisser la partie à modifier (à droite pour ralentir, à gauche pour accélérer le tempo). Attention ! évitez les changements de tempo supérieurs à 15% afin d'éviter des artefacts audio indésirables. Dans cet exemple, la piste a été ralentie avec un ratio de 0,90 (donc 10% de changement).

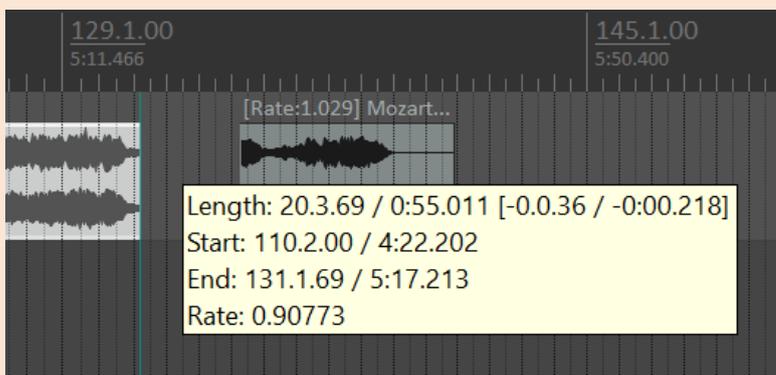


Figure 35 - La cadence a été ralentie et doit maintenant être reconnectée à la partie précédente.

10. faire glisser la partie droite de la piste de manière à ce qu'elle chevauche l'interface.

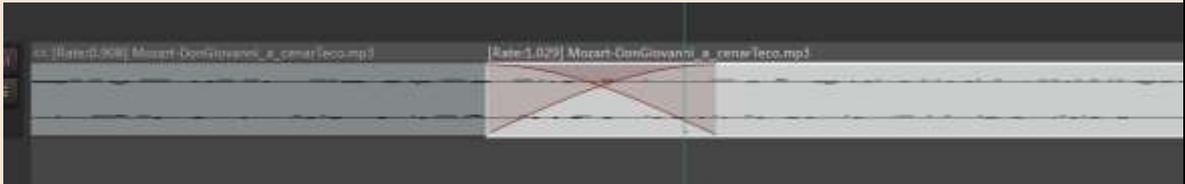


Figure 36 - Après avoir effectué un zoom avant, les deux parties sont fusionnées par un fondu mutuel, visible par des lignes rouges sur la figure.

Attention, le niveau de zoom est très élevé sur cette capture d'écran !

2.3 Techniques d'enregistrement stéréo de sons en direct

Puisque dans la section 2.2 nous nous sommes concentrés sur les différentes possibilités de collecter des sons à l'aide de matériel et de logiciels, la section 2.3 se concentrera sur trois aspects fondamentaux : la technique de prise de son, le placement des microphones et les éventuelles particularités de chaque instrument. Dans la pratique de la musique de chambre, l'établissement d'un véritable dialogue musical est un objectif primordial. Au-delà du jeu en tempo, de plus en plus réalisable grâce aux progrès technologiques, il est essentiel d'explorer les diverses qualités du son. Ces qualités comprennent la couleur, l'articulation, l'intensité, la durée et la fréquence.

En musique de chambre, la prise de son stéréo est essentielle pour obtenir une qualité sonore organique. Cette approche met en valeur le son des instruments et capture les diverses dynamiques et nuances de la pièce, ce qui permet aux interprètes d'affiner le tempo et les qualités sonores de manière efficace.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

2.3.1 Techniques de mise en correspondance pour l'enregistrement sonore

Technique XY

Cette méthode utilise deux microphones cardioïdes positionnés à un angle de 90° entre leurs axes. Le microphone Rode M5 est recommandé pour cette technique. Lorsqu'il est placé à une distance considérable, il peut y avoir une perte d'informations dans les basses fréquences. L'image stéréo produite par cette technique n'est généralement pas très large. Idéalement, les microphones doivent être placés à environ 3,5 mètres de l'ensemble. La hauteur du microphone doit être d'environ 1,8 mètre pour capter le son avec précision.

La technique XY offre une image stéréo équilibrée et convient pour capturer les interactions nuancées entre les instruments dans les concerts de musique de chambre. Bien qu'elle n'offre pas l'étendue stéréo la plus large, elle excelle dans la capture d'une qualité sonore détaillée, ce qui en fait un choix privilégié pour l'enregistrement d'ensembles dans des lieux intimes.

En utilisant des techniques d'enregistrement stéréo comme XY, les interprètes peuvent capturer toute la richesse et la profondeur des interprétations de musique de chambre, ce qui permet une expérience d'écoute plus immersive et plus authentique. Il est essentiel de bien placer les microphones et d'utiliser la bonne technique pour obtenir des résultats optimaux dans la capture des nuances et des subtilités des interprétations en direct.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.

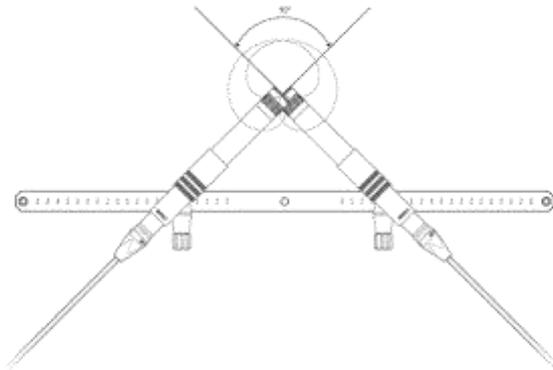


Figure 37 - Technique XY (DPA Microphones, 2015).

2.3.2 Autres techniques d'appariement

NOS Technique

La technique NOS, nommée d'après la Nederlandse Omroep Stichting (Fondation néerlandaise de radiodiffusion), utilise deux microphones cardioïdes positionnés avec un angle de 90° entre eux et une séparation de 30 cm entre les diaphragmes. Cette configuration permet d'obtenir une image stéréo plus large que celle obtenue avec la technique XY, principalement en raison de la plus grande séparation entre les microphones. Toutefois, il est essentiel de tenir compte de l'effet de proximité des microphones, en particulier lors d'enregistrements à des distances plus importantes. Pour obtenir des résultats optimaux lors de l'enregistrement de groupes de musique de chambre, les microphones doivent généralement être placés à une distance comprise entre 1,8 et 3 mètres de l'ensemble, en ajustant le placement en fonction de l'instrument enregistré afin d'obtenir l'équilibre sonore et la représentation spatiale souhaités.

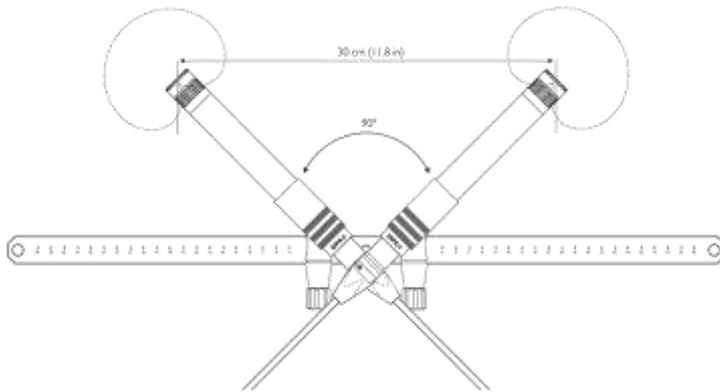


Figure 38 - Technique NOS (DPA Microphones, 2016).

Technique ORTF

La technique ORTF, du nom de ses inventeurs, l'Office de Radiodiffusion Télévision Française, utilise deux microphones cardioïdes positionnés avec un angle de 110° et une séparation des diaphragmes de 17 cm. Ces paramètres sont conçus pour reproduire la position naturelle des oreilles humaines, capturant le son d'une manière similaire à la façon dont notre corps le perçoit. Bien que la largeur stéréo obtenue avec la technique ORTF soit légèrement plus étroite que celle obtenue avec la technique NOS, elle est préférée pour les enregistrements orchestraux en raison de sa capacité à capturer avec précision le placement des instruments. En règle générale, pour l'enregistrement d'ensembles, les microphones doivent être placés à une distance comprise entre 1,8 et 3 mètres du groupe, avec des ajustements en fonction de l'instrument spécifique enregistré.

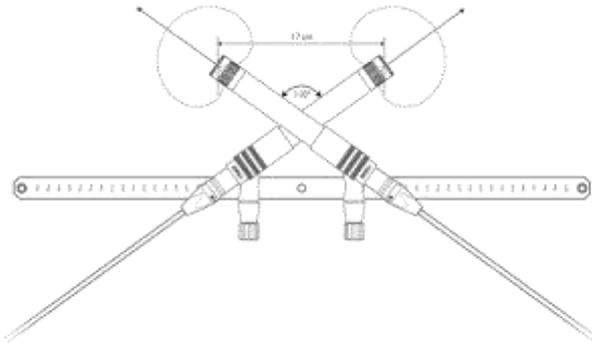


Figure 39 - Technique ORTF (DPA Microphones, 2016).

Technique des paires espacées : AB

La technique des paires espacées, également connue sous le nom de technique AB, consiste à placer deux microphones individuels à une distance qui varie généralement entre 40 et 60 cm. La séparation entre les microphones est déterminée par la longueur d'onde de la fréquence la plus basse, les fréquences inférieures à 150 Hz étant difficiles à percevoir avec précision. Ainsi, une séparation optimale de 40 à 60 cm est établie pour capturer une image stéréo équilibrée.

Les microphones omnidirectionnels sont couramment utilisés pour ce type de collecte de sons. Cependant, il faut être prudent car les microphones omnidirectionnels captent le son de manière égale dans toutes les directions, y compris dans la zone du public. Il est donc nécessaire d'étudier attentivement l'emplacement des microphones pour obtenir l'équilibre sonore souhaité.

L'emplacement de ces microphones est similaire à celui de la paire XY, à environ 3,5 mètres du musicien. Cependant, dans ce cas, les microphones sont placés à une hauteur plus élevée, environ 2 mètres, et

légèrement inclinés vers le bas. En règle générale, il est recommandé de respecter une distance d'environ 0,5 mètre entre les microphones lors de l'enregistrement de groupes de musique de chambre. Cet espacement permet de saisir les nuances de chaque instrument tout en conservant une image stéréo cohérente.

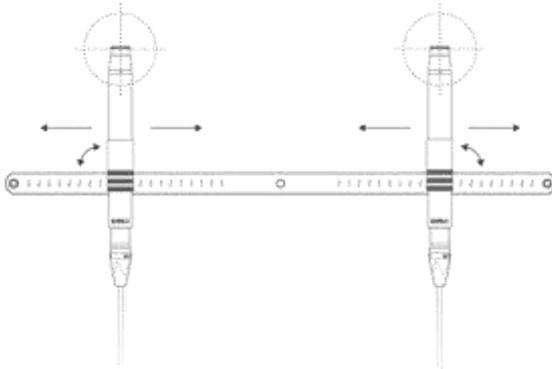


Figure 40 - Technique AB (DPA Microphones, 2016).

2.3.3 Implications pour le placement des microphones et pour certains instruments de musique et situations pratiques

Chaque instrument de musique possède des caractéristiques uniques en matière d'émission sonore, ce qui nécessite une réflexion approfondie sur le placement du microphone afin d'en capturer l'essence avec précision. Nous décrivons ci-dessous quelques particularités et principes fondamentaux pour un placement efficace du microphone.

La guitare



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

Le son d'une guitare est principalement amplifié par sa table d'harmonie, qui résonne à travers le trou de son, à la manière d'un haut-parleur. Lors du positionnement des microphones pour l'enregistrement d'une guitare, il est essentiel de comprendre cette dynamique acoustique. Placer un microphone près du corps de la guitare peut donner des résultats satisfaisants si cela est fait correctement. En règle générale, le fait de placer le micro plus près du manche peut accentuer les hautes fréquences, tandis que le fait de le placer plus près du chevalet ou du dos de la guitare peut avoir l'effet inverse.

Compte tenu des modes de rayonnement d'une guitare, il est évident qu'un microphone orienté vers le corps de la guitare peut capturer le son de manière efficace s'il est placé correctement. Par exemple, un microphone cardioïde placé à une distance d'environ 80 à 100 centimètres de la partie inférieure du manche de la guitare maintiendra une intensité constante sur l'ensemble des fréquences.

La compréhension de ces nuances dans le placement des microphones permet une capture optimale du son, garantissant que les qualités tonales uniques de la guitare sont fidèlement reproduites. En plaçant stratégiquement les microphones, les ingénieurs et les musiciens peuvent obtenir les caractéristiques sonores souhaitées et améliorer l'expérience d'écoute globale.

En outre, lors de l'enregistrement d'autres instruments, tels que le violon ou le piano, des considérations similaires s'appliquent. Par exemple, pour le violon, l'emplacement du microphone peut avoir un impact significatif sur le timbre et la clarté du son. En plaçant le microphone plus près du chevalet, on obtient un son plus brillant, tandis qu'en le plaçant plus près de la touche, on obtient un son plus chaud. De même, lors de l'enregistrement d'un piano, placer les microphones au-dessus des marteaux permet de capturer la qualité de percussion de l'instrument, tandis que les placer près des cordes permet d'accentuer la résonance et le sustain.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

D'une manière générale, il est essentiel de comprendre les propriétés acoustiques de chaque instrument et d'expérimenter le placement des microphones pour obtenir une qualité sonore optimale dans les enregistrements. En prenant soigneusement en compte ces facteurs, les ingénieurs et les musiciens peuvent améliorer la richesse et la profondeur de leurs enregistrements, créant ainsi une expérience d'écoute plus immersive et attrayante.

Le quatuor à cordes

La mécanique des instruments à cordes frottées est proche de celle des guitares, avec toutefois des différences dans la manière dont les vibrations des cordes sont initiées - l'une par le pincement et l'autre par l'archet. Cependant, leur sonorité et, par conséquent, la méthode de capture de leur son, sont distinctes. Comme pour les guitares, la table d'harmonie des instruments à cordes amplifie les vibrations des cordes et les projette vers l'avant.

Le son produit par les instruments à cordes présente des caractéristiques stables dans le temps. Lors de l'utilisation d'un archet, la forme d'onde sonore présente généralement une courte période d'amplitude croissante suivie d'une phase constante lorsque l'archet est en mouvement. Par conséquent, le son capté par un microphone dirigé directement vers le corps de l'instrument présente des variations minimales en réponse à des changements de position ou de distance. Cette stabilité du comportement sonore simplifie les considérations relatives au placement du microphone, ce qui permet d'obtenir des résultats cohérents quels que soient les légers ajustements de positionnement.

La flûte



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.

La flûte présente des caractéristiques uniques en matière de production sonore en raison de sa conception, où le son rayonne dans tout le corps en fonction de l'emplacement des trous découverts. Son comportement acoustique ressemble à celui d'un tube dont les deux extrémités sont ouvertes, l'une au niveau de l'embouchure et l'autre au niveau du premier trou découvert. Cependant, le système de doigté complexe de la flûte entraîne la création de nœuds dans l'onde de pression à des intervalles entre les trous couverts et non couverts.

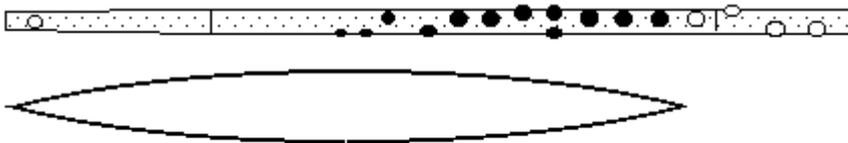


Figure 41 - Onde de pression formée à l'intérieur de la flûte pour une position simple (Wolfe, 2006).

Par conséquent, lorsque l'on joue de la flûte, le son émane de plusieurs points sur toute sa longueur. Pour obtenir un son équilibré, il faut donc placer le microphone avec précision afin de capter les qualités tonales souhaitées. Selon le doigté utilisé, le son de la flûte peut varier en luminosité et en intensité. En général, le fait de placer le microphone plus près de l'embouchure produit un son plus brillant avec une charge d'air plus élevée, tandis que le fait de le placer plus près du fond de la flûte produit un son plus sombre et plus doux.

La compréhension de ces nuances dans l'acoustique de la flûte est cruciale pour les ingénieurs du son et les musiciens qui cherchent à capter efficacement toute la gamme de ses timbres. En expérimentant le placement des microphones et en tenant compte des mécanismes uniques de production du son de la flûte, il est possible d'obtenir des résultats optimaux dans les enregistrements, en garantissant une reproduction fidèle de ses caractéristiques sonores riches et polyvalentes.

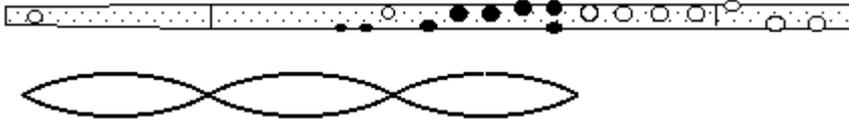


Figure 42 - Onde de pression formée à l'intérieur de la flûte pour des positions croisées (Wolfe, 2006).

Le piano

L'enregistrement d'un piano nécessite une prise en compte attentive de ses propriétés acoustiques uniques afin de capturer avec précision toute la gamme des sons. Voici quelques conseils essentiels pour un enregistrement optimal du piano.

- **Directionnalité des fréquences** - Différentes fréquences se propagent à partir du piano dans diverses directions. Les hautes fréquences, responsables de la clarté et de la brillance des couleurs sonores, se propagent principalement à travers le couvercle ouvert, en diagonale vers le haut. C'est pourquoi le microphone ne doit jamais être placé en dessous du niveau de la surface supérieure du meuble du piano. L'idéal est de le placer en diagonale à côté du couvercle ouvert, à une certaine distance, afin de capter efficacement ces fréquences.
- **Placement** des microphones - Le placement des microphones est crucial et varie en fonction des propriétés acoustiques de l'espace d'enregistrement. Dans une salle ou un environnement sec, le microphone doit être placé plus loin pour éviter de capter des bruits mécaniques indésirables provenant du mécanisme du piano et du mécanisme d'amortissement. À l'inverse, dans une salle ou un local très acoustique, le microphone doit être placé plus près du piano pour garantir la clarté du son. Il est important d'éviter de placer le microphone "à l'intérieur" du piano, car cela pourrait donner un son dur et métallique, adapté aux enregistrements de jazz ou de pop.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

-
- **Acoustique de la pièce** - Il est essentiel de veiller à ce que l'arrière du piano soit éloigné d'au moins un mètre du mur de la salle d'enregistrement. Cela permet d'éviter l'étouffement des basses fréquences et de garantir la clarté de l'ensemble de la gamme sonore. Dans les petites pièces où l'espace est limité, le positionnement du piano contre le mur peut entraîner une mauvaise qualité sonore.
 - **Réglage du niveau dynamique** - Il est important de régler soigneusement le niveau dynamique de l'enregistreur. Il est recommandé de contrôler le niveau lorsque quelqu'un joue des accords au volume maximum simultanément dans les aigus et les graves. Dans les petites salles, les niveaux dynamiques sont généralement plus bas pour éviter la distorsion du son. Le réglage manuel est préférable à l'accord automatique pour un meilleur contrôle de la qualité du son.
 - **Préparation du piano** - Avant l'enregistrement, il est essentiel d'enlever le panneau frontal inférieur et d'ouvrir le couvercle supérieur du piano pour améliorer la qualité du son. Il est recommandé de veiller à ce que le piano soit entièrement ouvert pendant les sessions d'enregistrement afin de maintenir un rapport équilibré entre les sons graves et les sons aigus, ce qui garantit la clarté et la résonance.
 - **Installation de deux microphones** : Si vous en avez la possibilité, il est conseillé d'utiliser deux microphones pour l'enregistrement. L'un d'eux doit être placé près du piano pour capter les nuances détaillées, et l'autre doit être placé aussi loin que possible dans la pièce. Cette configuration crée une illusion de son dans une pièce plus grande en raison du décalage minimal entre les microphones. Les niveaux dynamiques doivent être ajustés en conséquence, en tenant compte des propriétés acoustiques de l'espace d'enregistrement.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

En suivant ces lignes directrices et en s'adaptant à l'environnement acoustique spécifique, les ingénieurs et les musiciens peuvent obtenir des résultats optimaux dans les enregistrements de piano, en capturant la riche palette tonale de l'instrument avec clarté et précision.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

Partie 3 - Technologies numériques pour le partage de matériel et de ressources pédagogiques.

Cette partie du manuel se concentre sur la proposition de solutions pratiques basées sur les technologies numériques pour faciliter l'interaction avec les logiciels pour les musiciens engagés dans l'étude ou l'overdubbing. Ces outils permettent de personnaliser les paramètres musicaux essentiels en temps réel, en les alignant sur les besoins d'étude individuels et les préférences d'interprétation. Bien que la vitesse des réseaux se soit améliorée, la possibilité de jouer à distance de manière synchronisée en est encore au stade expérimental. Cependant, les progrès de la puissance informatique, en particulier dans les PC courants, associés à une pléthore d'options logicielles, y compris des alternatives open-source, ont révolutionné l'étude et la production musicales dans le domaine de l'audio multipiste.

Des algorithmes de traitement sophistiqués permettent désormais de modifier en temps réel des paramètres tels que le tempo et la hauteur, ce qui permet de personnaliser de manière interactive des pistes audio préenregistrées. L'utilisation systématique d'outils numériques conviviaux et rentables pour le partage de matériel musical et extra-musical représente une innovation pour les musiciens, les enseignants et les étudiants en musique d'ensemble. L'objectif de ces outils est de permettre aux utilisateurs de personnaliser leur expérience musicale en temps réel, en améliorant à la fois les sessions d'étude et les performances.

Cette partie du manuel vise à enrichir l'expérience d'apprentissage des étudiants, en leur offrant des exemples pratiques, des références et des aides pédagogiques pour soutenir leur développement musical. Grâce à l'intégration de la technologie et de la pédagogie, cette initiative vise à permettre aux musiciens de tous niveaux d'explorer, d'apprendre et d'exceller dans les études de musique d'ensemble.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

L'étude à l'aide de programmes informatiques n'est pas un phénomène récent ; elle est explorée depuis des années. Les développeurs de logiciels ont toujours cherché à aider les musiciens dans leurs répétitions en ligne et hors ligne. Une pléthore de logiciels, payants ou gratuits, sont disponibles pour aider les interprètes non seulement dans la pratique de leur instrument, mais aussi dans des domaines tels que l'étude du solfège. L'interaction avec les logiciels se fait généralement de deux manières principales : soit en jouant à côté de sources préenregistrées, soit en s'engageant dans des performances collaboratives avec d'autres musiciens situés dans des lieux différents. Ces outils technologiques sont devenus indispensables aux musiciens modernes, enrichissant leurs sessions de pratique et élargissant leurs possibilités de collaboration.

3.1 Exécution avec des didacticiels audio préenregistrés (lecture partielle)

L'interprétation à côté de Partial PlayBack implique deux possibilités.

- **Unidirectionnel** (le logiciel joue la source préenregistrée, sans aucune interaction avec l'utilisateur) ;



Figure 43 - Le flux de travail unidirectionnel de la lecture partielle.

- **Bidirectionnel** (où le logiciel peut interagir avec l'interprète).



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.

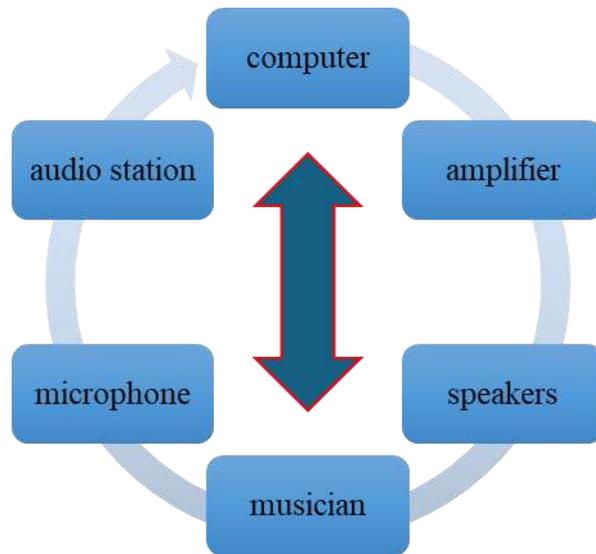


Figure 44 - Le flux de travail bidirectionnel pour la lecture partielle interactive.

3.1.1 Exigences en matière de matériel

Dans les deux versions, divers équipements matériels sont nécessaires pour se connecter à l'intelligence artificielle. Pour la version unidirectionnelle, qui n'implique pas d'interaction directe avec le logiciel, seul un équipement de base est nécessaire : ordinateur, amplificateur et haut-parleurs. Cette configuration permet à l'interprète de chanter avec des sources préenregistrées, généralement fournies par des enseignants à des fins d'étude. Cependant, pour la deuxième option, où l'ordinateur peut interagir avec l'interprète, du matériel supplémentaire est nécessaire. Outre l'ordinateur, l'amplificateur et les haut-parleurs, un microphone (de préférence un microphone à condensateur pour une capture fidèle du son) et une interface audio pour se connecter à l'ordinateur sont des composants essentiels.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

Interaction unidirectionnelle

L'interaction unidirectionnelle désigne l'activité transmise dans une seule direction, généralement de l'ordinateur vers l'interprète. Dans ce scénario, l'interprète accède à des sources préenregistrées, souvent des activités enregistrées par des enseignants, à des fins d'étude. Des logiciels spécialisés permettent aux interprètes de modifier ces sources préenregistrées, en ajustant le tempo ou la hauteur selon les besoins. Divers logiciels comme Audacity, Cool Edit Pro, Sound Forge ou Adobe Audition facilitent ces modifications. Toutefois, il est essentiel de ne pas dépasser certaines limites pour préserver la qualité du son. Des changements excessifs de hauteur (au-delà de 5-6 demi-tons) ou de tempo (au-delà de 10 % de la durée originale) peuvent entraîner des distorsions notables.

L'un des principaux avantages de l'interaction unidirectionnelle est sa simplicité, ce qui la rend idéale pour l'étude de la musique de chambre sans interaction avec d'autres interprètes. Les interprètes ont la liberté de répéter des sections si nécessaire afin d'apprendre la partition en profondeur. En outre, les coûts d'équipement de cette configuration sont relativement faibles par rapport à d'autres solutions plus interactives.

Malgré sa simplicité, l'interaction unidirectionnelle a ses limites. Elle ne facilite pas l'acte d'interprétation aussi pleinement que les installations interactives, car des nuances telles que l'agogique et l'interaction avec d'autres interprètes sont absentes. En outre, si les coûts d'équipement sont moins élevés que pour les configurations interactives, ils peuvent être relativement élevés, en particulier pour les microphones et les interfaces audio de qualité.

Interaction bidirectionnelle



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

L'interaction bidirectionnelle fait référence à l'activité qui se propage dans deux directions opposées, impliquant un retour d'information des deux côtés. Dans cette configuration, l'interprète et l'ordinateur reçoivent un retour d'information ou peuvent utiliser des sources préenregistrées qui s'ajustent dynamiquement en temps réel, comme les changements de tempo ou de hauteur. Il est essentiel de comprendre que le retour d'information fourni par l'ordinateur se concentre principalement sur la précision de la hauteur et le respect du rythme, plutôt que sur l'évaluation de la qualité globale de la performance. Le programme Solfy est un exemple de programme visant à aider les élèves/étudiants à développer la lecture musicale. Cette plateforme en ligne, accessible à l'[adresse www.4solfy.com](http://www.4solfy.com), aide au développement du solfège. Développée en collaboration avec la Roumanie, les États-Unis et Israël, son objectif premier est d'élever le niveau de l'éducation musicale dans les écoles. Le logiciel offre un aperçu complet de la musique, aide à comprendre les éléments musicaux fondamentaux et favorise une lecture correcte de la hauteur et du rythme. Grâce à des fonctions interactives, le programme évalue les performances de l'utilisateur, enregistre ses progrès et propose des recommandations personnalisées pour l'améliorer.

3.2 Interaction bidirectionnelle en temps réel (applications NMP)

L'aspect technique du NMP a été développé dans la première partie de ce manuel. Cette section fournit un cadre pour l'intégration de sessions pratiques d'enseignement et d'interprétation synchrones dans le contexte du partage de matériel pédagogique. L'interprétation simultanée avec des instrumentistes situés dans des lieux différents est l'un des aspects les plus difficiles de la technologie actuelle. Deux problèmes principaux doivent être résolus dans ce scénario : le délai audio et la qualité du son.

Le retard audio est dû aux variations de la vitesse de l'internet d'un endroit à l'autre et à la vitesse de traitement du son (encodage, transmission, décodage) par les cartes son. En surmontant ces obstacles, on



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

obtient une transmission quasi instantanée du son, ce qui permet d'interpréter des œuvres de musique de chambre avec des musiciens situés dans des endroits éloignés.

Pour obtenir une reproduction sonore de haute qualité dans le cadre de collaborations à distance, il est nécessaire de disposer d'un ensemble d'appareils de qualité supérieure, dont le coût est proportionnel. Ces appareils doivent capturer, traiter et reproduire le son de manière efficace afin de répondre aux normes attendues dans le domaine de l'interprétation musicale professionnelle.

Dans les versions unidirectionnelle et bidirectionnelle, une série d'équipements matériels est nécessaire pour se connecter à l'intelligence artificielle. Pour la version unidirectionnelle, qui n'implique pas d'interaction directe avec le logiciel, seuls un ordinateur, un amplificateur et une série de haut-parleurs sont nécessaires, ce qui permet à l'artiste de chanter en même temps que la source préenregistrée. Cependant, pour l'option bidirectionnelle, outre l'ordinateur, l'amplificateur et les haut-parleurs, un équipement supplémentaire tel qu'un microphone (de préférence un microphone à condensateur pour une capture fidèle du son) et une interface audio sont nécessaires. L'interaction unidirectionnelle est relativement plus simple pour l'étude de la musique de chambre, tandis que l'interaction bidirectionnelle permet un engagement plus dynamique mais nécessite des coûts d'équipement plus élevés.

Conclusions

La nouvelle méthode In Media Stat Virtus a permis des avancées significatives dans la formation à distance pour la musique d'ensemble, notamment en intégrant des technologies numériques et des outils innovants pour surmonter les barrières géographiques et améliorer l'expérience éducative. Le projet a démontré comment l'exécution musicale en réseau, le play-back partiel et les techniques de partage de matériel



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

musical et extra-musical peuvent permettre des collaborations d'apprentissage mixte dans l'enseignement supérieur musical, offrant une approche d'apprentissage qui combine le meilleur des méthodes traditionnelles avec les nouvelles possibilités numériques.

Les lignes directrices élaborées ont fourni un cadre méthodologique et technologique solide pour relever les défis de l'enseignement musical à distance, permettant aux éducateurs de s'adapter à des paysages changeants et de mettre en œuvre des pratiques d'enseignement hybrides. L'utilisation d'outils tels que Jamulus, de plateformes de gestion de partitions numériques et de logiciels d'échantillonnage d'instruments a permis de maintenir des normes d'enseignement élevées, comblant ainsi efficacement le fossé entre l'enseignement musical traditionnel et l'enseignement à distance.

En fin de compte, le projet IMSV a ouvert de nouvelles perspectives pour l'apprentissage de la musique, en offrant un modèle flexible et adaptable qui non seulement répond aux besoins actuels, mais jette également les bases des innovations futures. Cette initiative a ouvert la voie à une éducation musicale plus inclusive et plus accessible, en tirant parti de la technologie sans compromettre la qualité artistique et éducative.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

Bibliographie

- [1] Virtual Stage - Reference No:2020-1-IT01-KA226-VET-008970 - Erasmus+ Key Action 2 - KA226
- [2] 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>
- [3] C. Rottondi, C. Chafe, C. Allocchio, A. Sarti. "An Overview on Networked Music Performance Technologies", 2017, IEEE Access.
- [4] J.-P. Càceres, C. Chafe, "JackTrip: Under the Hood of an Engine for Network Audio", *Proceedings of International Computer Music Conference, Montreal, 2009*.
- [5] 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.
- [6] P. Holub, L. Matyska, M. Liška, L. Hejtmánek, J. Denemark, T. and Rebok, A. Hutanu, R. Paruchuri, J. Radil, and E. Hladká "High-definition multimedia for multiparty low-latency interactive communication", *Future Generation Computer Systems*, 22(8), pp.856–861, 2006, Elsevier
- [7] V. Fischer, "Case Study: Performing Band Rehearsals on the Internet With Jamulus".
- [8] 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.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.



IN MEDIA STAT VIRTUS
Projet n. 2021-1-IT02-KA220-HED-000027601

- [9] K. Vos, K. V. Sorensen, S. S. Jensen, J.-M. Valin, Voice Coding with Opus, Accepted for the 135th AES Convention, 2013.
- [10] K. Vos, A Fast Implementation of Burg's Method, 2013. Marraccini, Fabio (2020-04-06). "Jamulus: configuration, usage and running a server". AudioGeek
- [11] "Jamulus - Internet Jam Session Software / Discussion / Open Discussion: Effects of the Corona virus on Jamulus". sourceforge.net.
- [12] "LoLa, Low Latency Audio Visual Streaming System Installation & User's Manual, Version 2.0.0 (rev.001)" (PDF). lola.conts.it. Conservatorio di musica G. Tartini – Trieste, Italy.



Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation de son contenu, qui reflète uniquement les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations contenues dans cette publication.