

SIMONE : UN INSTRUMENT DISTRIBUÉ POUR L'ÉTUDE DES INTERACTIONS IMPROVISÉES COLLECTIVES

Aliénor Golvet Benjamin Matuszewski Frédéric Bevilacqua

STMS IRCAM-CNRS-Sorbonne Université, Paris

[prenom].[nom]@ircam.fr

RÉSUMÉ

Nous présentons *Simone* [simɔn], un système Web pour l'improvisation collective en réseau basé sur des entrées audio (microphone). Inspirés par plusieurs exemples de systèmes de performance musicale en réseau, notre objectif était de concevoir un instrument distribué basé sur 3 concepts : l'improvisation collective, l'utilisation de la voix dans le processus de synthèse sonore, et l'échange d'information par le réseau. *Simone* est développé avec des technologies web et est utilisable avec un équipement matériel léger, portable et adapté à plusieurs situations.

Cet article se concentre sur une présentation du design du système ainsi que de son implémentation technique. Nous présentons aussi une première utilisation de *Simone* via une étude réalisée avec 4 participants ayant improvisé avec le système. Les retours collectés ont notamment mené à un certain nombre de modifications dans le design de *Simone*. L'objectif ultérieur de ce travail est d'étudier la manière dont des utilisateur-ices peuvent s'approprier ce système et les dynamiques d'improvisation qui peuvent en résulter.

Simone est disponible au téléchargement sous licence BSD-3-Clause à l'adresse suivante : <https://github.com/ircam-ismm/simone>

1. INTRODUCTION

L'essor de la Web Audio API [1] depuis 2011 a accéléré l'utilisation de systèmes musicaux basés sur des navigateurs Web et l'émergence de nouvelles expériences musicales collectives. Ces travaux explorent notamment les diverses possibilités offertes par les réseaux : performances musicales à distance, participation du public, intégration de capteurs, systèmes de réalité virtuelle [17].

Cependant, les questions de la conception instrumentale de systèmes musicaux en réseau et de l'apprentissage et de l'appropriation collective de tels systèmes par les musicien-es restent largement inexplorées. En effet, si la communauté NIME (New Interfaces for Musical Expression) s'est depuis plusieurs années intéressée aux questions de conception et d'appropriation d'instruments [10, 20], la majorité des travaux dans ce domaine concerne des pratiques où les musicien-nes utilisent leurs propres interfaces sans forcément être connectés par un réseau.

Dans ce papier, nous présentons *Simone*, un système Web pour l'improvisation collective en réseau basé sur des entrées audio (microphone). *Simone* est un nouvel *instrument distribué* proposant une interaction collective qui se décline en plusieurs variations dont chacune correspond à une topologie d'interaction particulière. Dans chaque variation, les musicien-nes occupent des rôles variés et échangent différents types d'information. Si cette contribution se limite à la présentation technique et à une première mise en pratique de *Simone*, l'une de nos motivations à plus long terme est d'étudier l'appropriation de ce système.

La conception de *Simone* a été influencée par des exemples antérieurs de systèmes de performance musicale en réseau et par une esthétique musicale proche du collage sonore, de l'improvisation bruitiste et de la musique concrète. Une des originalités de *Simone* est d'être conçu pour être utilisé via un ensemble hétérogène d'appareils (ordinateurs, tablette, téléphones portables, nano-ordinateur type raspberry pi) permettant ainsi de le déployer facilement dans tout type d'espace grâce à des moyens techniques légers et portables.

Nous commençons par présenter divers travaux précédents de performances et d'installations musicales en réseau. Nous décrivons en particulier certains systèmes qui, comme le nôtre, utilisent des microphones. Dans une deuxième partie, consacrée à *Simone*, nous introduisons les différents objectifs ayant guidé ce travail avant de présenter les éléments de design et d'implémentation, ainsi que les différentes variations du système. Enfin, dans une dernière partie nous présentons des éléments issus d'une étude pilote que nous avons réalisée à l'Ircam durant laquelle nous avons demandé à quatre participants d'improviser avec les différents systèmes. Une version simplifiée de *Simone* a également fait l'objet d'une présentation publique lors des portes ouvertes de l'Ircam en janvier 2023.

2. EXEMPLES HISTORIQUES ET INFLUENCES

2.1. Instruments musicaux en réseau

Probablement parce qu'une analogie immédiate peut être opérée entre un réseau informatique et un ensemble de musicien-nes – dont les nœuds seraient les musicien-nes et les communications se feraient par les médiums acoustique et/ou visuel – les possibilités du réseau ont rapidement été

explorées par les artistes dans diverses modalités [4].

Les performances de musique en réseau ont ainsi été décrites comme explorant de nouveaux moyens de distribuer les ressources cognitives et l'information au sein d'un groupe, la modification des interactions et du jeu individuel en fonction de l'agentivité des autres musicien-nes et du réseau lui-même, la disparition de la séparation entre musicien-nes et public, ou encore la mise en oeuvre de processus de création collective plutôt que la production d'une oeuvre fixe [8].

L'exemple précurseur et paradigmatique de cet usage du réseau est le groupe *The Hub*, fondé en 1986 des suites de la *League of Automatic Music Composers* [6, 15]. Bien que chaque musicien du groupe contrôlait un système de sa propre confection, leurs performances étaient fondées sur l'échange d'informations via un réseau local selon un protocole défini pour chaque pièce. Ainsi par exemple dans la pièce *Waxlips* (1991), chaque musicien reçoit des notes individuelles de la part des autres membres du groupe via le réseau. Ce musicien doit d'abord jouer la note reçue puis lui appliquer une transformation arbitraire avant de l'envoyer à un autre membre du groupe ¹.

Les expérimentations de *The Hub* serviront de modèle à de nombreux ensembles de musique tels que les *laptop orchestra* dans lesquels l'infrastructure en réseau prend une importance esthétique plus ou moins importante [4, 16, 18].

En suivant la distinction faite par Rohrhuber [12] nous pouvons distinguer deux types de structures de partage d'information au sein d'un système de musique en réseau : soit l'accès simultané à un état commun et partagé, soit le partage et la circulation d'objets et d'informations au sein du réseau.

Dans la première catégorie nous pouvons par exemple évoquer l'*Emupo* [3], une interface pour l'improvisation musicale collective développée en Max/MSP. Destinée à être jouée de manière autonome ou pour compléter le jeu d'instrumentistes, l'*Emupo* peut-être contrôlée par plusieurs utilisateur-ices à la fois, chacun-e prenant la main sur différents paramètres de production d'un même son donnant alors lieu à une interaction "intra-instrumentale".

Dans la seconde catégorie, l'ensemble *powerbooks unplugged* [13] propose des performances de groupe basées sur l'accès à un espace de partage d'informations où circulent extraits de code, commentaires des musicien-nes et messages provoquant la production d'événements sonores sur les hauts parleurs de n'importe quel ordinateur du réseau. L'exemple de *powerbooks unplugged* met aussi en évidence un autre des avantages offerts par l'aspect décentralisé de la production sonore : la possibilité de choisir librement la manière dont le son est spatialisé ainsi que le nombre de musicien-nes participant-es.

1. On trouvera un enregistrement de cette pièce ici : <https://artifactrecordings.bandcamp.com/track/waxlips>

2.2. Utilisation du microphone

Divers travaux d'installations artistiques et d'instruments en réseau utilisant le microphone ont servi d'inspiration pour ce travail. Bien que l'usage de microphones et de la voix ait été exploré de nombreuses manières dans la communauté NIME (on en trouvera une recension et une taxonomie dans [9]), nous nous concentrons dans cette section uniquement sur les systèmes en réseau.

Voice Networks (2003) [19] de Gil Weinberg est une installation musicale collaborative proposant à des utilisateur-ices non-experts de participer à une expérience de création musicale collective et de mettre en évidence l'aspect social du jeu en groupe. L'installation est composée de quatre postes disposés en carré, face à face, autour d'un écran. Chaque poste est composé d'un microphone, d'une surface tactile et de haut-parleurs. Les participants peuvent enregistrer des boucles sonores avec leur micro et leur appliquer des transformations sonores à l'aide de la surface tactile qui contrôle à un patch Max/MSP. Le réseau est utilisé pour échanger les boucles sonores ainsi créées entre les participant-es.

Talking Drum (1995) [2] de Chris Brown est une installation interactive composée d'un ensemble de "stations" (composées d'un microphone, de haut-parleurs et d'un ordinateur) disposées librement dans un même espace. Chaque ordinateur génère un rythme à partir d'un algorithme qui analyse ce qui est capté par le microphone. Bien que les différentes stations n'échangent pas d'informations, elles sont toutes synchronisées sur une même horloge. L'installation *Talking Drum* crée ainsi une expérience d'improvisation entre des duos humain/machine au sein d'un espace acoustique partagé entre les musicien-nes et le public.

Auracle (2004) [5] conçu par Max Neuhaus est un synthétiseur collaboratif accessible sur internet ². Le système analyse la voix captée par le microphone de chaque utilisateur-ice et en extrait plusieurs types de données de différents niveaux (descripteurs audio : RMS, f_0 ; classifications de "gestes" vocaux par analyse en composantes principales) pour contrôler un synthétiseur. *Auracle* est conçu comme un système qui répond à l'activité des utilisateur-ices et cherche à encourager une communication et un dialogue non verbal à travers une expérience musicale accessible via une interface destinée à un public non expert.

3. SIMONE

Inspirés par les travaux mentionnés ci-dessus, nous avons donc développé un instrument distribué pour l'improvisation collective, proposant un ensemble de variations autour d'un scénario d'interaction.

2. <http://auracle.org/>

Notre objectif principal est de concevoir un système de création musicale collective qui favorise l'improvisation, l'utilisation de la voix dans le processus de synthèse sonore, et s'appuie sur l'échange d'information par le réseau. Le système est conçu comme un terrain d'expérimentation de divers paradigmes d'interaction collective et de leur appropriation par des musicien·nes. Il doit donc être accessible rapidement tout en possédant la profondeur et la flexibilité nécessaire pour qu'ils/elles ne se sentent pas limité·es dans un contexte d'improvisation et de création.

Un objectif secondaire est de concevoir un dispositif qui nécessite un équipement matériel minimal et suffisamment flexible pour s'adapter à différentes situations et disponible sur plusieurs types d'appareils différents : ordinateurs, téléphones portables, tablettes, nano-ordinateurs. *Simone* peut ainsi être utilisé à la fois comme installation sonore collaborative, comme instrument de musique collectif ou encore comme instrument de musique distribué contrôlable par une seule personne avec la possibilité de disposer les sources sonores dans l'espace comme on l'entend.

3.1. Éléments de design

Ce système d'improvisation collective est co-localisé et permet l'écoute mutuelle et les modalités d'interactions habituelles en improvisation (p. ex. gestes, regards). Outre l'utilisation d'interfaces classiques d'interaction humain-machine (souris, clavier, écran), qui offrent des contrôles sur la synthèse sonore, nous cherchons également à explorer l'utilisation de la voix dans la construction collective d'un espace sonore. L'utilisation conjointe du réseau et du microphone permet d'imaginer de nouvelles relations entre la voix et le son produit par l'instrument distribué et diverses manières de reconfigurer ou de déstabiliser des dynamiques d'improvisation collectives.

Par le fait que la voix enregistrée est complètement altérée par une technique de mosaicing (décrite ci-dessous), *Simone* permet une expérience accessible aux utilisateur·ices qui pourraient être inhibé·es par le fait d'utiliser leur voix dans un contexte d'improvisation collective. En effet, l'expérience de *Voice Networks* nous montre que "bien que la voix soit probablement le moyen de communication le plus intuitif et répandu dans la vie de tous les jours, certains participant·es étaient inhibé·es par le fait de l'utiliser dans le cadre d'une installation publique par pudeur ou tout simplement à cause du trac"³ [19]. Contrairement à d'autres gestes instrumentaux, l'usage de la voix engage un certain nombre de caractéristiques personnelles (âge, maîtrise du chant, santé physique, sexe, accent, etc...) qu'il peut être gênant de dévoiler.

3. Regarding the choice of the voice as an intuitive and malleable gateway for creative and collaborative interaction, it was interesting to observe that although the voice is probably the most intuitive and prevalent means of communication in everyday life, some participants were inhibited to use it in a public installation setting due to its "committing" or "revealing" nature or perhaps due to common "stage fright."

3.2. Implémentation

Principes généraux

Simone est décliné en plusieurs variations qui diffèrent quant à leurs interfaces et quant aux topologies d'interactions mises en oeuvre, mais qui partagent néanmoins un ensemble de caractéristiques communes :

1. Le microphone est utilisé comme moyen d'enregistrement afin de commander la synthèse sonore.
2. La synthèse sonore est basée sur le principe du mosaicing audio [21, 7]. Il s'agit d'une technique de synthèse dans laquelle un son appelé son *modèle* est découpé en segments et analysé. Chaque segment est ensuite associé à un segment qui lui est le plus proche dans un son dit *générateur* (en fonction d'une distance calculée sur la base de descripteurs audio pré-définis), le résultat final étant la concaténation des segments issus du son *générateur*. Ainsi, le son synthétisé partage à la fois la structure et l'évolution temporelle du son *modèle* et le timbre du son *générateur*.
3. Le système utilise un réseau local pour partager des informations entre les agents (c.à.d. utilisateur·ices et terminaux). Les informations transmises (horloge synchronisée, fichiers audio, données d'analyse) dépendent du scénario considéré (cf. Figure 1).

Aspects technologiques

L'application est entièrement développée avec le framework *soundworks* [11] basé sur les technologies Web, et est donc entièrement accessible depuis un navigateur Web. La synthèse sonore est réalisée grâce à un système d'analyse/synthèse par mosaicing développé avec l'API WebAudio [1]. Le fichier son *modèle* enregistré est analysé grain par grain en temps réel. Pour chaque grain, on calcule un vecteur de MFCC (Mel Frequency Cepstral Coefficients), et on cherche ensuite dans le son *générateur* le grain qui a les MFCC les plus semblables via une recherche dans un arbre à n dimensions.

Nous avons choisi d'utiliser des MFCC à 12 bandes de fréquences comme descripteurs audio car ceux-ci sont particulièrement adaptés à l'analyse et la représentation de la voix. Il s'agit en outre d'un descripteur de dimension suffisamment haute pour encoder plusieurs dimensions perceptives des sons, tout en étant suffisamment basse pour pouvoir trouver rapidement le grain le plus semblable à un autre.

Par ailleurs l'énergie RMS de chaque grain est calculée et est utilisée pour contrôler un gain lors de la resynthèse du son. Ainsi, un grain *modèle* de faible énergie donnera un son synthétisé de faible volume. Cet élément a été ajouté suite au retours d'utilisateurs qui semblaient confus par le fréquent manque de lien entre la dynamique de volume du son *modèle* vue sur la forme d'onde affichée et le résultat sonore.

Outre les clients accessibles depuis le navigateur Web d'un ordinateur ou d'un téléphone portable, nous avons également développé des clients exécutés dans des nano-ordinateurs de type *Raspberry Pi 4* (combinant les avan-

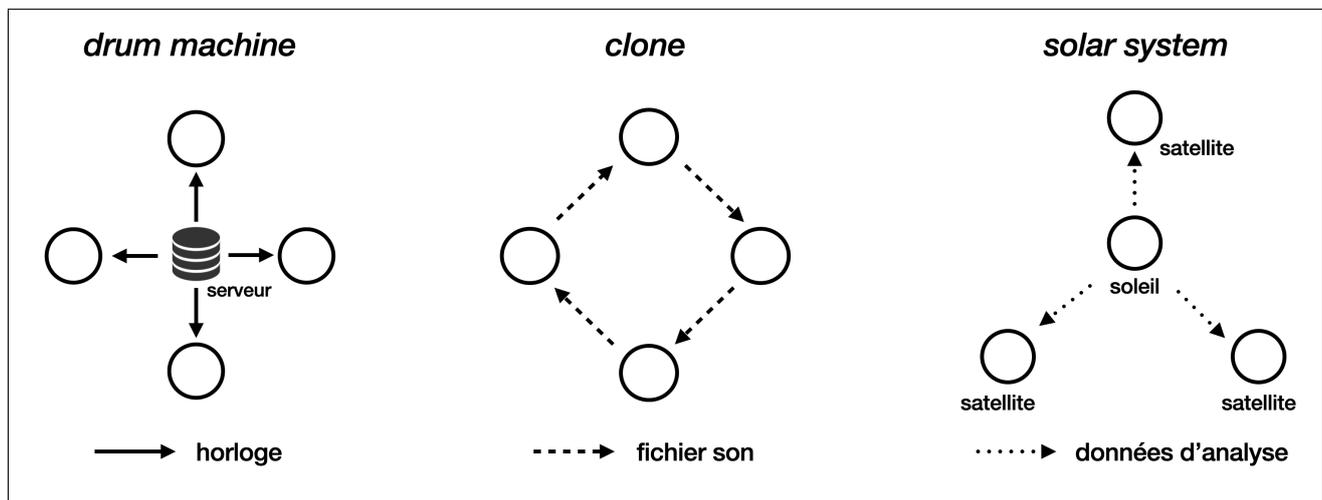


Figure 1. Diagrammes des échanges d’informations dans les trois systèmes présentés. Chaque cercle représente un client connecté au serveur.

tages d’être portables et modulaires, et possédant une bonne puissance de calcul). Ce portage simple de l’application en dehors du navigateur a notamment été rendu possible grâce à l’implémentation en Rust de la Web Audio API dont les *bindings* vers *Node.js* [14] ont permis de réutiliser de larges parties du code Javascript original.

3.3. Variations

Les principes généraux évoqués ci-dessus se déclinent selon différentes variations qui mettent en jeu différents moyens d’interactions et rôles exercés par les participant-es. Ces différents systèmes sont les suivants :

Drum Machine

Dans ce système, les utilisateur-rices enregistrent un son *modèle* avec le microphone et sélectionnent un son *générateur* parmi une banque de sons. Ils/elles peuvent ensuite sélectionner une section du son *modèle* à faire boucler. La durée de cette section est basée sur une grille rythmique commune à tou-te-s les participant-es qui partagent la même horloge. Le résultat peut être envisagé comme une sorte de boîte à rythmes distribuée.

Clone

Dans ce système, il est demandé aux utilisateur-rices de commencer à enregistrer un son d’une durée approximative de 30 secondes. Ce son est ensuite envoyé à un-e autre participant-e pour lui servir de son *générateur* dans l’interface de jeu. Ainsi, chaque participant-e doit apprendre à jouer avec la voix ou le son d’une autre personne.

Solar System

Contrairement aux précédents systèmes, les participant-es sont dans une configuration asymétrique. L’un-e d’entre eux/elles occupe un rôle central et est appelé-e le *soleil*. Le *soleil* peut enregistrer un son *modèle*. Les données d’analyse de ce son sont ensuite envoyées simultanément aux autres participant-es appelé-es *satellites* pour contrôler la

synthèse sonore par mosaïcing sur leur client. En outre, les *satellites* peuvent choisir leur propre son *générateur* parmi une banque de son et faire varier divers paramètres de synthèse. Ainsi, le même son *modèle* enregistré par le *soleil* est simultanément réinterprété par différents sons *générateur* sur chaque *satellite*.

Solar System embarqué

En plus des versions collectives que nous venons de présenter, nous avons mis au point une version solo embarquée du système *Solar System*. Celui-ci peut en effet se concevoir avec un unique agent humain prenant le rôle central de *soleil* et des clients non-humains contrôlables à distance prenant le rôle de *satellites*.

Le dispositif prend alors la forme suivante : un nombre variable de Raspberry Pi sur lesquelles est installée l’application sont connectés à un même réseau local (cf. Figure 2). L’interface de contrôle est accessible dans un navigateur web. Celle-ci, similaire à celle utilisée par l’utilisateur-riche prenant le rôle de *soleil* dans le système *Solar System*, permet d’enregistrer un son *modèle* ainsi que pour chaque *satellite* connecté de sélectionner le son *générateur* et de modifier les paramètres de synthèse.

Chaque Raspberry Pi, connectée à une paire de hauts parleurs, reçoit les données d’analyse de la part du serveur et synthétise le son en temps réel. Le système devient alors un véritable instrument où l’on contrôle simultanément plusieurs sources sonores de timbres différents mais contrôlées par le même son *modèle*. En faisant varier les volumes et les paramètres individuels, en choisissant des boucles plus ou moins longues, il est possible de créer une grande variété d’espace sonores différents.

La grande portabilité du matériel permet de disposer les sources sonores ainsi que d’en choisir le nombre de manière libre et adaptée à l’espace d’écoute. Il est à noter que le client est aussi accessible dans le navigateur internet ce qui permet à un membre du public de se connecter à l’application sur son téléphone et devenir ainsi lui-même

une source sonore.

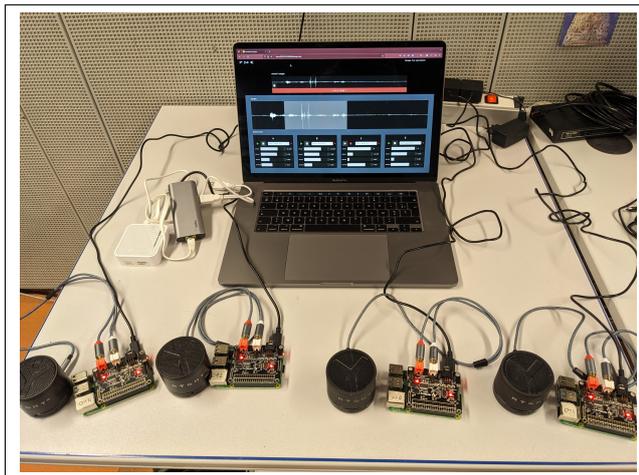


Figure 2. Le dispositif *Solar System* embarqué avec, à l'avant, quatre raspberry pi avec leurs enceintes et, à l'arrière, l'ordinateur avec l'interface de contrôle et un routeur wifi.

3.4. Interfaces

L'interface a fait l'objet de plusieurs itérations au cours des tests et réflexions. Une attention particulière a été portée sur la complexité et le nombre d'éléments de l'interface avec lesquels il est possible d'interagir, afin de faciliter l'appropriation du système dans un temps restreint et de promouvoir l'agentivité des participant-e-s dans un contexte d'improvisation collective.

Bien qu'elle diffère légèrement selon les différentes variations du système, l'interface comprend de manière générale les éléments suivants (cf. Figure 3) :

Une zone d'enregistrement qui permet de déclencher l'enregistrement avec le micro et de visualiser la forme d'onde du son enregistré, un bouton permet à l'utilisateur-ice d'utiliser cet enregistrement comme son *modèle* (zone en haut à gauche dans la Figure). En haut à droite dans la Figure, une zone avec un menu permet de choisir le son *générateur* ainsi que d'en visualiser la forme d'onde et de l'écouter.

La zone centrale montre la forme d'onde du son *modèle* actuellement utilisé. L'utilisateur-trice peut sélectionner une section à boucler en utilisant la souris. La boucle sélectionnée peut être de longueur libre ou contrainte par une grille temporelle dans le cas du système *Drum Machine*. L'affichage de la forme d'onde du son *modèle* nous semble offrir un bon équilibre entre intuition du résultat sonore et invitation à l'exploration et au jeu. En effet, si la forme d'onde permet d'observer immédiatement le niveau sonore de chaque section du son *modèle* et donc du résultat synthétisé, les MFCC représentent également d'autres dimensions du son, ce qui ne permet pas d'anticiper précisément le résultat généré, poussant ainsi l'utilisateur-ice à

l'exploration.

Enfin, dans la zone du bas de l'interface, différents sliders permettent de modifier différents paramètres de synthèse : volume, hauteur du son, période et durée des grains sonores. L'accès à ces quelques paramètres, très simples à percevoir et à contrôler, permet une plus grande variété de jeu instrumental et ouvre ainsi d'importantes possibilités de complémentarité et de dialogue entre les musicien-nes utilisateur-ices.

4. EXPÉRIENCE PILOTE

Une fois ces systèmes conçus et développés, nous avons effectué une étude préliminaire avec quatre utilisateurs experts afin d'observer quels types d'interactions et de résultat sonore pouvaient émerger. Les quatre participants de l'étude pilote étaient chercheurs en interaction humain-machine avec une expérience amateur ou professionnelle de la musique ou réalisateur en informatique musicale à l'Ircam, tous familiers de plusieurs logiciels et interfaces de création musicale numérique.

Cette étude pilote a également été l'occasion de recueillir des avis sur l'ergonomie et la simplicité d'utilisation des interfaces développées, nourrissant ainsi leur évolution vers la version présentée plus haut. Des enregistrements audio des improvisations réalisées lors de cette session sont disponibles à cette adresse : https://archive.org/details/session3_202302⁴.

4.1. Déroulé de l'expérience

L'expérience commence par une présentation générale de l'étude et une rapide explication du principe du mosaicing audio. Ensuite, pour chacun des trois systèmes, il est demandé aux participant-es d'improviser collectivement pendant 8 à 10 minutes. À la fin de chaque improvisation, une discussion a lieu afin de recueillir leurs impressions, de partager leurs expériences et de répondre à quelques questions préparées à l'avance sur la prise en main du système et des interfaces ainsi que sur les interactions qui ont eu lieu pendant l'improvisation. L'atelier se termine par une discussion générale. Nous avons choisi de présenter les systèmes dans un ordre prédéterminé (*Drum Machine*, *Clone*, *Solar System*), plutôt qu'aléatoire, pour des raisons de continuité dans l'apprentissage des interfaces.

La banque de sons *générateur* disponible propose un mélange de sons instrumentaux, de sons électroniques et de sons concrets⁵. En outre, un certain nombre d'objets et de petits instruments étaient proposés aux participants qui

4. Un extrait vidéo est également disponible à l'adresse suivante : <https://www.youtube.com/watch?v=dZPyDfiaDxI>

5. En voici le détail : un extrait du *quatuor à cordes n°5 de Bartók*, un extrait des *Variations Goldberg* de Bach, un extrait du *Lamento della ninfa* de Monteverdi, un enregistrement au microphone de contact et un enregistrement de percussions improvisées réalisés par la première autrice, un extrait d'une lecture en anglais et français par Monique Wittig, des extraits d'enregistrements de Christian Zanési et Bernard Parmegiani issus d'une banque de sample de l'INA-GRM.

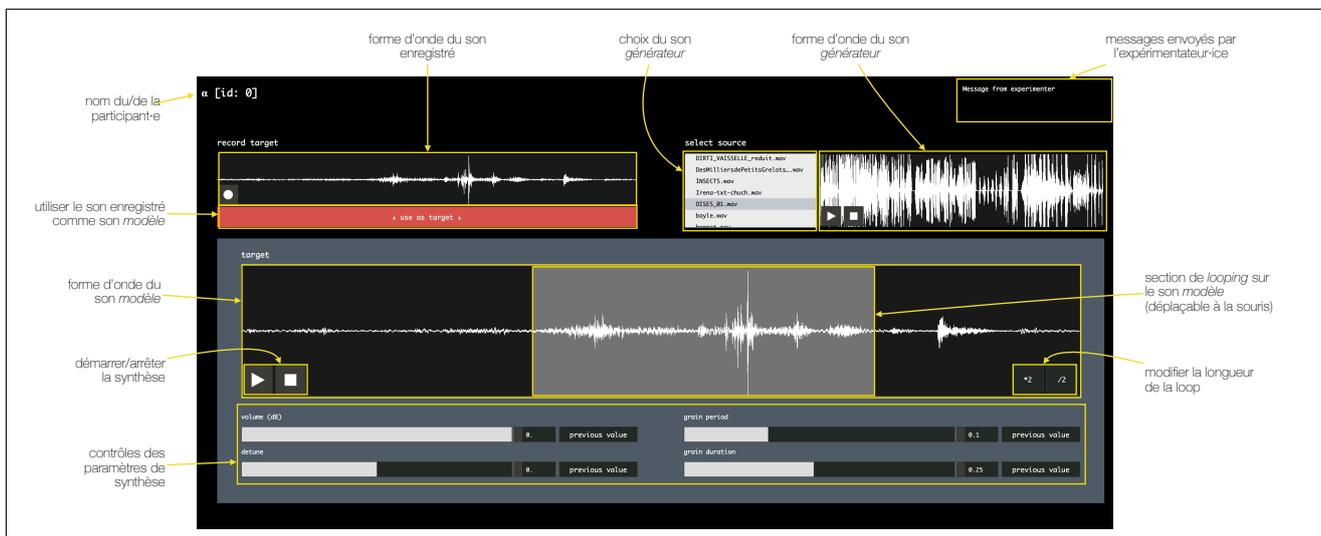


Figure 3. L'interface web du système *Drum Machine*. Les interfaces des autres systèmes sont sensiblement différentes et adaptées à chaque système.



Figure 4. Photographie de l'étude préliminaire réalisée avec quatre participants.

ne souhaitaient pas forcément utiliser leur voix : un synthétiseur pour enfant, un kalimba, un accordéon pour enfant, une grenouille en bois et un petit sanglier en céramique renfermant une bille.

4.2. Remarques générales

Les participants ont tous globalement apprécié le dispositif et les moments d'improvisation. Si la première partie de la première session peut donner l'impression d'un manque d'écoute mutuelle qui nous semble certainement dû à la période de découverte du système, les participants ont très vite proposé des stratégies pour construire l'espace sonore, en se partageant les différents registres de hauteurs, de volumes, de timbre et de rythme. Les dernières minutes de la session *Clone* nous semblent à ce titre particulièrement exemplaire : alors qu'un participant maintient un rythme plus ou moins constant avec un enregistrement de Kalimba, un autre fournit une nappe sonore et les deux participants restants interviennent de façon plus minimale avec des bruits de petites percussions répétitifs.

Les participants ont, dans l'ensemble, essayé de jouer avec les limites du système. Ils ont favorisé les boucles très courtes et ont joué avec les extrémités des sliders à leur disposition (durée des grains minimale pour donner un effet). Confrontés à la difficulté de négocier le silence et d'écouter les autres puisque le système de synthèse produit du son en continu, les participants ont rapidement appris à jouer avec le contrôle de volume.

L'utilisation du microphone à disposition a été variée et son intérêt dans la construction sonore globale a été noté : « tu peux vraiment ajuster tout ce que tu fais rythmiquement avec les boucles et savoir que tu vas enregistrer du silence. ». Cependant, les participants ont globalement moins utilisé le microphone qu'envisagé et ont préféré explorer les autres possibilités offertes par l'interface. Cela peut s'interpréter de trois façons différentes. Premièrement, les possibilités sonores du système sont larges et l'utilisation de la voix n'est strictement nécessaire qu'au début de l'improvisation : « c'est tellement riche avec très peu d'input, ça n'encourage pas de refaire des trucs avec la voix. » Deuxièmement, les participants nous ont rapporté que l'utilisation du micro était rendue difficile par l'installation technique : le type de micro utilisé – un Shure SM58 sans pied – les obligeait à utiliser une de leurs mains pour enregistrer. L'utilisation d'un micro cravate ou d'un micro sur pied pourrait régler simplement ce problème. Enfin, l'acte d'enregistrer un nouveau son avec sa voix peut être ressenti comme pouvant perturber l'espace sonore en construction : « dans le flot musical, [...] c'est une sacrée interruption. En gros, tu coupes tout ce qui se passe pour enregistrer ton truc sans que ça s'entende trop, c'est une autre sonorité... ». Ces deux derniers points mettent en évidence la manière dont des aspects tant techniques (point 2) que sociaux (point 3) sont en interrelation.

Par ailleurs, les participants ont apprécié la posture exploratoire offerte par le système : « Ouais c'est un peu au

pif. Enfin, tu fais des trucs et *oh ouais trop bien* et tout et tu gardes et si c'est pas bien ehh. Enfin du coup ça fait partie du jeu j'imagine. », tout en remarquant qu'il était parfois frustrant de ne pas pouvoir bien anticiper le type de son produit : « Je pense qu'il y a des sons que j'aurais peut-être voulu faire mais je pense que j'en ai pas été capable et je sais pas si j'en aurais été capable ». Suite à ces remarques, nous avons implémenté un gain sur la synthèse contrôlé par la RMS du son *modèle* afin de donner une appréhension plus immédiate du volume sonore produit.

4.3. Différences selon les systèmes

Les participants ont ressenti des impressions et des contraintes très différentes selon les systèmes.

Dans la session *Clone*, les participants ont trouvé le résultat sonore « plus aéré et plus subtil » et « plus facile à contrôler » qu'avec le système *Drum Machine* où « avec le choix des corpus on avait quand même des [...] présences sonores assez fortes ». L'un des participants fait ainsi remarquer que *Clone* favorise une écoute collective : « le fait que ça soit un nouveau matériau sonore et pas des matériaux qui sont dans une banque [...] incite plus à l'écoute ».

Avec le système *Solar System*, où les rôles sont asymétriques, les participants ont remarqué qu'ils avaient moins de contrôle à leur disposition sans que cela soit ressenti comme un problème : « c'était frustrant au début [mais] à la fin on sent qu'on a beaucoup plus de contraintes donc on devient un peu plus créatif ». Les participants ont aussi bien perçu l'asymétrie entre les deux rôles au sein de ce système. L'un des participants ayant le rôle de *satellite* s'est ainsi adressé au participant jouant le rôle de *soleil* en lui disant « tu es compositeur et nous on interprète ». Cependant certains participants n'ont pas eu vraiment l'impression de jouer avec le *soleil* et ont ressenti une certaine « déconnexion » en étant plus concentré sur le résultat sonore que sur ce qu'il faisait.

4.4. Modifications suite à l'expérience

Cette étude pilote a été l'occasion de faire émerger plusieurs remarques pertinentes concernant les différents systèmes, les interfaces et le déroulé de l'atelier. Ceci a donc mené à un certain nombre de modifications.

En ce qui concerne l'installation technique du système, outre la question du microphone évoquée plus haut, la question du positionnement des haut-parleurs a été évoquée par plusieurs participants. Concernant l'interface, les participants ont noté qu'il y avait quelques éléments qui « coupent la continuité ». En effet, dans cette première version du système, changer de son *générateur* menait à une interruption du son car l'analyse du fichier provoquait un blocage du processus de synthèse. Ceci a été modifié dans une version ultérieure et l'analyse est désormais effectuée dans un fil d'exécution parallèle grâce à un *Web Worker*.

Cette expérience pilote a également permis de souligner deux problèmes concernant le déroulé de l'expérience elle-même. Premièrement, elle a fait apparaître la nécessité d'un

temps d'appropriation du système en isolation par les participants avant de commencer les phases d'improvisation « pour [...] se créer une sorte de mini vocabulaire ». Deuxièmement, il est apparu nécessaire d'ajouter à l'interface un moyen de faire passer des messages aux participants pour, par exemple, débiter la fin d'une improvisation sans interférer avec l'espace sonore.

5. CONCLUSION

Nous avons présenté *Simone*, un ensemble de systèmes et d'interfaces web pour l'improvisation collective et distribuée conçu pour être utilisé par des utilisateur·ices expert·es dans un cadre d'improvisation.

À cette intention, nous avons fait tester *Simone* à un groupe de 4 utilisateurs experts lors d'une étude pilote consistant en plusieurs sessions d'improvisation collective et de discussions. Les retours collectés lors de cette expérience ont mis en évidence les points positifs et négatifs du système, et ont mené à un certain nombre de modifications dans sa conception et dans le déroulé de l'expérience.

Dans la prochaine étape de ce travail, nous allons réitérer cette expérience avec plusieurs groupes de participants·es. Il est prévu que les prochaines sessions d'expérience proposent un court moment individuel de prise en main de l'interface au début et des entretiens individuels après l'expérience, ce qui permettra de mener une analyse et une réflexion plus approfondie sur les dynamiques d'improvisation collective dans un instrument distribué tel que proposé par *Simone*. Par ailleurs, la version embarquée du système a été confiée à un artiste actif dans le milieu de l'improvisation et du spectacle vivant afin de mener une étude au plus long court sur le processus d'appropriation et de prise en main.

Références

- [1] WebAudio API Specification. <https://www.w3.org/TR/webaudio/>.
- [2] BROWN, C. *Talking Drum* : A Local Area Network Music Installation. *Leonardo Music Journal* 9 (Dec. 1999), 23–28.
- [3] CANONNE, C., MONTEIRO, R., AND RÜHL, J. L'EMUPO : Une interface logicielle pour l'improvisation collective. In *Journées d'Informatique Musicale* (Saint-Etienne, France, 2011).
- [4] COLLINS, N. *Introduction to Computer Music*. John Wiley & Sons, Hoboken, 2010.
- [5] FREEMAN, J., VARNIK, K., RAMAKRISHNAN, C., NEUHAUS, M., BURK, P., AND BIRCHFIELD, D. *Auracle* : A voice-controlled, networked sound instrument. *Organised Sound* 10, 3 (Dec. 2005), 221–231.
- [6] GRESHAM-LANCASTER, S. A Personal Reminiscence on the Roots of Computer Network Music. *Leonardo Music Journal* 27 (Dec. 2017), 71–77.

- [7] JANER, J., AND DE BOER, M. Extending voice-driven synthesis to audio mosaicing. In *Sound and Music Computing Conference (SMC '08)* (Berlin, Germany, 2008).
- [8] KIM-BOYLE, D. Network Musics : Play, Engagement and the Democratization of Performance. *Contemporary Music Review* 28, 4-5 (Aug. 2009), 363–375.
- [9] KLEINBERGER, R., SINGH, N., XIAO, X., AND VAN TROYER, A. Voice at NIME : A Taxonomy of New Interfaces for Vocal Musical Expression. In *NIME 2022* (Auckland, New Zealand, June 2022).
- [10] MAGNUSSON, T. Of Epistemic Tools : Musical instruments as cognitive extensions. *Organised Sound* 14, 2 (Aug. 2009), 168–176.
- [11] MATUSZEWSKI, B. A Web-Based Framework for Distributed Music System Research and Creation. *Journal of the Audio Engineering Society* 68, 10 (Dec. 2020), 717–726.
- [12] ROHRHUBER, J. Network music. In *The Cambridge Companion to Electronic Music*, N. Collins and J. d’Escrivan, Eds., first ed. Cambridge University Press, Dec. 2007, pp. 140–155.
- [13] ROHRHUBER, J., CAMPO, A., WIESER, R., VAN KAMPEN, J.-K., HO, E., AND HÖLZL, H. Purloined Letters and Distributed Persons. In *Music in the Global Village Conference* (Múcsarnok Budapest, 2007).
- [14] ROTTIER, O., AND MATUSZEWSKI, B. A Rust Implementation of the Web Audio API. In *Web Audio Conference* (Cannes, France, June 2022).
- [15] STONE, P. Non-Mathematical Musings on Information Theory and Networked Musical Practice. *Organised Sound* 26, 3 (Dec. 2021), 327–332.
- [16] TRUEMAN, D., COOK, P., SMALLWOOD, S., AND WANG, G. PLOrk : The Princeton Laptop Orchestra, Year 1. In *International Computer Music Conference (ICMC '06)* (New Orleans LA USA, 2006).
- [17] TURCHET, L., FISCHIONE, C., ESSL, G., KELLER, D., AND BARTHET, M. Internet of Musical Things : Vision and Challenges. *IEEE Access* 6 (2018), 61994–62017.
- [18] WANG, G., ESSL, G., AND PENTTINEN, H. Do Mobile phones Dream of Electric Orchestras? In *International Computer Music Conference (ICMC '08)* (Belfast, Ireland, 2008), p. 8.
- [19] WEINBERG, G. Voice Networks : The Human Voice as a Creative Medium for Musical Collaboration. *Leonardo Music Journal* 15 (Dec. 2005), 23–26.
- [20] ZAPPI, V., AND MCPHERSON, A. P. Dimensionality and Appropriation in Digital Musical Instrument Design. In *International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME '14)* (London, UK, 2014).
- [21] ZILS, A., AND PACHET, F. Musical Mosaicing. In *COST G-6 Conference on Digital Audio Effects (DAFX-01)* (Limerick, Ireland, 2001).