

Organiser l'invention technologique et artistique ? L'activité collective de conception conjointe d'une œuvre et d'un dispositif informatique pour quatuor à cordes

Nicolas Donin, Samuel Goldszmidt et Jacques Theureau

Équipe de recherche Analyse des Pratiques Musicales, IRCAM/CNRS (UMR 9912)

1, place Igor-Stravinsky

75004 Paris

prénom (point) nom (at) ircam (point) fr

ABSTRACT

Organizing technological and artistic invention? The collective activity of the joint conception of a work and a computer system for string quartet. A method of collective activity data collection and analysis was tested by following a particular design process, both technological and artistic, developed over the course of two years at IRCAM – the design of an “Augmented quartet” by a group which included a researcher/developer, a composer, a computer music designer, a string quartet and other participants. Several notions and methods of activity-centred design proved relevant to the analysis of collected data: the notions of design object (in particular when defined as a situation and not as a device) and of its processual definition, the notion of intermediate situation, and the participatory methods of future operators in the design process. These issues are illustrated throughout the paper with the help of significant data samples (transcription extracts, score extracts, pictures, etc.). Not only does this study result in a direction of improvement for this type of design process; it also results in hypothetical characteristics and conditions for creativity in design processes in general.

KEYWORDS

Long term creative cognition, artistic and technical creation, collective activity analysis, design process, design object, musical research, technological research, intermediate situation

Introduction

Les activités de conception musicale – aussi bien des œuvres que des instruments – n'ont guère fait l'objet de recherches en ergonomie ni dans les disciplines qui y participent. En musicologie, la notion de conception en tant que telle n'est pas couramment utilisée alors que de nombreuses situations et activités de conception sont abordées, plus ou moins directement, via l'histoire et l'ethnographie de la facture instrumentale¹ ou encore l'étude des processus créateurs et des méthodes de travail des compositeurs². Dans cet article, en nous appuyant sur l'étude d'un projet de conception particulier – celui d'un « quatuor augmenté » –, nous espérons montrer l'intérêt qu'il y a, tant pour l'ergonomie que pour les sciences de la musique, à réfléchir sur ce type d'activité³. Cette étude d'une activité collective de conception – qu'en ergonomie et psychologie on qualifierait volontiers d'« étude en situation réelle » – s'inscrit dans trois directions de recherche.

La première est la *recherche sur la cognition créatrice à long terme dans la composition musicale*

1. Voir notamment la série *Musique, Images, Instruments: Revue française d'organologie et d'iconographie musicale* (1995-...) et l'essai ethnographique de Mabru (1998) sur une activité artisanale de lutherie.
2. Par exemple au fil des études de cas réunies par Hall et Sallis (2004).
3. Cet article est la version développée d'une communication présentée au Congrès SELF 2008 (*Ergonomie & conception*): Donin, Goldszmidt, & Theureau (2008).

contemporaine et, plus généralement, la création artistique. Une recherche sur quatre ans a concerné l'activité de composition de deux œuvres pour voix, instruments et électronique par un même compositeur, Philippe Leroux (voir Donin, & Theureau, 2007a, 2008). Elle a donné lieu à l'élaboration d'un observatoire de la cognition à long terme centré sur le compositeur. Après datation des brouillons et esquisses (soit au fur et à mesure de leur confection, soit après coup) et remplissage régulier d'un journal de composition par le compositeur (relativement à la seconde œuvre, dont la composition a été étudiée au fil de son déroulement), nous avons réalisé des entretiens de remise en situation au cours desquels le compositeur, muni des traces matérielles et outils de son activité, était en mesure de reconstituer et commenter le cours de cette dernière. Dans cette recherche, les interactions entre le compositeur et les réalisateurs en informatique musicale⁴, ses futurs interprètes, les techniciens de la production, etc., n'étaient saisies pour l'essentiel qu'à travers ce qu'en disait le compositeur. Un développement naturel de cette recherche consistait à se donner les moyens de saisir plus largement ces interactions dans une situation favorable comme celle qui est considérée ici. On se rapproche alors de recherches en anthropologie ou écologie cognitive comme celle de Grison (1998), analysant l'activité cognitive sur trois ans d'un petit collectif de recherche – en l'occurrence de recherche biologique.

La seconde est la *recherche en gestion sur l'activité collective dans les processus de conception*. Un exemple célèbre de cette sorte de recherche est celle de Midler (1996) sur la conception de la Twingo. Elle a donné lieu à trois ans de recherche (participation à l'équipe projet, recueil de notes, débats libres avec ses participants, analyse des documents écrits, enquête auprès des hauts responsables de l'entreprise) et visé des transformations de la gestion et de l'organisation des projets industriels du point de vue de la créativité. Une recherche récente, celle de Colmellere (2008), a porté sur deux processus de conception et de transformation d'installations industrielles. Grâce à des données similaires, mais présentées systématiquement et analysées de façon détaillée, et des entretiens avec les divers acteurs, ordinateur et documents en main, elle a visé des transformations de la gestion et de l'organisation des projets industriels du point de vue de la prise en compte de la sécurité. De telles recherches conduisent à développer des notions et des méthodes d'analyse de l'activité humaine qui soient capables de traiter du caractère collectif et étalé sur une durée de plusieurs mois à plusieurs années. Leur visée pratique est en général la conception de modes d'organisation, d'outils, de méthodes favorisant la coopération des acteurs pertinents de ces processus. Elle pourrait inclure aussi la conception de dispositifs de formation de ces acteurs à la création industrielle (voir, par exemple, Li, 1970). De telles recherches en gestion ont déjà concerné diverses activités de création scientifiques et culturelles (voir Benghozi, 1995), comme l'ont fait plus largement des recherches à composante ethnographique sur l'activité collective, principalement en sociologie⁵.

La troisième est la *recherche sur la place des futurs opérateurs ou usagers dans les processus de conception des installations et des produits*. Elle a donné lieu à de nombreuses publications en ergonomie, mais aussi en CSCW (*Computer Supported Cooperative Work*). Elle passe par des analyses de cas de processus de conception intégrant, d'une façon chaque fois à préciser, ces futurs opérateurs ou usagers. Dans le cas des activités musicales, ce type de processus peut impliquer aussi bien des compositeurs (conception d'outils informatiques d'aide à la composition) que des instrumentistes (dans leur relation de collaboration avec les luthiers et, plus récemment, les concepteurs d'interfaces tactiles et gestuelles), ou bien sûr des auditeurs (en ingénierie audio et téléphonie mobile). Vinet et Delalande (1999) recensent et catégorisent différents travaux de cette sorte, réalisés dans les communautés de la recherche musicale et de l'IHM (Interaction Homme-Machine).

4. Un « réalisateur en informatique musicale » est, suivant la pratique en vigueur à l'Ircam et dans plusieurs centres de production musicale comparables, un ingénieur et/ou musicien chargé de coopérer avec un compositeur dans la conception et la réalisation des aspects de son projet artistique impliquant le recours à l'informatique, à l'électroacoustique et, plus généralement, à ce qu'on appelle les technologies musicales.

5. Sur des activités de recherche artistique/technologique à l'Ircam au début des années 1980, voir Born (1995); sur des activités de recherche artistique/technologique récentes dans un domaine non musical, voir par exemple Fourmentaux (2002) et (2007).

Nous rencontrerons ces trois directions de recherche au fur et à mesure de cet article, tant en ce qui concerne le recueil de données que leur analyse et les perspectives qui en découlent. Comme nous le verrons en conclusion, nous n'aurons pas épuisé ainsi les recoupements possibles sous divers aspects et à divers degrés de cette recherche avec d'autres recherches. Après avoir décrit le processus de conception dans sa globalité (§ 1) et précisé les caractéristiques de l'objet de conception en jeu (§ 2), nous considérerons : les notions et les méthodes d'analyse de l'activité collective dans les processus de conception qui ont été mises en œuvre (§ 3) ; les « situations intermédiaires » construites à l'occasion des différentes séances de travail avec les instrumentistes (qui rassemblaient tous les participants au projet) (§ 4) et leurs apports au processus de conception (§ 5), tout particulièrement ceux qui sont passés par des discussions avec les instrumentistes (§ 6). Nous concluons en reprenant l'interrogation initiale exprimée dans le titre de l'article (§ 7).

1.- Un processus de conception collectif sur deux années et au croisement de plusieurs histoires

Le cas étudié est un projet de conception d'un « quatuor augmenté », soit une œuvre musicale comprenant une partie électronique en temps réel⁶ et destinée à un quatuor à cordes dont chaque archet-poignet a été préalablement « augmenté » de capteurs de mouvement (capteur de pression sur la mèche de l'archet et gyroscope au poignet, cf. **Figure 1**), permettant une interaction son instrumental/son électroacoustique en partie réglée par les gestes des musiciens.



Figure 1: Gros plan sur le poignet d'un instrumentiste équipé du dispositif de captation
Figure 1: Close-up of the player's wrist equipped with the motion-capturing device
 [© Ircam & kleinefenn@ifrance.com]

Ce projet s'inscrit dans le domaine d'activité de l'équipe Interactions Musicales Temps Réel, un groupe de recherche & développement permanent de l'Ircam (Institut de Recherche et de Coordination Acoustique/Musique)⁷, dont le responsable est Frédéric Bevilacqua⁸ (que nous qualifierons dans ce qui suit de « **chercheur-développeur** »), qui participe à d'autres productions musicales et scéniques impliquant le traitement du son en temps réel et/ou la captation du geste (voir Bevilacqua, Ra-

6. Que la partie électronique soit « en temps réel » signifie que, pendant l'exécution, des traitements numériques spécifiques sont appliqués de façon instantanée aux sons produits par les instrumentistes, et diffusés par hauts-parleurs au même titre que le son d'origine et que d'autres sons électroacoustiques préenregistrés déclenchés à des moments précis de l'exécution.

7. Voir <http://www.ircam.fr/> et <http://imtr.ircam.fr/>

8. En musicologie, contrairement aux habitudes dans les publications en ergonomie, psychologie et sociologie du travail, les acteurs concernés par les études sont en général désignés par leur nom propre. Nous reconduisons ici cet usage.

samimanana et Schnell, 2006 – une présentation synthétique rédigée quelque mois avant que le début du processus de conception ici considéré ne soit engagé). Il s'inscrit en même temps dans l'histoire artistique de la **compositrice**, Florence Baschet, particulièrement intéressée depuis l'époque de sa formation par l'électronique en temps réel, qu'elle a souvent utilisée dans ses œuvres. Pour le **réalisateur en informatique musicale**, Serge Lemouton, le projet s'inscrit dans l'histoire de son activité technologique et artistique à l'Ircam, notamment en collaboration avec un compositeur avec lequel Baschet et lui-même ont souvent travaillé (que ce soit dans un cadre d'enseignement, de production ou de recherche musicale), Philippe Manoury, et dont l'esthétique et la pensée musicale constituent pour eux un arrière-fond partagé⁹. Le projet s'inscrit enfin dans l'histoire des interprètes, le Quatuor Danel, qui s'était déjà impliqué à plusieurs reprises dans des projets artistiques et pédagogiques à dimension expérimentale, y compris une tentative inaboutie d'utilisation d'un dispositif de captation et traitement du geste instrumental, dans un autre cadre et dans une temporalité très resserrée (à ce titre génératrice de frustration quant au résultat produit). D'autres acteurs interviennent, mais, dans ce qui suit, nous parlerons essentiellement – nous verrons pourquoi – du **chercheur-développeur**, de la **compositrice**, du **réalisateur en informatique musicale** et des **instrumentistes**.

Le fait que le quatuor joue le plus souvent un répertoire classique, régulièrement de la musique contemporaine, mais guère d'œuvres avec électronique (cela vaut aussi pour chaque membre du quatuor pris individuellement), recoupe la préoccupation de la compositrice d'inscrire son œuvre dans la tradition du quatuor tout en défrichant de nouvelles voies de développement. Par cette intersection entre recherche & développement, composition et interprétation, le projet Quatuor augmenté s'inscrit plus généralement dans l'héritage de la « recherche musicale » des années 1980 (Machover, 1985 ; Menger, 1989 ; Veitl, 1997) associant scientifiques et artistes dans des studios/laboratoires tels que l'Ircam pour des projets visant la création d'instruments ou de programmes informatiques originaux – dans l'idéal aussi innovants sur le plan esthétique que sur le plan scientifique et technologique. En l'occurrence, le projet a été soutenu par deux départements de l'Ircam : l'un (Médiations recherche/création) qui encourage des projets interdisciplinaires initiés par des « compositeurs en recherche » salariés pendant le temps de leur engagement dans un projet spécifique, l'autre (Direction artistique) qui lançait une série de commandes d'« études » pour instrument(s) et informatique (sur le modèle des études pour piano ou violon du XIX^e siècle) qui fut le cadre initial de définition du projet artistique. Si le projet inclut donc la commande d'une partition pour instruments et électronique et la planification d'un concert, il ne s'y réduit pas : son objet est défini davantage par un thème de recherche (la captation du geste et son utilisation spécifiquement musicale) et par un concept organologique (le « quatuor augmenté ») que par un objectif de recherche ou de développement technologique précisément identifiable.

Les principaux protagonistes du projet ont déjà collaboré ensemble à l'occasion d'une précédente composition de Florence Baschet : *BogenLied* (2005) pour violon augmenté et électronique en temps réel. Des membres de l'équipe de recherche & développement ont adapté un programme de reconnaissance gestuelle à la situation concernée (soient une violoniste spécialisée dans la musique contemporaine, Anne Mercier, et une composition de type « étude » jouant sur trois types de modes de jeu instrumentaux caractéristiques du violon). Après apprentissage, le dispositif informatique reconnaissait pendant l'exécution lequel des trois modes de jeu sélectionnés était pratiqué par la violoniste, ce qui permettait l'activation de tel ou tel traitement électroacoustique adapté¹⁰. Le projet Quatuor augmenté procède donc du succès de cette première brève collaboration (étalée sur moins d'un mois), jugée féconde. *BogenLied* apparaît comme un prototype, et la conception du Quatuor augmenté comme une extension et une adaptation de ce prototype – à la fois quant au nombre d'instrumentistes, quant à la durée de l'expérimentation-appropriation par ces derniers, et quant à l'investissement collectif en recherche & développement. Ceci programme la démultiplication de caractéristiques de *BogenLied* : on devra distinguer 8 voire n modes de jeu instrumentaux au lieu de 3, les traitements électroacoustiques seront associés non seulement à chaque instrumentiste mais à

9. Manoury (1998), notamment pp. 43-86 et 99-107.

10. Voir le compte rendu du projet : Bevilacqua, Rasamimanana, Fléty, Lemouton, & Baschet (2006).

des aspects globaux du quatuor comme sa coordination, etc. La conception du dispositif technique porte donc sur un dispositif de captation du geste et de contrôle des traitements électroacoustiques par le geste, étendant des caractéristiques du dispositif de *BogenLied*, et devant être fonctionnel en avril 2008 (date originellement prévue de la première audition publique lors d'un concert de l'Ircam). Ainsi, cette conception ne porte pas, par exemple, sur la découverte de traits caractéristiques du geste instrumental pris comme un tout (elle se base plutôt sur un type de variations paramétriques standard des mouvements impliqués dans les gestes instrumentaux), ni encore sur un dispositif de captation du geste permettant le contrôle par l'instrumentiste de certaines catégories de traitements électroacoustiques sélectionnés (ils n'ont pas été spécifiés avant une date tardive, une certaine généralité étant visée).

Le plan de travail défini par la compositrice en collaboration avec l'Ircam au cours de la discussion du projet (courant 2006) détermine les modalités du travail collectif autour de *séances d'expérimentation avec les musiciens* (Figure 2a):

- Pendant une année (septembre 2006-mai 2007), expérimentation et développement du dispositif de captation du geste avec chaque instrument seul et avec plusieurs instrumentistes (soit en duo soit en quatuor), à raison d'une séance de travail de 3 heures tous les mois et demi en moyenne ;
- Pendant l'année suivante (septembre 2007-avril 2008), période de production essentiellement centrée sur le travail en studio de la compositrice et du réalisateur en informatique musicale qui l'assiste. (Cette période s'est prolongée jusque début novembre 2008, le concert initialement prévu en avril ayant été reporté au 13 novembre pour des raisons extérieures au projet) (Figure 2b).



Figure 2a: *Vue d'une séance d'expérimentation* (Ircam, Studio 5, 15 janvier 2008): les deux violonistes répètent un passage, l'altiste manipule son instrument, le violoncelliste est tourné vers la compositrice et l'équipe technique, la compositrice s'adresse à l'équipe technique (dont on aperçoit le côté d'un écran de contrôle ainsi qu'un archet augmenté en cours de préparation) [© APM]

Figure 2a: Experimentation session (IRCAM, 15 January 2008): the two violinists rehearse a passage, the violist manipulates his instrument, the cellist looks towards the composer and the technical team, and the composer speaks to the technical team. A portion of the technical team's control monitor as well as an augmented bow appear to the left.

Figure 2b: La compositrice et le réalisateur en informatique musicale pendant une période de travail en studio (extrait d'un entretien réalisé le 17 septembre 2007, Ircam, Studio 2) [© APM]

Figure 2b: The composer and computer music producer during a work session in the studio (excerpt of videotaped interview conducted on 17 September 2007, IRCAM, Studio 2).

2.- Un objet de conception à double face et ouvert

Quel est finalement l'objet de la conception à chaque moment de ce processus ? Ce n'est ni simplement l'écriture de la partition, ni simplement la conception du dispositif technique de captation et traitement du geste musical, ni simplement la formation des instrumentistes à cette nouvelle situation de « quatuor augmenté », ni simplement la réalisation du concert de création lui-même. Ces derniers ont en commun avec lui de rester indéterminés, ou plutôt de rester seulement circonscrits, jusqu'à la fin de ce concert de création, mais de se déterminer de plus en plus précisément au fur et à mesure du processus de conception. Cet objet de la conception est d'abord une **situation de concert de création** comprenant une partition, un dispositif technique, une précision orale par la compositrice de ce qu'elle entend comme modes de jeu dans sa partition ou plutôt comme espaces de variation des modes de jeu indiqués dans sa partition que peuvent réaliser et explorer les instrumentistes, ainsi que les conditions de la production du concert de création. C'est aussi, à plus long terme, la définition d'un **concept de « quatuor augmenté »** et son intégration dans la culture musicale contemporaine. Le dispositif technique diffère en effet d'autres dispositifs électroniques en temps réel : ce n'est pas un outil isolé fourni aux instrumentistes avec des procédures déterminées et normatives à mettre en œuvre, mais plutôt un outil appropriable par ces musiciens dans le prolongement de leur instrument, c'est-à-dire leur imposant un ensemble de contraintes à partir desquelles ils peuvent développer leurs procédures usuelles. La musique résultante dépend, non seulement des caractéristiques des instrumentistes, comme dans toute interprétation musicale, mais encore des caractéristiques de leur processus d'appropriation. Cette situation de quatuor « augmenté » d'un tel dispositif technique est conçue comme devant favoriser une activité des instrumentistes dont la valeur esthétique sera reconnue, ouvrant ainsi sur d'autres œuvres de ce genre, par la compositrice comme par d'autres compositeurs/trices. Cette double face, réelle et conceptuelle, de l'objet de conception se retrouve dans certains processus de conception industriels. Par exemple, la conception de la Twingo à laquelle nous avons fait référence en introduction, visait autant la conception effective d'une voiture que la précision d'un nouveau concept de voiture.

De plus, un degré important d'indétermination et d'ouverture existe au départ, qui est maintenu jusqu'au bout du processus de conception. La nature de l'objet de conception le permet, ce qui rapproche d'emblée ce processus de conception de certains processus de conception industriels, par exemple ceux qui concernent les logiciels, et l'éloigne d'autres, par exemple justement celui qui a concerné la Twingo. En tout cas, cette indétermination et cette ouverture constituent un ingrédient de son caractère créatif. Lors de notre premier entretien avec le chercheur-développeur, la compositrice et le réalisateur en informatique musicale (environ 4 mois après la toute première séance d'expérimentation avec un musicien et 2 mois après la première séance impliquant le quatuor au complet), nous demandons à chacun de caractériser la relation entre le projet Quatuor augmenté et les principales expériences passées sur lesquelles s'appuie ce projet ; le chercheur-développeur répond en soulignant le contexte favorable (démarrage d'une thèse et d'un projet européen sur la captation et le traitement sonore du geste, et marques d'intérêt de la part de plusieurs compositeurs) puis en précisant :

« Pour nous c'était une continuité logique, comme cela s'était bien passé avec *BogenLied*, que de poursuivre dans cette direction. Après, l'idée du quatuor était plutôt bienvenue, [c'est] un challenge intéressant. [D'autant qu']on allait de toute façon s'intéresser aux autres instruments à cordes.¹¹ »

Dans un autre passage de cet entretien, la compositrice décrit quant à elle le nouveau projet comme devant reconduire « le même type d'allers-retours [que pour *BogenLied*] entre la genèse de l'application, la genèse de la partition, et la genèse de l'électroacoustique »¹². Et lorsque le chercheur-développeur en vient à préciser la démarche qu'il promeut dans ce projet, il la définit dans les termes d'un idéal de situation à atteindre :

11. Premier entretien avec Florence Baschet, Frédéric Bevilacqua, Serge Lemouton, le 6 février 2007 à l'Ircam.

12. *Ibid.*

« Ce qu'on essaye vraiment de [faire] – là c'est une partie de la recherche qui est un peu cachée en quelque sorte –, c'est qu'on veut prendre ce signal et le transformer en quelque chose qu'intuitivement un interprète ou un compositeur puisse s'approprier. Nous, dès le départ, on a essayé de faire des liens assez forts entre ce qui est capté et un langage musical – instrumental ou compositionnel, modes de jeux ou interprétation. »

Quant à la compositrice, elle reformule en conclusion le projet par ce dont il devra faire la preuve à l'issue des deux années : « l'ambition, pour le quatuor, c'est d'essayer/de pouvoir dire que les capteurs qu'on a peuvent [participer à] l'expression d'un vrai vocabulaire de modes de jeux pour [l'instrument à] cordes ». Dans ce même entretien, le chercheur-développeur ira même jusqu'à suggérer que si le concept de « quatuor augmenté » est correctement rempli par l'œuvre et le dispositif qui lui sera associé, ce dernier devrait s'avérer non pas éprouvé et stabilisé, mais plutôt contingent, car transparent relativement à la fin musicale qu'il servirait :

« Dans une certaine mesure cela veut dire que la [partie informatique de la] pièce pourrait être refaite avec autre chose : peut-être non plus des accéléromètres, mais autre chose si l'on arrive, après, à déduire les mêmes types d'information. Alors qu'avec l'approche standard [de l'usage des capteurs pour la performance musicale], on est très lié à la [méthode particulière de captation utilisée]. »

La relative indétermination de l'objet de la conception restera importante au cours du processus : ainsi, l'usage d'un capteur particulier (le capteur de pression) sera considéré plus ou moins malvenu selon les périodes et selon les participants, avant d'être finalement validé après la fin de la première année d'expérimentation. Ou encore, la partition sera composée pendant la seconde année, et jouée par sections par le quatuor au cours de plusieurs séances d'enregistrement, sans avoir reçu de titre. Ce n'est qu'au printemps 2008 que la compositrice se concentrera sur le choix d'un titre reléguant définitivement le terme de « quatuor augmenté » au rang d'indication de la formation instrumentale de son œuvre. (Et elle n'adoptera le titre définitif, *StreicherKreis*¹³, qu'au moment où elle adressera la partition à l'éditeur, en juillet 2008 – mais ceci est moins spécifique de ce processus de conception particulier que de bien des processus de création artistique).

Comme nous le reverrons plus en détail (§ 4), cet objet de conception, avec ces caractéristiques d'être à double face et de comporter un degré important d'indétermination et d'ouverture, se maintiendra jusqu'au bout du processus de création tout en se déterminant de plus en plus précisément.

3.- Dispositif de recueil de données et d'analyse de l'activité d'un sous-ensemble de coopération

Pour pouvoir analyser la dynamique de détermination collective du concept de « quatuor augmenté », nous avons procédé à un suivi, tout au long du processus de conception, tant des séances de travail avec les instrumentistes que de la coopération de tous les autres participants (scandée par ces séances).

Le recueil de données comprend : l'enregistrement vidéo des séances de travail (1 à 3 caméras mobiles permettant de documenter à la fois l'activité des instrumentistes et celle de l'équipe technique) accompagné de prises de notes individuelles ; l'enregistrement vidéo d'entretiens collectifs entre les chercheurs, la compositrice, l'équipe de recherche & développement et le réalisateur en informatique musicale, juste après les séances afin d'en faire le bilan et en dégager les perspectives de travail pour ces derniers, juste avant les séances afin de faire le point sur le travail accompli depuis la séance précédente et préciser ce qu'ils attendent de la séance en question ; la photocopie des fragments de

13. *StreicherKreis* signifie littéralement « cercle de cordes », ou selon le commentaire qu'en a donné la compositrice dans sa notice introductive, « le Cercle de ceux qui jouent des instruments à cordes frottées » (voir <http://brahms.ircam.fr/works/work/22666/>). Par sa structure et le choix de la langue allemande, ce titre fait référence à la pièce antérieure *BogenLied* (« chant de l'archet »).

partition utilisés ; la sauvegarde des données informatiques produites au cours de la séance ; la copie des rapports sur la séance précédente rédigés par la compositrice pour chaque séance ; les principaux échanges de courrier électronique entre la compositrice et l'impresario du quatuor.

Un tel recueil de données est fondé sur la délimitation, grâce à des discussions et des observations informelles développées préalablement, d'un « sous-ensemble de coopération » dans la conception (voir Theureau et Filippi, 1994, pour la délimitation d'un tel sous-ensemble de coopération dans le contrôle du trafic métropolitain) : le collectif de conception comprenant la compositrice, le chercheur-développeur et le réalisateur en informatique musicale. Ce sous-ensemble de coopération interagit, sur la base d'une relative communauté de culture et de projet (qui n'exclut pas des divergences et dont la construction renvoie, d'une part aux collaborations antérieures entre ses membres, d'autre part aux interactions entre ces derniers concernant le projet, en face à face ou à travers divers médias, en dehors des séances de travail), avec les membres du quatuor, avec les techniciens en charge de la conception et de la maintenance des capteurs, avec les visiteurs (notamment d'autres compositeurs et réalisateurs en informatique musicale) et avec les observateurs que nous sommes. Notons que les entretiens enregistrés en vidéo entre les chercheurs et ce sous-ensemble de coopération enrichissent le processus de conception et s'y intègrent. Ils constituent des occasions programmées de réflexivité (assistée par les chercheurs qui ont pu observer la séance de travail que ces entretiens prolongent, immédiatement ou non) pour ce sous-ensemble de coopération, qui s'ajoutent ou se substituent à celles qui existent ou existeraient sans eux. Par exemple, à l'issue d'une séance de travail, la compositrice, le réalisateur en informatique musicale et le chercheur en captation du geste entament le dialogue suivant :

Compositrice : On perd du temps à définir ce qu'on veut, pour/ Donc si l'on veut réfléchir à partir de cette conclusion-là, ça veut dire qu'il faut que les prochaines esquisses soient toujours un peu les mêmes

Réalisateur en informatique musicale : oui, ça c'est vrai... Ça c'est pas faux...

Chercheur en captation du geste : Admettons qu'ils [= les musiciens du quatuor] bossent les mêmes esquisses, cela n'empêche pas que tu fasses une page très courte de vrai quatuor, basée sur ces esquisses.

La compositrice conclura ce dialogue en proposant un élément de bilan des séances de travail précédentes, basé sur la contradiction entre deux types d'activités (incompatibles pour des raisons de puissance limitée des ordinateurs et de division du travail entre le chercheur-développeur et le réalisateur en informatique musicale : d'une part l'enregistrement (audio et gestuel) de l'exécution par le quatuor d'esquisses utilisant les différents modes de jeu envisagés (ces enregistrements permettant de futurs tests du dispositif de reconnaissance gestuelle en dehors du temps limité des séances), d'autre part des essais de suivi en temps réel des gestes des instrumentistes grâce au dispositif de reconnaissance. Elle conclut : « on est tout le temps tiraillés entre engranger des données [pour les] travailler après, et puis (...) essayer en temps réel et voir si cela marche en temps réel (...) – ce n'est pas la première fois ! »

Le dispositif de recueil de données que l'on a décrit vise tout particulièrement à préciser l'évolution des anticipations, convergentes comme divergentes, des membres de ce sous-ensemble de coopération pour la conception, c'est-à-dire l'évolution de la circonscription de l'objet de conception, de plus en plus étroite au fur et à mesure du déroulement du processus de conception. Précisons qu'il ne s'agit donc pas de se concentrer sur l'objet de conception technologique en tant que tel, ce qui supposerait de focaliser l'observation sur un sous-ensemble de coopération aux contours un peu différents (spécifiant la relation du chercheur-développeur et du réalisateur en informatique musicale avec les techniciens en charge des capteurs), donc d'analyser plus en détail la conception technique du système composé des patchs informatiques de suivi de geste et de traitement et du hardware de captation. Précisons enfin qu'il ne s'agit pas non plus ici de se concentrer sur l'activité des interprètes telle qu'elle se configure dans ce cadre : cet aspect des activités collectives engagées dans le projet fait l'objet d'une étude spécifique (Dupont, à paraître). Interviennent seulement ici leur activité telle

qu'elle est perçue par le sous-ensemble de coopération pour la conception et leurs interactions langagières avec ce dernier qui portent sur l'objet de conception. S'ajoutent à ce recueil de données diverses opérations pré-analytiques effectuées sur les données recueillies, qui s'étalent sur deux ans et représentent environ 140 heures de vidéo avec les dossiers documentaires (traces de l'activité) afférents. Ces opérations consistent à : numériser systématiquement les enregistrements vidéo ; organiser les dossiers documentaires en relation avec ces derniers ; transcrire systématiquement les verbalisations et certaines caractéristiques des actions enregistrées lors des séances de travail ; produire une archive écrite des entretiens mêlant un résumé en style indirect libre et des transcriptions détaillées de certains passages jugés spécialement intéressants.

4.- Une succession de « situations intermédiaires »

Le programme des différentes séances de travail avec les instrumentistes, précisé une ou deux séances à l'avance, privilégie habituellement l'enregistrement de données gestuelles couplées à des données audio, puis le test du programme de reconnaissance, enfin l'expérimentation avec traitements électroacoustiques. Chaque exécution partielle du matériau travaillé donne lieu à des commentaires et prescriptions de la part de la compositrice, ainsi qu'à des interlocutions (soit consécutives aux interruptions du jeu, soit commentant une exécution menée à terme, soit encore dans le temps de leur jeu).

Pour tous les participants, le projet s'inscrit dans une temporalité longue et vise à rendre possible une innovation conceptuelle-technique éventuelle : le « quatuor augmenté ». Les engagements de chacun peuvent cependant être différenciés. Pour la compositrice, il s'agit de frayer la voie au répertoire de quatuor du XXI^e siècle ; pour le chercheur-développeur il s'agit de faire évoluer qualitativement les technologies du temps réel musical et de favoriser une plus grande diversité des modes d'interaction ainsi implémentés, tant techniquement qu'esthétiquement. Cette différence des engagements se laisse observer dans les séances de travail avec les instrumentistes : à chaque séance au cours de la première année du projet, la compositrice rédige des « esquisses » destinées à tester, valider, voire provoquer des propriétés du dispositif informatique (sur la base de ce qu'elle en sait au moment de la rédaction de l'esquisse), en vue d'une exploitation potentielle dans le quatuor qu'elle écrira ; corrélativement, la mise en circulation de telles esquisses prend le pas sur une appropriation plus minimale du dispositif de captation et traitement par les interprètes. Quant au chercheur-développeur, il s'efforce lors de ces mêmes séances de minimiser les incidences (sur le jeu du quatuor) du dispositif qu'il teste au fur et à mesure des séances (il n'interrompt une exécution que lorsque des anomalies importantes apparaissent) ; en revanche, il ne se hasarde pas volontiers à pronostiquer par extrapolation ce que le dispositif permettra effectivement de faire lors de séances ultérieures et le jour du concert. Pour les instrumentistes enfin, dont la venue à l'Ircam pour ces séances est presque leur seul contact avec les autres participants au projet, l'objet des séances est de se familiariser à la fois au dispositif et au matériau musical (ce dernier leur est communiqué à l'avance par la compositrice par courrier électronique, mais ne fait pas nécessairement l'objet de répétitions spécifiques de leur part).

Comme on l'a déjà indiqué, la finalité d'un usage opérationnel en concert est incluse dans la visée globale du projet, puisqu'il s'agit de produire la plus forte extension/adaptation possible du travail engagé avec *BogenLied* qui soit viable pour un concert en avril 2008. Aux engagements différents précédemment introduits correspondent donc des usages différents des données produites lors des séances expérimentales collectives. D'où les formulations non identiques, voire nettement distinctes, que la compositrice et le chercheur-développeur peuvent donner de cet objectif au cours du processus de conception. D'où aussi des modalités différentes d'évaluation rétrospective régulière par les acteurs de ce qui a été gagné (ou non) à chaque séance de travail : tandis que les obstacles rencontrés par le chercheur-développeur et le réalisateur en informatique musicale sont traités pendant et après les séances par des séries d'améliorations apportées au patch de suivi (et plus tard au patch de traitement sonore), la compositrice procède par rapports détaillés rédigés sur la base de ses propres analyses des

données, réalisées dans les jours suivant les séances, complétées par des échanges consécutifs avec le chercheur.

On retrouve dans ce qui précède des qualités spécifiques de ces « **situations intermédiaires** » à travers lesquelles, suivant Theureau et Jeffroy (1994), se déploie idéalement un processus de conception d'une situation centré sur l'activité des opérateurs ou usagers. En effet, selon le *paradoxe de l'ergonomie de conception centrée sur l'activité*, plus on avance dans le processus de conception d'une situation, plus l'analyse de l'activité humaine dans les situations considérées peut produire un concept pour la conception pertinent, et moins elle peut avoir d'effets réels sur le dispositif alors déjà en partie conçu. D'où la nécessité de l'étude itérative de l'activité humaine dans des « *situations intermédiaires* » que l'on peut qualifier d'artificielles et qui sont de plus en plus proches des situations naturelles futures visées par le projet de conception. Par exemple, dans les situations naturelles de répétition précédant immédiatement le concert de création, les effets sur le dispositif conçu peuvent porter encore sur l'organisation et la formation des différents acteurs, ainsi que sur certaines procédures d'usage du dispositif technique (par exemple, l'ajout de ce que le réalisateur en informatique musicale a plaisamment appelé un « mode panique » à mettre en œuvre en cas de défaillance du dispositif technique) mais plus du tout sur le dispositif technique lui-même.

Que sont ici ces situations intermédiaires (SI)? Bien sûr, elles se laissent partiellement caractériser de la même façon que des situations plus classiquement visées au terme du processus de conception : coprésence, dans la situation, d'une conception de la partition par prototypes et d'une perspective d'apprentissage continu par les opérateurs (que sont, ici, les instrumentistes). Mais surtout, elles partagent de nombreuses caractéristiques avec la **situation de concert** (SC), pourtant dissemblable au premier abord. Ce sont :

- *La mise en fonctionnement d'un système technique non entièrement finalisé*, constitué par le logiciel de reconnaissance de geste et les objets associés (capteurs) : celui utilisé dans la SC provient directement de celui utilisé dans les SI, et il est destiné à évoluer fréquemment lors de futures exécutions et d'autres processus de conceptions ;
- *L'exécution d'un texte musical* : c'est la partition achevée dans la SC ; ce sont les phrases musicales de test, les esquisses de la partition, puis des sections entières de cette dernière dans les SI ;
- *Une durée définie* : les SI durent trois heures avec une pause d'environ 15 minutes après 1 h 30, la SC comprend quatre œuvres au programme avec entracte au milieu ;
- *Le silence durant l'exécution rigoureuse du texte* : dans les SI, les moments d'enregistrement, et plus généralement les moments où le quatuor joue, impliquent usuellement le silence des personnes présentes, à l'exception tout de même du réalisateur en informatique musicale et du chercheur-développeur qui, pour superviser leur activité conjointe d'enregistrement, échangent régulièrement à voix basse ; dans la SC, le public écoute silencieusement la musique et les mêmes, plus la compositrice, sont regroupés à la régie en fond de salle et communiquent vocalement le plus discrètement possible à diverses occasions ;
- *Une distinction entre la scène et la salle (régie incluse)* : dans les SI, à part la compositrice à laquelle il arrive d'occuper un espace intermédiaire, les instrumentistes et les autres acteurs présents se situent respectivement aux deux extrémités de la salle de studio, mais sur le même plan ; dans la SC, cette séparation est seulement accentuée par une séparation des plans ;
- *Un public composé en partie d'experts* : dans les SI, ce sont les participants au groupe de recherche musicale mais aussi d'autres personnes de l'Ircam, ou encore des compositeurs de passage, des invités des précédents, etc., tandis que dans la SC, ce sont les nombreux musiciens professionnels et semi-professionnels qui constituent une partie du public de ce type de concert ;
- *Évaluations pendant et après l'exécution* : les SI sont, pour ainsi dire, faites pour donner lieu

à de telles évaluations ; dans la SC, l'écoute est assortie d'évaluation donnant notamment lieu à discussions à l'entracte et à l'issue du concert, et, d'une part, certains acteurs, les critiques musicaux, en font profession, d'autre part, les instrumentistes et, plus largement, tous les acteurs impliqués dans la production sont attentifs aux diverses évaluations.

Il y a variation continue de ces situations intermédiaires mais plusieurs pôles concurrents peuvent orienter l'action collective et focaliser l'attention différemment selon les périodes jusqu'aux répétitions avant concert de création. Par exemple, l'architecture du *patch* (programme informatique musical) de concert ne devient un objet d'attention privilégié qu'au cours de la période de production (deuxième année), le développement informatique ayant porté sur d'autres aspects pendant la première année. Ou encore : le jeu avec l'électronique (notamment lors des séances du printemps 2007), malgré son importance pour la familiarisation des instrumentistes au contenu du concept de « quatuor augmenté » et malgré le fait que les traitements électroniques adaptés à la partition ne sont réalisés qu'en parallèle de cette dernière durant la deuxième année, passe au second plan pendant cette deuxième année où les séances avec les instrumentistes doivent servir avant tout la finalité de consolider et stabiliser le *patch* en vue de son utilisation au concert

5.- Les apports de l'intermédiarité des situations à la conception

Cette relative continuité des situations intermédiaires avec la situation de concert explique certains phénomènes importants qui sont apparus dans les séances observées.

(1) *Inquiétude quant à la maintenance des instruments.* D'une part, jouer « normalement » avec un archet augmenté d'un capteur de pression entraîne des détériorations du crin de l'archet, voire parfois du corps de l'instrument, et d'autre part, jouer des esquisses explorant intensivement des modes de jeu qui sollicitent beaucoup l'instrument (par ex. certains types de *pizzicati* dans les esquisses pour instrument solo) entraîne fréquemment la rupture de cordes. Ainsi dans les situations intermédiaires, où ni le système technique ni son usage par le quatuor ne sont stabilisés, une tension apparaît entre la pratique usuelle des instruments et la future situation de concert telle qu'elle se laisse deviner à partir des séances, d'où l'alternative latente entre (faire) jouer les esquisses exactement comme si elles étaient représentatives du texte musical final, ou bien (faire) jouer de façon moins réaliste ; du côté de la compositrice, ces difficultés seront prises en compte lors de la rédaction de sa partition.

(2) *Variation du tempo des exécutions au sein d'une même séance.* Parallèlement au point précédent, on observe, à partir des séances incluant des esquisses en quatuor de plusieurs pages, une alternative fréquente entre (faire) jouer toute l'esquisse avec des accrocs et imprécisions, ou bien (faire) jouer de façon satisfaisante une partie seulement de l'esquisse. La priorité donnée par la compositrice au second terme a pour effet une grande fragmentation du travail et une atteinte seulement progressive du tempo requis, au fil des exécutions partielles. L'alternative précédente se traduit alors en : (faire) jouer sans accrocs mais pas au tempo, ou bien (faire) jouer au tempo mais pas parfaitement.

(3) *Evolution des priorités de l'équipe technique.* La volonté de valider l'outillage du suivi en temps réel entraîne, à partir de février 2007, une évolution de l'alternative entre priorité aux enregistrements (permettant, outre d'éventuels essais avec électronique, des essais de reconnaissance gestuelle ultérieurs en mode simulation), et priorité aux tests de suivi en situation réaliste : il est alors décidé de ne plus procéder qu'épisodiquement à ces derniers puisque le jeu des instrumentistes s'avère insuffisamment fiable pour pouvoir assigner les imprécisions à l'outillage, et que ces tests s'avèrent plus faciles à effectuer en différé (... même s'ils visent précisément à instrumenter l'exécution *live* dans le futur concert).

Enfin, plus généralement : (4) *L'alternative entre écologie totale* (les interprètes doivent faire tout comme d'habitude et le contrôle de l'électronique coule de source) *et écologie intégrant l'apprentissage du jeu avec des capteurs.* Ce dernier point est particulièrement crucial du point de vue des interprètes, acteurs principaux de la scène de concert finale ; nous l'aborderons donc dans la section consacrée à la place des opérateurs dans la conception.

Les situations intermédiaires traduisent un certain réalisme du processus de conception : puisque le jeu des instrumentistes comporte une variabilité importante, il faut travailler de façon répétée avec eux pour concevoir un dispositif et une partition à partir de cette variabilité empiriquement précisée. Par exemple, les situations intermédiaires ayant rendu manifeste le fait que même les deux violonistes utilisent des caractéristiques gestuelles différentes pour produire des sons semblables sur des instruments semblables, et sachant que la température influence le système et que le capteur de pression utilisé est très sensible, il est devenu certain qu'il faudrait calibrer les capteurs des instrumentistes individuellement, et procéder à un test de mise sous tension des capteurs (suivi ou non d'un changement de la pile) avant chaque séance ou exécution. La répétition des situations intermédiaires permet un apprentissage de la part de l'équipe technique en vue du concert. Une limite à ce réalisme est qu'alors même que les différents acteurs du sous-ensemble de coopération supposaient l'existence de différences qualitatives et quantitatives non négligeables entre situations de répétition/expérimentation et situations de concert concernant la variabilité de l'interprétation, l'option d'organiser de véritables mini-concerts n'a pas été prise. C'est après-coup, à la suite des répétitions et du concert de création que ces différences qualitatives et quantitatives ont été caractérisées comme différence entre mode de jeu de déchiffrage et mode de jeu de concert conduisant à changer les niveaux des paramètres (tout particulièrement la vitesse et l'accélération du geste et la pression sur l'archet) de reconnaissance des modes de jeu, et que l'idée d'un filage total à l'avance de la pièce – et pas seulement au cours des dernières répétitions et de la générale – s'est imposée.

Les situations intermédiaires permettent au projet artistique de la compositrice d'évoluer, tant dans sa globalité (d'un avant-projet, en septembre 2006, qui distingue nettement les deux « violons augmentés » du quatuor comme tel, jusqu'à la partition du Quatuor effectivement composée en 2007-2008, dans laquelle cette distinction n'est plus pertinente) que de façon locale : par exemple, à une époque où la reconnaissance n'est toujours pas opérationnelle, la compositrice décide d'aborder telle séance prochaine impliquant l'ensemble du quatuor comme un test d'une modalité particulière d'insertion de l'électroacoustique dans sa partition, non envisagée pour l'œuvre visée mais qui pourrait constituer une solution de repli si des difficultés techniques apparaissaient dans la suite du processus. Ce sont donc conjointement la gestion du planning des séances et la conception de la partition visée qui sont ajustées au cours des situations intermédiaires. De sorte que la partition définitive pourra intégrer des éléments musicaux qui auront été éprouvés au cours des situations intermédiaires sous de multiples aspects : leur qualité relativement aux visées esthétiques, leur qualité en tant que motif gestuel à faire reconnaître par la machine, leur faisabilité technique au plan instrumental (certaines formules demandent un travail soutenu d'appropriation pour ne pas « accrocher »), leur efficacité en termes de contrôle du traitement électroacoustique par l'instrumentiste, etc. Ainsi, dans l'exemple musical ci-dessous (**Figure 3**), on peut reconnaître des éléments de la page de gauche (esquisse de mars 2007) repris de façon plus ou moins littérale dans la page de droite (extrait de la partition finale, juillet 2008) :

- La partie « *feroce* » du motif initial de la phrase *MARCATO martellato* (6^e ligne de la page de gauche, traits bleus épais) est reprise littéralement dans le quatuor, par exemple ici dans la partie de Second violon, mes. 70 ;
- Dans ce même passage de la mes. 70, la cellule qui précède le trait « *feroce* » est elle-même une variante d'une formule travaillée dans la phrase *ÉCRASÉ + ATTAQUES avec harmoniques* de l'*Esquisse...* pour alto (cf. 5^e ligne de la page de gauche, quadrilatère aux traits mauves) ;
- Une autre cellule de la phrase *MARCATO martellato* a donné lieu à une variante dans la partie de Second violon (cf. carrés aux traits bleus maigres sur les pages de gauche et de droite)...
- ...Et le trémolo *tasto* qui s'ensuit tire parti du travail sur ce mode de jeu thématique dans la 7^e phrase de la liste de l'*Esquisse...* (cf. zones arrondies, mauve clair).

Ajoutons, pour conclure cette comparaison sommaire, que certains éléments travaillés lors des exécutions des esquisses ont été disqualifiés, provisoirement ou définitivement, au cours de ces situa-

tions intermédiaires, et ne contribuent à caractériser la partition finale que négativement : par leur absence en elle. Ainsi, les essais de *bow turn* (mouvement circulaire de toute la longueur de l'archet sur les cordes) réalisés avec l'ensemble du quatuor en décembre 2006 ont été jugés suffisamment décevants, à la fois sur le plan des caractéristiques du signal gestuel (moins flagrantes qu'espéré) et sur celui de l'intérêt musical du rendu sonore bruité produit, pour n'être progressivement plus travaillés au cours des séances de travail, ni considérés par la compositrice comme un matériau possible pour son travail de composition.

The figure consists of two side-by-side musical score pages. The left page, titled 'Mars 2007', is a sketch titled 'Esquisse n°5' for 'POUR ALTO'. It lists eight families of playing modes and their corresponding bow gestures. The modes are: GETATO (with sub-modes: gutt., cool legato hatt., arco, cool legato hatt.), SPICCATO (with sub-modes: tasto, spiccato, cool legato hatt., arco, spiccato), DÉTACHÉ (with sub-mode: mix détaché), FLAUTENDO (with sub-modes: finger tap, legato tratto, flautendo, cool legato tratto, arco, flautendo, arco, flautendo), ÉCRASÉ + ATTARQUÉS avec harmoniques (with sub-mode: omique), MARCATO (with sub-mode: marcato), TREMOLOS (with sub-mode: battements), and BOW TURN (with sub-mode: cool hatt.). The right page, titled 'Juillet 2008', is an excerpt from the score for 'StreicherKreis' (measures 69-75). It features blue and purple annotations highlighting specific musical phrases and dynamics.

Figure 3 : Mise en vis-à-vis d'une esquisse comprenant des phrases musicales de test à raison d'une par catégorie *a priori* de mode de jeu (*Esquisse n° 5 (...) POUR ALTO*, 2007, Figure 3a), et d'un extrait (mes. 69-75) de la partition de *StreicherKreis* remise par la compositrice à son éditeur en juillet 2008 (Figure 3b)

© Florence Baschet

Figure 3: Left: A sketch containing musical phrases for testing purposes (one phrase per category of playing style). Right: Excerpt (mm. 69-75) from the score of *StreicherKreis* submitted by the composer to her publisher in July 2008.

C'est également grâce à ces situations intermédiaires que les différents acteurs du sous-ensemble de coopération pour la conception en arrivent à l'idée que le dispositif permet moins une reconnaissance du mode de jeu qu'une instanciation pré-écrite et préenregistrée de ce mode. Effectivement, bien que l'objectif scientifique du projet, tel que défini par la compositrice dans l'avant-projet, ait été de contribuer à la recherche en reconnaissance/suivi de geste en général sur la base d'une modélisation des modes de jeu des instruments à cordes, le chercheur-développeur a opérationnalisé un outil de comparaison fine entre deux signaux gestuels ressemblants plutôt qu'il n'a engagé une modélisation des mouvements caractéristiques de chaque mode de jeu musical. Ce fait émerge notamment lors d'interlocutions entre la compositrice, l'équipe de recherche & développement et le réalisateur en informatique musicale. Contrairement aux échanges avec le Quatuor Danel, ces interlocutions ont surtout lieu, non pas au cours des séances de travail mais juste après ces séances de travail et lors de

rendez-vous de travail entre deux d'entre elles, et portent, non pas directement sur les événements survenus dans les séances de travail mais sur les leçons à tirer pour la conception et le contenu et l'organisation des futures séances de travail.

Puisque l'essentiel du travail collectif va être effectué lors de périodes de travail individuelles, ou à travers des échanges plutôt informels qui ne feront jamais l'objet d'une planification spécifique, ou encore lors de périodes de studio programmées (tous les protagonistes sauf le quatuor résident dans la même ville), on pourrait dire que les musiciens sont à la fois au centre du projet et en dehors de lui. Qu'en est-il plus précisément de leur place dans le processus de conception ?

6.- La contribution des instrumentistes à la conception

On peut distinguer différents plans de participation des instrumentistes à la conception : d'une part, ils produisent des données gestuelles à analyser (situation purement passive servant à alimenter la compositrice et l'équipe de recherche & développement) ; d'autre part, à l'intérieur de cette situation, ils doivent respecter un impératif de réalisme relativement à la situation de concert visée, c'est-à-dire jouer de la musique comme ils le feraient dans d'autres situations non expérimentales ; enfin, ils participent à la discussion collective sur le dispositif, en verbalisant des réactions et des anticipations, en signalant des problèmes techniques (concernant les capteurs présents sur leurs archets) ou en extrapolant à des situations futures leur situation intermédiaire actuelle. Ainsi les différentes situations intermédiaires ont-elles permis aux instrumentistes de proposer et de discuter avec la compositrice, les chercheurs et le réalisateur en informatique musicale, des améliorations de leur interaction avec l'ensemble du dispositif en vue du concert.

(1) Face au problème de la *tourne de page* (absence de respiration suffisante dans le texte musical pour avoir le temps de tourner la page à moins de s'arrêter de jouer), trois solutions techniques, musicales et/ou graphiques sont proposées. Est évoquée, puis écartée pour des raisons de complexité de mise en œuvre et de coût (réduisant l'éventualité de rejouer la pièce), la possibilité d'afficher la partition sur un écran pour remplacer le pupitre et simplifier la tourne (avec un système de changement de page au pied). Une autre solution, graphique cette fois, consiste à modifier la taille de la partition du quatuor en fonction du passage et de vérifier si la tourne se retrouve au bon moment, et si cela ne suffit pas, imprimer chaque instrument séparément en laissant de l'espace pour que les instrumentistes puissent annoter de façon appropriée leur partie relativement aux autres parties du quatuor. Une dernière solution consiste à modifier la partition : la compositrice ferait des « extractions » aux endroits comportant beaucoup de notes, pour faciliter la lecture et la tourne de page à un instant donné. Il s'agit à chaque fois de modifications susceptibles d'influencer la situation intermédiaire suivante puisque les instrumentistes, à ces différentes étapes, ne jouent pas la partition finale, mais une partition en devenir. Aucune de ces modifications n'est cependant apparue suffisamment prioritaire pour être effectuée.

(2) Mis en situation d'interprétation avec électronique lors de certaines séances particulières, les musiciens sont conviés par la compositrice à interagir directement avec le dispositif comme ils le feront dans la situation finale visée, même s'ils jouent alors à partir d'esquisses (ou d'une version provisoire de la partition), et si les traitements électroniques sur lesquels ils agissent ne sont pas encore adaptés (la production de l'œuvre n'ayant alors pas commencé, ces traitements ont été effectués au moyen du patch informatique de la précédente pièce de la compositrice, *BogenLied*). À cette occasion, profitant eux aussi de la situation intermédiaire en se projetant vers les étapes ultérieures de la conception, les instrumentistes demandent à plusieurs reprises à pouvoir disposer de façon autonome du dispositif pendant quelques heures afin de se familiariser avec son fonctionnement et ses limites, en dehors du cadre des séances de travail collectives. Cela n'est pas prévu dans le processus, qui planifie précisément de parvenir à cette situation au moment des répétitions du concert, une fois achevée la partie électronique de l'œuvre. Les instrumentistes font face à un paradoxe : *ils ne doivent pas s'habituer au résultat des transformations sonores actuelles* (puisqu'elles ne correspondront pas à l'œuvre en

cours d'écriture) *mais plutôt s'en abstraire, avant même de s'être approprié les fondamentaux du dispositif* (soit le système technique du capteur posé sur leur archet, le type de paramètres que ce dernier envoie au système informatique, et la variété des traitements qu'ils peuvent contrôler). Ce paradoxe est une conséquence de celui de la conception centrée sur l'activité (voir § 4) lorsque, comme c'est le cas ici, les acteurs des situations intermédiaires sont les mêmes que ceux des situations finales

(3) Plus spécifiquement, dans le contexte de (2), le Premier violon a demandé de façon réitérée et régulière un « retour » (une oreillette diffusant les transformations électroacoustiques déclenchées par son jeu), considérant qu'il lui était difficile de différencier son propre son instrumental de la transformation restituée par les haut-parleurs du studio. Les objections de l'équipe technique ont porté d'une part sur le fort risque de réinjection du son traité (sortant du haut-parleur) dans le micro (orienté vers l'instrument) et donc de « *feedback* », et d'autre part sur le danger d'un déséquilibre durable (par les oreillettes) des habitudes de jeu individuelles et collectives des membres du quatuor. La demande de « retour » peut en fait se comprendre comme symptomatique d'un défaut de *conditions de possibilité* pour sentir et verbaliser des phénomènes intéressants quant au dispositif et à son contrôle. En ce qu'elle témoigne, là encore, d'une relation à la globalité du processus de conception, on peut l'opposer à l'attitude du Second violon qui, lorsqu'il lui arrivait de verbaliser sa relation au dispositif lors de ces séances, ne le faisait qu'en relation avec l'état courant du dispositif ce jour-là – de sorte qu'en se projetant moins que l'autre violoniste à l'échelle du projet d'ensemble, il y contribuait davantage. En revanche, on peut placer une demande ultérieure du violoncelliste dans la continuité de celle du Premier violon : son souhait d'avoir des informations précises sur la nature de chaque transformation et des capteurs qui les commandent a été pris en compte par la compositrice, qui a spécifié ces informations dans une nouvelle version de sa partition en avril 2008.

À travers ces deux derniers points de discussion entre les instrumentistes et le sous-ensemble de coopération composé de la compositrice et de l'équipe Ircam, comme d'ailleurs à travers les interlocutions entre la compositrice et l'équipe Ircam, deux types de situations « normales » sont mobilisées en référence, engageant deux arrière-fonds culturels distincts. Il s'agit d'une part de l'*exécution d'œuvres musicales avec partie électronique en temps réel*, cas de figure privilégié à l'Ircam depuis le début des années 1980 et instancié dans les outils eux-mêmes, en particulier le logiciel Max/MSP ici utilisé par les chercheurs-développeurs. Il s'agit d'autre part de la *musique classique pour quatuor*, y compris la musique contemporaine sans électronique – comme le montrent, dans le projet, à la fois les références fréquentes aux modes de jeu instrumentaux ainsi qu'à leurs implications techniques (et plus généralement à la littérature de quatuor), et la présence de la musique classique dans les choix notationnels effectués par la compositrice dans la partition : tous les signes utilisés sont nominaux, aucune convention innovante ou locale de notation n'est employée (contrairement à beaucoup de compositions contemporaines pour quatuor). Cela fait ressortir d'autant mieux certaines perturbations notables comme celle du rapport à son propre instrument, celle de l'écoute (et de la vision) mutuelle(s), celle des méthodes de répétition, etc. Elles seront à aborder dans d'autres publications. Enfin, cela pousse le quatuor à verbaliser certaines caractéristiques de leur activité usuelle qu'ils ne retrouvent pas dans ces situations différentes de leurs situations normales.

Quelques-unes de ces verbalisations réflexives en situation deviendront d'ailleurs des éléments possibles de l'objet de conception – y compris, du reste, en dehors de la présence des instrumentistes. Ainsi plusieurs membres du quatuor engagent-ils pendant une séance d'expérimentation un échange avec la compositrice sur leur manière collective de réaliser ce qu'ils nomment, d'un terme qui leur est propre, une « pyramide » : soit une façon de moduler, de façon différenciée pour chaque instrument, un effet (par exemple un *sforzando* ou un *vibrato*) dont la notation est uniforme pour les quatre instrumentistes au sein de la partition interprétée. La compositrice s'intéresse à cette catégorie indigène, à la fois parce qu'elle met en question sa sémiotique spontanée (si un compositeur note un effet de façon uniforme, n'est-ce pas pour éliminer la possibilité que les interprètes le réalisent de façon non uniforme même si ce n'est, de leur point de vue, qu'un moyen en vue de la même fin ?), et parce qu'elle pourrait constituer un terrain d'expérimentation écologique pour le quatuor augmenté,

à condition d'absorber cette catégorie dans l'écriture musicale et dans le dispositif de captation/traitement du geste. Cette piste n'aboutira pas dans l'œuvre et le dispositif finalement produits, mais ce sera moins du fait d'un désintérêt des concepteurs que du fait d'une réticence manifestée par les interprètes à l'idée que le choix d'utiliser (ou non) cette technique de réglage interne ne soit plus laissé à leur discrétion.

7.- Bilan et questionnements

En quoi, finalement, un tel processus de conception intégrant des activités artistiques se distingue-t-il (ou pas) d'autres processus de conception en situation réelle plus fréquemment étudiés en ergonomie, en sociologie ou en gestion ? En l'absence d'études comparables, nous nous limiterons essentiellement à cette question en conclusion de cet article.

C'est un processus comme les autres :

- En ce qu'il aboutit à une situation dans laquelle se développent des activités humaines, particulièrement celle des instrumentistes ;
- En ce qu'il part d'un prototype issu d'un précédent projet (*BogenLied* pour violon augmenté et électronique) dans lequel une partie des acteurs a déjà collaboré et ont donc une histoire en partie partagée ;
- En ce qu'il s'agit d'un collectif dont les sous-ensembles ont chacun une histoire différente, des finalités qui ne se recouvrent pas entièrement, des engagements différenciés ;
- En ce qu'il y a des réunions régulières jusqu'à une date butoir (ici le concert de création) ;
- En ce qu'une place modeste est faite aux « opérateurs » – ici essentiellement les instrumentistes – dans l'élaboration des décisions au cours de la conception ...

Mais c'est aussi un processus pas comme les autres, car :

- ... Ces « opérateurs » sont présents régulièrement tout au long du processus, et on attend beaucoup de leur participation, en termes de production d'un comportement mais aussi de remarques de leur part ;
- Certains acteurs du projet, la compositrice et le réalisateur en informatique musicale, seront eux aussi opérateurs dans la situation de concert de création, ainsi que dans d'autres situations de concert ultérieures ;
- Le projet est très ouvert, bien qu'à des degrés divers, tant en ce qui concerne la partition qu'en ce qui concerne le dispositif technique et ses procédures d'usage ;
- L'existence même du sous-ensemble de coopération pour la conception, de sa communauté relative de culture et de projet, ne va pas de soi et peut être compromise à tout moment, si ses membres n'y portent pas suffisamment attention, par la singularisation individuelle de l'artiste, les impératifs scientifiques de l'équipe de recherche, etc.

C'est même, comme nous l'avons vu (§ 4), un processus de conception qui partage avec les processus de conception centrée sur l'activité la caractéristique de donner lieu à la construction d'une succession de situations intermédiaires, mais qui ressortissent plus à la **variation continue avec pôles** qu'à un parcours typique de « situations typiques » comme celles qui ont été recensées dans Theureau et Jeffroy (1994) (où sont étudiées successivement des situations naturelles de référence, des situations tremplin, des situations d'expérimentation écologique de maquettes et prototypes partiels ou complets, des situations d'implantation de prototypes et des situations naturelles finales).

Nous avons donné pour titre à cet article une question : (peut-on, doit-on...) organiser l'invention technologique et artistique ? On constate *a minima* que les acteurs dont nous avons décrit l'activité *organisent* effectivement leur invention technologique et artistique. Mais, par cette question, nous

visions plus qu'une description : nous visions aussi des notions analytiques (elles ont été développées dans les pages qui précèdent), et des enseignements. En ce qui concerne l'amélioration de processus de recherche musicale de ce genre, ce que l'on peut dire à ce stade de l'analyse est que l'essentiel tient certainement aux conditions faites aux interprètes dans les situations intermédiaires afin d'enrichir leurs apports directs et indirects à la conception. Cette considération pourrait inciter, par exemple, à introduire – suffisamment tôt au cours du processus – une (ou des) situation(s) intermédiaire(s) de type concert, c'est-à-dire par exemple une exécution publique d'un sous-ensemble de l'œuvre avec un état donné du dispositif, précédée de répétition(s) donnant lieu, dans la salle du concert, à des ajustements techniques et musicaux suivant les contraintes de la situation de concert. Mais cela n'est qu'une des conclusions possibles.

Le jeu des similitudes et des différences entre le processus de conception du « quatuor augmenté » et les processus de conception industriels usuels conduit à formuler des enseignements plus larges. Ils portent sur les éléments à préserver et à développer dans des processus de recherche musicale comparables et, éventuellement, à introduire dans les processus de conception technique, organisationnelle et culturelle en général (centrés ou non sur l'activité) si l'on vise le développement de leur caractère créatif. Nous retiendrons ici :

- *L'ouverture le plus longtemps possible de l'objet de conception* (voir § 2 et § 4) ;
- *La multiplicité et l'hétérogénéité des sources de perturbation du processus de conception*, en particulier celles qui ressortissent aux acteurs/opérateurs du système et à leur expression ;
- *La capacité d'accueil de ces perturbations et de relance à partir d'elles du processus de conception (de la part du sous-ensemble de coopération pour la conception)* – cette caractéristique a été seulement exemplifiée ici mais, dans des analyses plus détaillées, elle pourrait être pointée systématiquement au sein du projet Quatuor augmenté ;
- *La co-construction du produit de la conception (à moyen terme) et de l'atelier des concepteurs, c'est-à-dire les outils et procédures de la conception (à long terme)* – cette caractéristique est évidente du côté de la compositrice, qui enrichit ainsi ses outils et procédures de composition musicale, mais nous n'avons pu que l'effleurer, au stade actuel de l'analyse, du côté de l'équipe de recherche & développement ;
- *L'inscription du processus de conception dans une dynamique culturelle plus large* (cette inscription, ici dans l'histoire du quatuor depuis l'époque romantique et dans celle de la musique mixte, instruments et électronique, avec électronique en temps réel (voir § 1), allait de soi dans le cas de la conception d'une œuvre et d'un concept musicaux nouveaux destinés à l'espace public d'un concert, mais n'est pas nécessairement aussi manifeste dans d'autres processus de conception).

Ces cinq points recourent les analyses du processus de composition musicale de Philippe Leroux avec ses collaborateurs que nous citons en introduction ainsi que l'extension de ces analyses à d'autres compositeurs et à d'autres œuvres musicales, réalisée par plusieurs auteurs dans une publication collective (voir Donin, & Theureau, 2007b). Une particularité du processus de conception du « quatuor augmenté » relativement à d'autres processus créatifs est de porter à la fois sur une réalisation réelle et une réalisation conceptuelle. Nous avons vu qu'elle pouvait être partagée par des processus de conception industriels. D'autres points pourraient être dégagés, mais ils resteraient très hypothétiques dans l'état actuel des recherches sur les processus de création artistique, de recherche musicale et de conception industrielle et des comparaisons qui peuvent en être tirées.

Nous pouvons, en somme, spécifier deux points qui, selon Benghozi (1995), doivent être abordés dans les recherches en gestion portant sur les activités de création scientifiques et culturelles¹⁴. D'une

14. Le premier type de questions est formulé ainsi : « Comment organiser, en effet, l'activité de créateurs qui se flattent de subvertir l'ordre établi, de contester toute contrainte issue de l'argent et de la bureaucratie ? » (p. 51). Le second type de questions est ouvert par une thèse de l'auteur selon laquelle « les solutions organisationnelles et de gestion développées dans le domaine culturel permettent de mieux comprendre et concevoir les nouveaux modèles d'organisation

part, nous retenons le caractère intrinsèquement problématique d'une organisation des activités artistiques soucieuse de ne pas dénaturer, ou désamorcer, précisément leur caractère créatif. D'autre part, nous retenons l'intérêt potentiel qu'il y a, tant pour les activités considérées que pour la production d'un savoir sur ces activités, à faire circuler des questions et des notions entre les mondes culturellement distincts de la conception industrielle et de la conception artistique – donc à ajouter aux questions empiriques et pratiques qui concernent le plus directement cette recherche sur l'activité collective de conception d'un quatuor augmenté celles du transfert des leçons qui peuvent en être tirées en direction de la connaissance et de la conception des conditions de la création dans les activités de conception industrielle.

Soulignons enfin, sans développer ce qui constituerait le motif d'un autre article à part entière, le fait que ces enseignements empiriques pourraient encore être élargis en direction de la connaissance et de la conception des conditions de la création dans les activités de travail comme d'usage des produits. Une généralisation de ce genre a été amorcée par Beaufort (1997) à partir d'une analyse de l'activité de création théâtrale inspirée elle-même des notions et méthodes de l'analyse ergonomique du travail. Nous l'avons nous-mêmes poursuivie, en partant de nos recherches citées plus haut sur l'activité de composition musicale, à l'occasion d'une conférence au congrès SELF 2008 (Theureau, & Donin 2008). Il est loisible au lecteur de constater que les cinq points présentés plus haut pourraient en être les objets. En outre, d'un point de vue plutôt épistémologique qu'empirique, il serait intéressant de comparer ce genre de recherche sur l'activité de composition musicale en situation réelle avec des recherches cognitives sur les processus de conception qui passent par des expérimentations dans des situations artificielles plus ou moins écologiques. Mais pour ce faire, il faudrait moins écrire un autre article qu'organiser un débat, qui pourrait prendre différentes formes, avec les chercheurs concernés.

REMERCIEMENTS

À Florence Baschet, Frédéric Bevilacqua, Cynthia Colmellere, Maylis Dupont, Serge Lemouton, Nicole Theureau pour leurs relectures.

RÉFÉRENCES

- Beaufort, Ph. (1997). *Le projet de l'action créatrice*. Ph.D., Faculté des lettres, Université Laval, Québec.
- Benghozi, P.-J. (1995). Les sentiers de la gloire : savoir gérer pour savoir créer. In F. Charue-Duboc (Ed.), *Des savoirs en action : contribution à la recherche en gestion* (pp. 51-87). Paris: L'Harmattan, Paris.
- Bevilacqua, F., Rasamimanana, N., & Schnell, N. (2006). Interfaces gestuelles, captation du mouvement et création artistique, *L'inouï, revue de l'Ircam*, 2, 101-111.
- Bevilacqua, F., Rasamimanana, N., Fléty, E., Lemouton, S., & Baschet, F. (2006). The augmented violin project: research, composition and performance report. *Proceedings of the 2006 Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME06)* (pp. 402-406). Paris, France.
- Born, G. (1995). *Rationalizing Culture: IRCAM, Boulez, and the Institutionalization of the Musical Avant-Garde*. Berkeley et Londres: University of California Press.
- Colmellere, C. (2008). *Quand les concepteurs anticipent l'organisation pour maîtriser les risques. Deux projets de modification d'installations sur deux sites classés Seveso 2*. Thèse pour le Doctorat en Sociologie, Université de Technologie de Compiègne.
- Donin, N., Goldszmidt, S., & Theureau, J. (2008). L'activité de conception conjointe d'une partition et d'un dispositif de captation et de traitement du geste pour un quatuor à cordes? In Ph. Negroni, & Y. Haradji (Eds.), *Actes du 43^{ème} congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française (Ajaccio, 17, 18, 19 septembre 2008), Ergonomie & conception* (pp. 272-278). ANACT.

qui se font jour dans les secteurs industriels les plus classiques » (p. 52).

- Donin, N., & Theureau, J. (2007a). Theoretical and methodological issues related to long term creative cognition : the case of music composition. *Cognition, Technology & Work*, 9(4), 233-251.
- Donin, N., & Theureau, J. (Eds.) (2007b). *Circuit : musiques contemporaines*, 18(1) : La fabrique des œuvres.
- Donin, N., Theureau J. (2008). L'activité de composition musicale comme exploitation et construction de situations de composition – Une anthropologie cognitive du travail de Philippe Leroux. *Intellectica*, 48(1-2), 175-205.
- Dupont, M. (à paraître). Une activité négligée ? Les interprètes à l'œuvre. In *Actes du colloque international 25 ans de sociologie de la musique en France. Ancrages théoriques et rayonnement international* (Université Paris Sorbonne, 6-8 novembre 2008).
- Fourmentaux, J.-P. (2002). L'œuvre, l'artiste et l'informaticien : compétence et personnalité distribuées dans le processus de conception en art numérique. In *Sociologie de l'art*, OPuS 1/2 : *Au prisme de l'art 2*. Paris: L'Harmattan.
- Fourmentaux, J.-P. (2007). Gouverner l'innovation artistique. Le cas Hexagram (Montréal, Canada), un projet d'interface entre arts et sciences. In F. Gaudes (Ed.), *Sociologie des arts, sociologie des sciences* (pp. 239-254). Paris: L'Harmattan.
- Grison, B. (1998). *Structures de raisonnement dans un laboratoire de neurobiologie du développement : étude dans une perspective d'écologie cognitive*. Thèse de doctorat de sociologie, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris.
- Hall, P., & Sallis F. (2004). *Twentieth-century musical sketches*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Li, Y.T. (1970). *Education in creative engineering*. Cambridge (Mass.): MIT Press.
- Machover, T. (1985). *Quoi? Quand? Comment? La recherche musicale*. Paris: Christian Bourgois/Ircam.
- Mabru, L. (1998). *Comment la musique vient aux instruments. Ethnographie de l'activité de lutherie à Mirecourt*. Sarreguemines: Pierron.
- Manoury, Ph. (1998). *La Note et le son. Ecrits et entretiens, 1981-1998*. Paris: L'Itinéraire/L'Harmattan.
- Menger, P.-M. (1989). *Les laboratoires de la création musicale : Acteurs, organisations et politique de la recherche musicale*. Paris: La Documentation Française.
- Midler, C. (1996). *L'auto qui n'existait pas : management de projets et transformation de l'entreprise*. Paris: InterEditions.
- Theureau, J., & Donin, N. (2008). Du travail et de la conception à la création artistique et retour. In Ph. Négroni, & Y. Haradji (Eds.), *Actes du 43^{ème} congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française (Ajaccio, 17, 18, 19 septembre 2008), Ergonomie & conception* (pp. 280-283). ANACT, 2008.
- Theureau, J., & Filippi, G. (1994). Cours d'action et conception d'un système d'aide à la coordination : le cas de la régulation du trafic du RER. *Sociologie du Travail*, XXXVI(4), 547-562.
- Theureau, J., & Jeffroy F. (Eds.) (1994). *Ergonomie des situations informatisées : la conception centrée sur le cours d'action*. Toulouse: Octarès.
- Veitl, A. (1997). *Politiques de la musique contemporaine. Le compositeur, la « recherche musicale » et l'Etat en France de 1958 à 1991*. Paris: L'Harmattan.
- Vinet, H., & Delalande, F. (Eds.) (1999), *Interfaces homme-machine et création musicale*. Paris: Hermès.

RÉSUMÉ

Un dispositif de recueil de données et d'analyse de l'activité collective a été mis en œuvre dans le suivi d'un processus de conception à la fois technologique et artistique, mené à l'Ircam pendant deux années: la conception d'un « Quatuor augmenté » par un chercheur-développeur, une compositrice, un réalisateur en informatique musicale, un quatuor à cordes et plusieurs autres intervenants. Les données recueillies permettent d'éprouver la pertinence de notions et méthodes de la conception centrée

sur l'activité, telles que les notions d'objet de conception (en particulier lorsqu'elle est définie en terme de situation et non pas de dispositif) et de sa détermination au fur et à mesure du processus de conception, la notion de situation intermédiaire et les méthodes de participation des futurs acteurs à la conception. L'article illustre ces divers points à l'aide d'échantillons représentatifs du processus et de ses traces : extraits de transcription des interlocutions, extraits de partition, photogrammes, etc. Si cette étude débouche sur une direction d'amélioration de tels processus de conception technologique et artistique, elle permet aussi de préciser les caractéristiques et les conditions de la créativité dans les processus de conception dans toute leur généralité.

MOTS-CLÉS

cognition à long terme, création artistique et technique, analyse de l'activité collective, processus de conception, objet de conception, recherche musicale, recherche technologique, situation intermédiaire

RÉFÉRENCEMENT

Donin, N., Goldszmidt, S., & Theureau, J. (2009). Organiser l'invention technologique et artistique ?

L'activité collective de conception conjointe d'une oeuvre et d'un dispositif informatique pour quatuor à cordes. *Activités*, 6 (2), pp. 24-43. <http://www.activites.org/v6n2/v6n2.pdf>

Article soumis le 23 janvier 2009 accepté pour publication le 5 septembre 2009