L'EXPÉRIENCE «GESTE RÉEL SUR MATIÈRE SIMULÉE» : UNE OBSERVATION EXPÉRIMENTALE DE L'ÉNACTION

Annie Luciani[1], Daniel Barthélemy[2], Jean-Loup Florens[1]

[1] Laboratoire ICA, Institut Polytechnique de Grenoble (France)
[2] Ecole Européenne Supérieure de l'Image d'Angoulême-Poitiers (France)

RÉSUMÉ

L'objectif de l'expérience «Geste réel sur matière simulée» est d'observer et d'enregistrer les comportements humains perceptifs, cognitifs et narratifs de personnes interagissant avec des scènes virtuelles simulées qui leur sont inconnues et seulement accessibles par les sens du toucher, et/ou de la vue et/ou de l'audition. Les sujets sont invités à explorer librement ces scènes et à s'exprimer verbalement sur ce qu'ils sont en train de vivre. Les comportements des sujets sont relevés par des enregistrements audiovisuels de leurs gestes et de leurs discours. Nous disposons d'un corpus important de données audiovisuelles et textuelles, qui matérialisent des comportements «premiers» d'individus confrontés pour la première fois à des choses inconnues ainsi qu'à un ensemble de résultats expérimentaux. Nous avons pu observer que ce qui prime chez tous les sujets et pour toutes les expériences est une posture permanente de quête, de curiosité et de questionnement, voire de création de «*nouvelles choses*». Nous montrons indirectement qu'il n'y a pas de manière indubitable de prédominance d'une modalité sensorielle sur une autre. Ces résultats tendent à confirmer certains aspects de la théorie de l'énaction, qui, au-delà de la notion de perception active, fonde l'idée que la cognition est l'histoire de notre rapport au monde et qu'elle est donc intrinsèquement mouvante et évolutive. Cela confirme également que le rapport instrumental n'est pas passif, qu'il est constructeur et de la personne et du monde, et de ce fait pose le concept d'instrumentalité en soi comme un support de la créativité.

MOTS CLÉS : Processus de création, arts instrumentaux du temps, modélisation et simulation d'objets virtuels, multisensoralité, instrumentalité, réalités virtuelles, arts musicaux, arts visuels, arts corporels, perception, cognition.

1. Préambule

Les travaux présentés ici se sont déployés sur les trois plans théorique, expérimental et artistique, en relation étroite les uns avec les autres. Leur articulation a été supportée par une installation spécifique de réalités virtuelles multisensorielles intitulée «Geste réel sur matière simulée», réalisée par le laboratoire ICA-ACROE à partir de ses recherches technologiques [ACROE 1976-2012], ainsi que par une méthodologie commune à la fois scientifique, technique et artistique. Il s'agit d'une opération totalement inédite à deux titres:

- d'une part, pour la première fois, les technologies développées par le laboratoire ICA, depuis sa création, sont sorties du laboratoire pour être utilisées par d'autres personnes (chercheurs, grand public, artistes) à des fins de recherche expérimentale et à des fins artistiques ;
- d'autre part, l'installation, configurée pour être présentée comme une installation artistico-philosophique, a été soumise à la recherche expérimentale sur les lieux même de l'art, dans une école d'art (deux installations à l'EESI de Poitiers en février 2010) ainsi que d'une exposition (une installation à l'exposition de la manifestation #AST2011 à Grenoble en novembre 2011). Dans les deux cas, elles ont été présentées comme de véritables pièces artistiques interactives incluant un protocole expérimental de recherche.

L'installation de réalités virtuelles multisensorielles est basée sur les technologies de simulation physique et d'interaction gestuelle à retour d'effort, qui sont le résultat des recherches menées par l'ACROE et le laboratoire ICA depuis leur création en 1976 [Luciani, 1993] [Cadoz, 1994] [Luciani, 1996]. Le laboratoire ICA a réalisé ainsi un simulateur intégré transportable incluant tous ces éléments et appelé la station de réalités virtuelles multisensorielles ERGON_X. Cette station de simulation à retour d'effort transportable est un dispositif très haut de gamme, unique au monde, dans lequel des simulations physiques peuvent être calculées dans le temps réel du son, qui est le plus exigeant, soit avec un pas de simulation de 44,1kHz, correspondant donc à 1/44100 seconde. Ces scènes physiques virtuelles simulées sont manipulables par des systèmes à retour d'effort réalisés à partir de la

technologie développée par le laboratoire. L'objectif théorique de ces technologies est de disposer d'une représentation de la situation instrumentale au meilleur de ce que les briques technologiques de pointe permettaient d'envisager de manière à permettre l'exercice et l'analyse le jeu instrumental. En effet, la situation instrumentale dans les technologies mécaniques (jouer du violon, sculpter un morceau de bois) n'est pas directement observable [Luciani et al. 2009a] [Luciani, 2009b], pour deux raisons principales : l'une est que l'objet-instrument ne peut jamais être intégralement connu ; la deuxième est que lors du jeu instrumental, il est impossible de dissocier l'instrumentiste de l'instrument qui forment un système unique à deux parties dynamiquement couplées. Des travaux, comme ceux menés à l'ICA, cherchent à modéliser ce couplage homme-objet pour mieux le comprendre en tant que système dynamique [Luciani, 2009b]. Il est donc nécessaire de disposer d'un artefact technique qui restitue au plus près les propriétés supposées de la situation instrumentale. La Figure 1 illustre quelques cas emblématiques de la situation instrumentale ainsi que la notion de couplage dynamique homme-objet qui la caractérise.

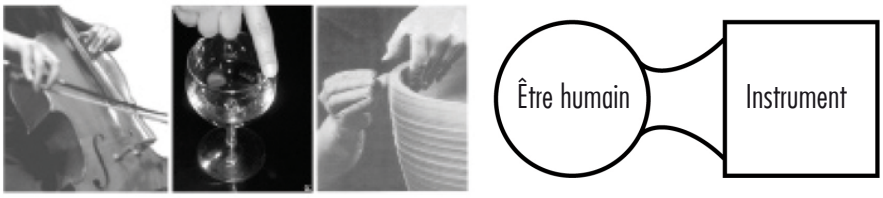

Figure 1 – Gestes instrumentaux caractéristiques et couplage dynamique être humain-instrument

2. Cadre théorique de l'expérimentation

2.1. Difficultés d'observation de la situation instrumentale réelle : une situation objectivement inobservable

Dans le monde opto-mécanique dans lequel nous vivons, notre relation corporelle avec un objet matériel support de la relation instrumentale, bien que vécue au quotidien, est néanmoins inobservable au sens scientifique du terme.

Ceci tient aux faits que :

- les deux interacteurs – l'homme et l'objet – changent de statut en même temps. Le premier se transformant en instrumentiste et le second en objet manipulé – et plus généralement en instrument ;
- lorsque l'interaction s'installe, les deux interacteurs ne constituent plus qu'un seul système dynamique et, par conséquent, il devient impossible d'attribuer les comportements observés à l'un ou à l'autre, même via par exemple des capteurs objectifs. Un exemple emblématique est celui de la notion de force : la force est une variable qui circule entre les deux parties et, de ce fait, elle représente une interaction et non «*une chose*».

Ainsi, dans l'état couplé de la situation instrumentale, la distinction sujet-objet n'est plus praticable. Lorsqu'un instrumentiste atteint un grand degré d'expertise ou d'intimité avec son instrument, on ne sait plus «quoi (se) joue de qui ?» ou «qui joue de quoi ?», ce qui permet à Jordi Bertran, grand marionnettiste, de faire dire à sa marionnette au public : «j'ai un marionnettiste et pas toi». Il s'agit là d'une propriété fondamentale de la situation instrumentale et donc d'une propriété corrélative des statuts d'instrumentiste et d'instrument. Dans la situation instrumentale, un objet du monde est un vis-à-vis dont le rôle change dès lors qu'il est manipulé. Il acquiert alors le rôle d'instrument, en même temps que l'homme qui le manipule acquiert le rôle d'instrumentiste. On quitte alors un statut de vis-à-vis pour une situation où l'objet se présente comme une extension de la personne, telle une prothèse, statut de vis-à-vis qui est retrouvé lorsque l'on quitte la situation instrumentale.

2.2. Nécessité d'une représentation opératoire de la situation instrumentale réelle et difficultés cognitives afférentes aux nouveaux dispositifs techniques supportant cette représentation

L'inobservabilité de la situation instrumentale dans le monde mécanique conduit à développer des systèmes techniques par lesquels elle deviendrait mieux observable. Une des techniques classiques d'étude des systèmes dynamiques couplés est de reproduire au mieux leurs propriétés hypothétiques en remplaçant un des deux

systèmes par un système connu, ou connaissable, et contrôlable. C'est le rôle d'une station de réalité virtuelle telle que celle réalisée ici pour la mise en œuvre et l'étude de la situation instrumentale.

Cependant, en supposant même une très bonne représentation de la situation instrumentale au plus près de la reproduction, ces dispositifs techniques nouveaux sont encore inconnus de la majorité des usagers. Ils ne se présentent pas à eux comme des objets ou des systèmes ayant déjà donné lieu à un vécu, c'est-à-dire comme faisant déjà partie du monde, donc de leur état cognitif. En particulier, ils présentent un certain nombre de décadrages radicaux par rapports aux expériences et connaissances déjà établies, ce qui est susceptible de créer des schismes cognitifs, des ruptures, voire même de nouvelles catégories cognitives.

Nous en sommes donc aujourd'hui à une phase extrêmement préalable – un débroussaillage – de l'observation des propriétés de la situation instrumentale ainsi posée, tant sur le plan objectif côté homme et côté objet, que subjectif ou social. Nous avons donc opté pour une situation expérimentale la plus ouverte possible, car le premier objectif nécessaire est de récolter des données les plus variées et les plus riches possibles sur la relation vécue entre des êtres humains et ces dispositifs nouveaux, supposés être une représentation de la situation instrumentale, et ceci le plus vite possible, c'est-à-dire avant qu'ait pu se produire l'acculturation des hommes et de la société à ces dispositifs. La marge historique est donc étroite.

2.3. Choix méthodologique : méthodes qualitatives à finalité exploratoire

Compte tenu de ces forts degrés de difficulté d'observation et d'inaccoutumance aux situations expérimentales à explorer, nous nous sommes orientés, dans la panoplie des méthodes de récolte et d'analyse de données, vers les méthodes dites qualitatives, elles-mêmes fort nombreuses car elles dépendent éminemment du domaine d'étude.

Si l'on se réfère à la typologie des approches de recherche proposées par Daniel K. Schneider [Schneider, 2007], celle qui semble a priori la plus adéquate pour notre propos est celle basée sur la finalité, les deux autres étant celles basées sur le

degré de théorisation (description simple, identification de catégories, théories) et celles basées sur la recherche sur une structure simple : «expliquer, comprendre, réaliser». Dans les approches de recherche basée sur la finalité, Daniel K. Schneider distingue les recherches à finalité exploratoire des autres types de recherche plus finalisées : recherches à finalité explicative, recherches à finalité descriptive et de compréhension, recherches à finalité prédictive, recherches pour l'ingénierie et l'intervention. Les méthodes nécessaires pour supporter sont, par exemple, l'observation participante, les entretiens en profondeur, les entretiens d'élite, etc. Ces méthodes croisent celles mises en œuvre par P. Amphoux dans le domaine de l'architecture et de l'urbanisme [Amphoux, 2002][Amphoux, 2003].

Les méthodes que nous avons mises en œuvre relèvent de ces points de vue et se déclinent selon les points suivants.

Observation participative

Le sujet agit sur et explore de lui-même les scènes virtuelles. Il émet des discours (hypothèses, analyses, références). Un accompagnateur a pour fonction de stimuler ce processus. Aucune consigne particulière ne lui est donnée, excepté des suggestions pour l'amener à trouver les postures les plus confortables relativement au dispositif (positionnement, orientation, points d'appui, etc.).

Entretien en profondeur

Les entretiens sont de durée libre. Ils ont duré en moyenne 1h30, parfois davantage, pour les 6 sessions d'une scène. Comme le note Pascal Amphoux dans des entretiens qu'il a mis en place dans le domaine des ambiances architecturales en milieu construit, dont nous nous sommes inspirés : «*Les gens sont très souvent passionnés par l'exercice : ils oublient le temps… Ils demandent à revenir.*» Le sujet explore pendant autant de temps qu'il le souhaite. Ses silences sont respectés ainsi que ses aller-retour. L'accompagnateur est là pour le stimuler à approfondir ses visions, analyses, perceptions, discours, ses termes et vocabulaires. L'entretien s'arrête lorsque d'un commun accord, il est convenu que l'exploration est épuisée, au moins momentanément.

Ce type d'entretiens a été choisi pour permettre l'observation des réactions d'un

public auquel sont présentées, pour la première fois pour la plupart, les technologies du retour d'effort et de la simulation multisensorielle interactive. Cette rencontre entre un public et une technologie non encore largement diffusée offre la possibilité d'une première évaluation des potentialités ressenties de ces technologies pour la création artistique, par un public dont c'est un centre d'intérêt majeur. Plus fondamentalement, elle permet d'assister en direct – et donc d'étudier – la création de représentations mentales et de schémas corporels face à des perceptions haptiques, visuelles et sonores nouvelles, et parfois ambigües.

Représentativité des échantillons sujets

Un enjeu crucial est celui de la nature des échantillons sujets : doit-on effectuer ce type de relevés sur des échantillons dits représentatifs, sur tout public, sur des experts avec des entretiens dits entretiens d'élite ? Le choix méthodologique que nous avons effectué est de considérer tout individu en quelque sorte comme «grand public», au sens où les sujets sont considérés comme arrivant naturellement avec leurs cultures et savoir-faire, sans considération pour ceux-ci ni au préalable, ni dans les analyses qui seront effectuées. L'important n'est pas ici d'aboutir à d'éventuelles analyses comportementales dont on montrerait qu'elles sont, ou non, relatives à une culture donnée du sujet, mais d'observer des comportements énoncés par les sujets dans leur entièreté d'être. Les sujets ne sont ni exclus, ni sélectionnés selon des degrés de compétence, d'accoutumance ou d'acculturation prédéterminés. Ils ne sont pas non plus catégorisés en termes de corps de métiers ou de classes culturelles ou sociales. La situation expérimentale peut être qualifiée d'écologique en ce sens que les personnes examinent un objet tel qu'il est et telles qu'elles sont elles-mêmes à un instant donné.

En particulier, il est souvent reproché à des approches libres de ce type d'introduire des biais, par exemple lorsque l'on fait appel à des personnels du laboratoire susceptibles de connaître la thématique ou le contexte de l'expérience, ou à des personnes ayant participé au montage du dispositif expérimental. Il faudrait alors considérer ces entretiens comme des entretiens d'élite. Nous contestons cela car les personnes qui connaissent, sembleraient ou déclareraient connaître sont des personnes «comme les autres». C'est pourquoi l'expert, le connaisseur, le virtuose, ne sont pas exclus et nous devons veiller à ce qu'ils soient présents. Mais ils sont

considérés comme des personnes «comme les autres».

Nous rejoignons à nouveau ici les processus théorisés et utilisés par P. Amphoux : «*Concernant l'échantillon des personnes interrogées, on me demande souvent comment je peux avoir un échantillon représentatif. Et je réponds que je préfère utiliser un «échantillon expressif» plus qu'un échantillon représentatif. La question n'est pas d'avoir des intervenants qui représentent bien une population d'usagers au sens statistique du terme, mais un collectif de personnes qui exprime le mieux possible le potentiel d'images que peut éveiller chaque situation analysée, c'est-à-dire des personnes qui auront beaucoup de choses à dire et qui a priori doivent être les plus diverses possibles. Le critère dominant, c'est donc la diversité a priori des regards convoqués*».

Approche indirecte, interprétative, multiple et cumulative

Puisque l'on travaille sur des phénomènes difficiles à observer, l'approche de l'entretien ne peut être qu'indirecte, multiple et cumulative. Citons ici encore P. Amphoux :

«*Quand on se pose la question de la qualité sensible d'une ville, de son identité, on s'aperçoit qu'en adoptant des techniques classiques d'enquête et en demandant directement aux gens ce qu'ils apprécient ou non dans un espace, les réponses sont le plus souvent stéréotypées : "c'est bien", "c'est pas bien"... Les gens privilégient ... toujours la nuisance, mais ne disent rien sur la qualité ou du moins ne la mettent pas en avant. Je plaide donc pour des approches «indirectes», qui consistent précisément à éviter un questionnement direct et frontal... Ce caractère indirect étant posé, je dirais que les approches que nous pratiquons sont interprétatives. On ne cherche pas à prouver la véracité de tel phénomène extraordinaire... On cherche à révéler, à nommer et à comprendre des comportements ordinaires, c'est-à-dire des comportements tellement habituels, incarnés voire oubliés qu'ils passent inaperçus... Cette approche doit être «multiple et cumulative»... On croise différents points de vue et on analyse les redondances*».

Le nombre de sujets est donc nécessairement important et la masse d'enregistrements audiovisuels et de notes manuscrites récoltés significative. Dans notre cas, le nombre de sujets a été de l'ordre de 60. Une centaine d'heures d'enregistrements sont disponibles et chaque expérience a requis la présence de 5 personnes (2 cameramen,

1 interviewer, un notateur, un technicien Réalités Virtuelles). Ce coût important du dispositif expérimental est à mettre en vis-à-vis de l'objectif de capter une sorte de parole «primaire», qui ne sera plus accessible dès lors que le dispositif entrera dans la société comme un nouvel objet du monde. On peut espérer ainsi se trouver actuellement devant un laboratoire où l'on peut observer le principe de constitution de catégories, puisque à la fois les objets techniques manipulés sont encore inconnus et les outils contemporains permettent des captations généralisées. Il faut également noter que les dispositifs techniques tels que ceux mis en œuvre disposent d'eux-mêmes de leur propre mémoire. Ainsi les signaux physiques (forces, vitesses, positions, accélérations, sons) qui circulent entre la personne qui expérimente et le dispositif sont entièrement enregistrables.

Nature des analyses et des résultats recherchés

Nous nommerons ce type d'analyses «analyses qualitatives horizontales».

En effet, nous chercherons à relever avant tout les points communs entre les discours et les postures de tous les sujets sur toutes les expériences. Nous chercherons également à identifier les points de différences, non pas pour noter trivialement les différentiations interindividuelles mais pour relever la nature des endroits où se jouent ces différences relativement à l'expérience. Dans les deux cas, nous ne chercherons donc pas à mettre les points relevés en vis-à-vis avec la culture de la personne avant son entrée dans l'expérience. Dans les deux cas également, les résultats recherchés sont exclusivement en termes qualitatifs. Des méthodes quantitatives pourront ensuite être développées une fois le débroussaillage ainsi effectué. Néanmoins, en ce qui nous concerne, nous ne considérons pas le niveau qualitatif comme un niveau précédant ou un sous niveau d'un niveau quantitatif. En effet, nous nous situons dans un cadre théorique de l'évolutivité probable des processus cognitifs. Il est alors probable que le seul niveau significatif soit in fine le niveau qualitatif. C'est pourquoi, ce type d'étude se distingue à la fois de la psychophysique traditionnelle et de la psychologie différentielle. Nous cherchons en effet dans le domaine des sciences de la cognition à opérer un décadrage méthodologique de l'observation de faits vers l'observation de processus.

3. Le dispositif expérimental «Geste réel sur matière simulée»

L'installation elle-même

L'installation «Geste réel sur matière simulée» est constituée :

- d'une station de réalités virtuelles multisensorielles temps réel TELLURIS développée par le laboratoire ICA et l'ACROE ;
- d'un ensemble de scènes virtuelles modélisées au préalable et simulées en temps réel, manipulées par le visiteur, visibles, audibles et perceptibles par le toucher au sens large ;
- de deux caméras et deux microphones pour les enregistrements audio-visuels ;
- de cinq personnes : un animateur, un preneur de notes, deux techniciens professionnels pour la prise de vues et de sons, un technicien gérant le dispositif de réalités virtuelles.

Du point de vue du visiteur, l'installation complète se présente explicitement comme un plateau de tournage audiovisuel – ou une scène théâtrale – sur lequel il est invité à entrer pour en être le personnage principal, plateau entouré des éléments de scène et des équipes techniques et d'un interlocuteur qui l'aidera par ses réparties. C'est l'ensemble qui lui est présenté comme un tout. Une installation ne peut être occupée que par un seul visiteur à la fois.

Lorsque le visiteur expérimente le dispositif, celui-ci se présente à lui comme composé de quatre éléments principaux : une interface gestuelle à retour d'effort, un écran de visualisation, un haut parleur et un ordinateur chargé de simuler des scènes virtuelles générant des images, des sons et des forces en réponse à ses actions gestuelles.

Trois installations ont été réalisées (Figure 2). Deux installations ont été placées à l'EESI à Poitiers du Dimanche 21 au Samedi 27 Février 2010. Une installation a été placée à Grenoble dans l'exposition de la manifestation #AST 2011, du 28 novembre au 4 décembre 2011.

Figure 2 - Installation de la plateforme «Geste réel sur matière simulée».
A gauche : vue d'ensemble de l'installation à l'EESI à Poitiers, Février 2010.
A droite : gros plan de l'installation dans l'espace d'exposition #AST 2011 à Grenoble.

Rôle des discours et des enregistrements

Le principe de l'installation est un principe novateur dans lequel le spectateur est actif en de multiples sens. En effet, des scènes multisensorielles lui sont données à explorer, avec lesquelles il a le loisir de jouer aussi longtemps que cela lui convient, de manière visuelle, sonore ou gestuelle, selon son gré. II est invité à s'exprimer oralement pour extérioriser ses impressions et ses questionnements comme s'il pensait à haute voix. Cette expression orale est a priori considérée comme partie intégrante de la découverte ou de la construction, par la personne, d'un univers sensible et à ce titre, est enregistrée avec son accord. Ces enregistrements sont utilisés, toujours avec l'accord de la personne et éventuellement avec sa participation, à des fins de recherche.

Rôle de l'animateur

L'animateur est le seul interlocuteur direct du visiteur. Son rôle est de favoriser l'exploration de la scène et l'expression orale via des questions et des stimulations devant amener le sujet à s'exprimer sur un registre le plus large possible. Pour tenir ce rôle, un certain nombre de consignes et de contraintes lui sont données dans l'esprit général de ne pas apporter d'information ni sur les scènes ni sur ses propres points de vue, mais veiller néanmoins à ce que au moins un niveau de discours ait été balayé (niveau descriptif, associatif, interprétatif, artistique, etc.). L'interaction entre le visiteur et l'animateur tient donc à la fois de l'expérimentation libre, de l'entretien semi-directif et de l'action participante.

Outils de manipulation

Deux outils de manipulation différents ont été utilisés : un joystick à 3 degrés de liberté de mouvement et une touche de type piano à 1 degré de liberté de mouvement. Dans le cas de l'installation de l'EESI, deux placements ont été proposés : l'un où le manipulateur se trouvait du côté gauche et stimulait donc la manipulation par la main gauche, et l'autre où il était placé à droite et où il stimulait donc la manipulation par la main droite. Néanmoins, aucune discrimination a priori n'était faite entre gauchers et droitiers.

Scènes virtuelles proposées à l'exploration

Trois scènes virtuelles ont été réalisées de manière à offrir une panoplie de situations suffisamment complémentaires quand à l'instrumentalité (Tableau 1) : (1) rôle de la matière, (2) jeu sur l'interaction de résistance élémentaire de type contact-non contact, (3) rôle de l'interaction lors d'un contact permanent de type action continue avec friction. Chacune des scènes se présente sous 6 variantes parmi tous les possibles autorisés par trois variables d'interaction sensorielle auditive, visuelle et tactile : (1) absence d'un ou de deux des trois canaux sensoriels possibles (image, son, retour d'effort) ; (2) deux types de visualisation : explicitement figurative et floue ; (3) comportement physique de la matière simulée : plutôt rigide ou plutôt molle.

Scène virtuelle n°1 : La boîte de cailloux Exploration multisensorielle d'une matière.	
Objectifs	**Ordonnancement**
La matière est plus complexe à identifier qu'il n'y paraît : • est-ce la même matière visuelle que tactile ? • l'identification des choses, de leur nombre, de leur nature, est-elle si simple ?	**Session 1.1.** Matière rigide - Avec retour d'effort - Sans Visualisation **Session 1.2.** Matière douce - Avec retour d'effort - Sans Visualisation **Session 1.3.** Matière rigide - Avec retour d'effort - Avec Visualisation Floue **Session 1.4.** Matière douce - Avec retour d'effort - Avec Visualisation Floue **Session 1.5.** Matière rigide - Sans retour d'effort - Avec Visualisation Boules **Session 1.6.** Matière rigide - Avec retour d'effort - Avec Visualisation Boules

Scène virtuelle n°2 : «Approche-Retrait» Mise en question de l'alternative Contact – Non contact dans l'interaction.	
Objectifs	**Ordonnancement**
Le contact est en général plus complexe qu'il n'y paraît. Il n'est pas un tout ou rien. • Le contact se décompose-t-il simplement en deux états «contact et non contact» ? ou bien la phase contact dilue-t-elle la dualité «toucheur et touché»? • Dans ce cas, que se passe-t-il lorsque le toucheur et le touché ne font plus qu'un ?	**Session 2.1**. Sans retour d'effort - Avec visualisation - Sans son **Session 2.2.** Sans retour d'effort - Avec visualisation - Avec son **Session 2.3.** Avec retour d'effort - Sans visualisation - Sans son **Session 2.4.** Avec retour d'effort - Sans visualisation - Avec son **Session 2.5.** Avec retour d'effort - Avec visualisation - Sans son **Session 2.6.** Avec retour d'effort -Avec visualisation - Avec son

Scène virtuelle n°3 : «Friction» Frotter: une question de grain ou de glissement adhérent sur une surface ?	
Objectifs	**Ordonnancement**
La friction est en général plus complexe qu'il n'y paraît. Métaphore du fusain : du grain du papier ou de la force d'appui. • Est-on vraiment capable d'exprimer la nature d'un toucher ? S'agit-il plutôt de forces, celles que l'on exercerait, donc d'un soi ? ou de grains en tant que propriétés de la surface, donc de l'autre ? • Comment se fait-il que lorsque l'on parle de la friction, on est amené à invoquer le son, même lorsque celui-ci est absent ?	**Session 3.1.** Sans retour d'effort - Avec visualisation ligne **Session 3.2.** Avec retour d'effort – Avec visualisation ligne **Session 3.3.** Avec retour d'effort - Sans visualisation **Session 3.4.** Sans retour d'effort - Avec visualisation grain **Session 3.5.** Avec retour d'effort - Avec visualisation grain **Session 3.6.** Sans retour d'effort - Sans visualisation

Tableau 1 : Liste des simulations mises en œuvres dans les expérimentations

Participants

Les expériences ont été suivies par 61 personnes. A Poitiers, l'installation a reçu 17 visiteurs, dont 11 étudiants de l'EESI et 6 membres du personnel enseignant de l'école (Figure 3). A Grenoble, l'installation a reçu 44 visiteurs dont 9 scientifiques dans le domaine des sciences physiques et de l'ingénieur, 5 compositeurs, 18 plasticiens et 2 scientifiques dans le domaine des sciences de l'homme et de la société.

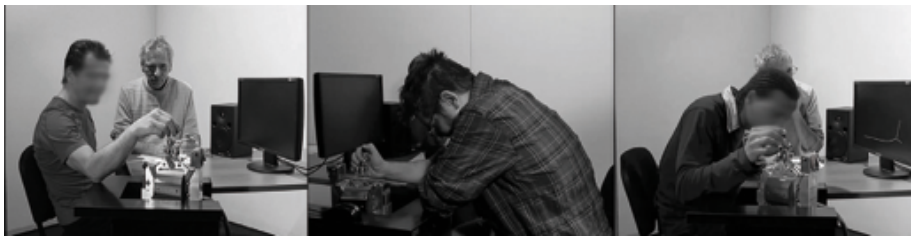

Figure 3 - Sessions d'expérimentation de *Geste réel sur matière simulée.*
EESI, Poitiers du 22 au 28 février 2010.

4. Le protocole expérimental

Le protocole expérimental s'effectue en trois phases

Phase 1 : Expérimentation proprement,

Phase 2 : Discussions entre l'accompagnateur et l'expérimentateur immédiatement après l'expérience,

Phase 3 : Retour sur l'expérience et inversion des rôles.

Phase 1 : Expérimentation proprement dite

1. La personne entre dans l'installation pour l'exploration d'une scène virtuelle. Sa culture précédente importe peu. Elle peut en particulier avoir déjà expérimenté le dispositif. Il n'y a pas de notion «de neutralité» par rapport à l'expérience.

2. L'accompagnateur explique la situation.

3. Le technicien Réalités Virtuelles met en route la simulation choisie et donne un signal au technicien caméra. L'accompagnateur donne alors le signal de démarrage de l'exploration.

Des consignes importantes sont données à l'accompagnateur pour la bonne exécution de la méthode. Il ne doit donner aucune indication sur les scènes qui sont proposées à l'exploration. Il doit amener la personne qui explore à s'exprimer sur le plus de registres possibles par des stimulations simples telles que «qu'est-ce que vous observez, qu'est-ce que vous ressentez, qu'est-ce que cela pourrait vous évoquer ?» Il insiste sur le fait que plusieurs discours sont possibles, même s'ils sont contradictoires. Il sollicite éventuellement la personne pour qu'elle manipule davantage, revienne sur ses discours, sur ses impressions. Il peut utiliser tous les artifices possibles comme réinjecter à l'identique des éléments de discours ou des questionnements de la personne ou en mimant l'incompréhension ou le doute.

L'accompagnateur doit par ailleurs respecter certaines contraintes. Il ne doit pas introduire de termes qui n'auraient pas été introduits par la personne. Il ne doit pas utiliser certains termes qui pourraient donner des indices sur la situation objective, en particulier dans sa propre relation avec les techniciens. Il ne doit pas s'impatienter ni raccourcir de quelconque façon la phase de prise en main d'une personne qui ne comprendrait pas suffisamment vite comment marche le dispositif ni ce qu'il

faut faire. Il doit au contraire l'encourager à poursuivre et à chercher. Dans les cas extrêmes où la personne s'apprête à abandonner, il peut alors donner quelques éléments simples de manipulation pour le sortir de son impasse, ou alors décider avec la personne d'arrêter l'expérience.

Phase 2 : Discussions entre l'accompagnateur et l'expérimentateur immédiatement après l'expérience

A la fin de l'expérience, décidée d'un commun accord entre la personne venant d'effecteur l'expérience et l'accompagnateur, on passe dans une autre forme de dialogue dans lequel, l'expérimentateur, s'il le souhaite, peut faire des commentaires additionnels sur ce qui lui a été proposé et ce qu'il a vécu, de manière à clore sur une impression commune de complétude de l'expérience. Cette deuxième phase se termine par deux types de questions plus orientées de la part de l'animateur:

Questions de type 1 : relatives à l'aspect artistique de l'expérience. L'objectif est de récolter des relevés indiquant si l'expérience sollicite ou comporte des dimensions artistiques et si oui lesquelles. Par exemple : «quel écho artistique ce que vous avez vécu éveille en vous ? Quelle transcription artistique, pourriez-vous donner de cette expérience personnelle ? …..

Questions de type 2 : relatives au degré d'incorporation de la situation (embodiment en anglais). Les questions peuvent être du type «Vous êtes-vous senti concerné par la situation ? À quel point ? Recommenceriez-vous volontiers ? Pourrions-vous y passer beaucoup plus de temps ? Ou vous êtes-vous senti distant, extérieur, ennuyé ? etc.».

Phase 3 : Retour sur l'expérience et inversion des rôles.

Dans une troisième phase, la personne est invitée à poser des questions aux concepteurs de l'expérimentation. En particulier, les conditions et réalisations objectives scientifiques, technologiques ou méthodologiques sur les scènes réellement implantées et sur les dispositifs techniques lui sont explicitées. Elle est alors confrontée à des divergences éventuelles importantes entre ses ressentis, et/ou hypothèses et/ou conclusions et la réalité objective du dispositif proposée à sa sagacité perceptive. L'ajout de cette phase s'est faite à la demande de plusieurs personnes et a été ressenti comme très positive par tous. Elle réalise la symétrie

entre les concepteurs er les expérimentateurs, symétrie qui a semblé à tous comme inhérente à cette recherche.

5. Analyse des enregistrements et exploitation des résultats

Les expérimentations se sont matérialisées par une centaine d'heures d'enregistrements audio-visuels.
Ces enregistrements ont fait l'objet d'une transcription textuelle mot à mot et chronométrée.

Nous nous sommes essentiellement intéressés aux observations qui ont été relevées sur tous les sujets, à de très rares exceptions près, pour moins de 10% des sujets. Une première analyse des notes et enregistrements nous a conduit à structurer ces observations en trois catégories :

- les observations portant sur le comportement global,
- les observations portant sur l'inférence des scènes imaginées,
- les observations portant sur le processus d'exploration.

5.1. Observations sur le comportement global des personnes

Tous les sujets se sont passionnés par l'expérience et ont souhaité y passer beaucoup de temps. Plus de la moitié d'entre eux ont émis le souhait de pouvoir revenir pour la poursuivre. Tous les sujets ont exploré activement les scènes qui leur étaient proposées quelles qu'en soient les conditions sensorielles : avec ou sans visuel, avec ou sans sonore, avec ou sans haptique.

Perplexité, disponibilité et intériorité

Tous sont entrés rapidement dans un état de perplexité, rendus par une très grande fréquence de terme comme «*c'est curieux*», «*c'est étrange*», «*Je ne sais pas vraiment…*», des comportements comme des «*Ah*!» suivis de silences, des «*oui, c'est cela… mais, pas vraiment…*». Ces comportements ont pu durer sur des

sessions entières sans que soit évoqué quoi que ce soit de concret. Nous n'avons observé aucun comportement de certitude ou d'affirmation, si ce n'est de manière très éphémère de moins de quelques secondes.

Tous ont manifesté un état de disponibilité. Cette disponibilité est observable de plusieurs manières. Ainsi, dès la première manipulation, les personnes entrent dans un état de très grande concentration. Elles recherchent une posture d'intimité refermée sur l'intérieur de sphère «tête-épaules-mains», le rayon de cette sphère ayant chez certaines personnes une tendance à diminuer, pour se lover sur soi autour de la main et du dispositif de manipulation (Cf. Photographies de la figure 3). Cette disponibilité et cette intériorité se manifestent également par de longs silences pendant la manipulation. L'animateur doit souvent relancer la parole sans toutefois casser ce processus. De même, l'intensité de la parole a tendance à baisser, pour se situer dans un régime intime *sotto voce*. La concentration et l'intimité se manifestent également par le fait de ne plus regarder l'écran, parfois même lorsqu'il y a une image, mais de regarder *ailleurs*, les yeux baissés ou levés ou droit devant, le *regarder nulle part* du théâtre. La personne passe d'un état extérieur à un état intérieur, sans même que cela lui soit suggéré par l'animateur. Cela rend les enregistrements audiovisuels délicats, d'autant que les caméras et microphones ne doivent pas être trop invasifs dans l'espace que la personne se crée ainsi. Parfois, la personne le déclare elle-même, comme dans cet extrait d'un discours de la scène n°2 : «*C'est qu'en fait il y a un rapport extrêmement individuel dans la manipulation, c'est-à-dire que c'est très... par exemple là dans cette... le jeu de cette fréquence là, il y a quelque chose de très... je suis très concentrée, je suis très dans... voilà... dans mon écoute, dans mes oreilles, vous n'existez pas… Je suis avec mon doigt et avec mes oreilles quoi… Oui, je suis là… Et du coup, je ne m'imagine pas être en train de regarder autre chose quoi… il y a quelque chose, alors c'est peut-être parce que c'est très fin et du coup ça demande de la concentration pour être dans la finesse de ce qu'on fait*».

Remarques sur le dispositif technique

Contrairement à nos craintes, aucune personne n'a exprimé de gêne ou même semblé gênée par la lourdeur du dispositif, comme par exemple la présence des caméras qui imposent des conditions d'éclairages et donnent à l'espace un caractère de plateau

de théâtre ou de tournage cinématographique. Aucune gêne ne s'est manifestée non plus relativement à la technicité du dispositif, notamment des appareillages de réalités virtuelles avec le système mécanique haptique, bien plus lourd qu'une simple souris. On peut faire les mêmes observations concernant la présence et les interventions techniques, qu'il s'agisse en particulier des interventions du technicien Réalités Virtuelles, chargé de changer les séquences ou les coopérations techniques explicites et non cachées entre tous les intervenants du plateau. Ce fait est surprenant, car nous étions en droit d'imaginer que la personne puisse se sentir piégée. Aucune personne, si ce n'est dans de rares cas et de manière très brève sur quelques premières secondes, ne nous a fait état d'un blocage personnel. Dès la manette saisie et sentie, le sujet est entré dans le contenu de la situation. Le modèle émergent qui semble avoir eu cours naturellement est alors celui d'un chantier où tout le monde coopère pour qu'une personne puisse vivre une expérience unique pour elle.

5.2. Observations sur l'inférence cognitive de scènes

Rappelons qu'aucune information n'est donnée sur les scènes à explorer, ni sur leur nature, ni sur le fait qu'elles puissent être cohérentes ou que l'on y aurait introduit artificiellement des incohérences ou des paradoxes. Signalons également que toutes les scènes simulées le sont suivant un modèle physique aussi cohérent que possible au regard des lois physiques. Aucun artefact ou paradoxe n'est introduit. La haute qualité du dispositif technique ERGON_X garantit que les modèles implantés sont au mieux de ce qu'il est possible de faire aujourd'hui. L'expérimentateur est donc devant un «objet», réalisé au mieux de la technologie actuelle, mais qu'il ne connaît pas et qu'on lui demande d'explorer. Seuls varient les retours sensoriels de cet objet caché dans la machine, dans l'étage des dispositifs techniques de transduction sensorielle : retour de forces, images, sons [Luciani, 2011].

Inférence de scènes plausibles

Toutes les personnes ont cherché à inférer une scène plausible qui associerait de manière crédible selon eux leurs actions et leurs perceptions. Cependant, aucun expérimentateur ne conclut de manière certaine sur une scène. La personne entre dans un processus d'émission et de vérification d'hypothèses, mais qui ne converge pas

de manière certaine vers une hypothèse particulière et même dans les cas où une hypothèse prédomine, l'expectative subsiste.

Le type de scènes inférées ainsi que les modalités plurisensorielles pour y parvenir varient d'un sujet à l'autre, même si de grandes catégories émergent malgré la diversité des termes et ensembles linguistiques utilisés: «*un milieu fluide… , une pâte avec des grumeaux…, une attraction magnétique...*», pour en citer quelques-unes.

Les stratégies pour parvenir à ces formulations varient également en fonction de la séquence des variantes sensorielles proposées. Néanmoins, nous n'avons pas pu déduire de manière claire et unique, commune ou stable, à une prédominance quelconque d'une modalité sensorielle sur une autre. Il est ainsi arrivé souvent (dans un peu plus que le quart des cas) qu'il ait été dit que la modalité visuelle, en particulier lorsqu'elle était très figurative (exemple de visualisation Boules de la scène virtuelle n°1 représentée sur la figure 4, à gauche), pouvait être très marquante et prendre le pas sur d'autres imaginations, mais très vite ce constat était adouci par le fait qu'elle n'était pas en cohérence avec les autres sens et que ceux-ci pouvaient conduire à d'autres interprétations, dès lors que l'on se focalisait sur eux. Par exemple, dans le cas de la scène n°1 «Boite de cailloux», lorsque les cailloux sont représentés visuellement de manière très figurative par huit boules jaunes toutes identiques, plus d'un quart des expérimentateurs indiquent que cette visualisation les influence dans leur jugement mais qu'elle n'est pas nécessairement cohérente avec les sensations tactiles :

«*J'en suis tout de suite réduit à la représentation visuelle parce qu'elle est... elle me suggère autre chose que ce que j'ai là... la sensation que j'ai dans la paume de la main*».

Ainsi, la croyance fréquente qu'une représentation visuelle figurative conduirait mieux ou plus vite à une certitude ne peut être confirmée. Tout se passerait plutôt comme si le processus comportait deux étapes : une étape d'approche, dans laquelle l'évidence prime, et une étape d'exploration et de découverte où le doute à la fois affine les sensations et s'installe.

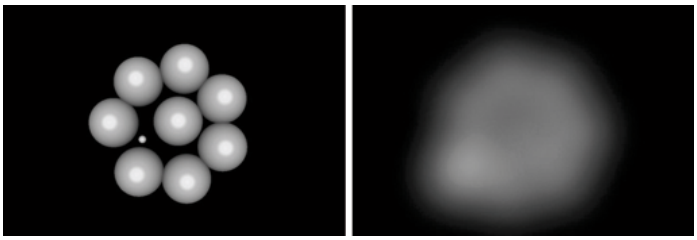

Figure 4. Les deux visualisations de la scène virtuelle n°1 «*La boite de cailloux*». A gauche, visualisation des huit masses par des sphères. A droite, visualisation floue de l'ensemble des masses par une tâche.

Nous pouvons même observer que la représentation visuelle, même très figurative, ne permettait pas nécessairement au sujet de conclure sur une scène ou des objets précis, que la description de ceux-ci devenait plus précise dès lors que l'haptique intervenait et que cette description devenait encore plus précise lorsque la visualisation disparaissait. Ainsi la séquence suivante d'exploration de la scène virtuelle n°3 «Friction» (Figure 5), laisse entendre que le figuratif pourrait également émerger davantage ici de l'haptique que du visuel.

Avec visualisation «ligne» et sans retour d'effort

«*J'ai juste une sensation visuelle en fait … un point sur l'écran en fait qui est relié à un autre qui...qui peut rester accroché à une corde ou je sais pas quoi, voilà je sais pas si c'est clair … A quel moment je peux avoir un changement...qui est pas de l'ordre … enfin du bruit … Une corde magnétique … mon doigt, ce serait plutôt la sphère ou enfin je ne sais pas quoi……je sais pas si c'est très clair...»*

Avec visualisation et avec retour d'effort : apparition claire de «crans»

Dès la 1ière phrase : «*Donc là j'ai un cran, je suis dessus... ah oui je sens un cran très net...et là par contre, c'est beaucoup plus...ah oui, c'est différent entre là...je sais pas à quoi c'est dû...là dès que je me rapproche ça va refaire une résistance et là par contre, c'est beaucoup plus lâche...et il y a un cran à un moment, c'est-à-dire que là...peut-être c'est la tension de la petite corde blanche, …»*

Sans visuel et avec retour d'effort : apparition clair d'anneaux

«*Donc là, j'ai plus de visuel mais je pense que j'ai toujours le...la sensation donc je vais fermer les yeux si ça vous dérange pas … c'est comme un...un anneau, là je peux faire le tour de l'intérieur de l'anneau, là je peux difficilement faire le tour de l'extérieur mais je peux faire le tour de l'intérieur de l'anneau c'est-à-dire que là j'ai la sensation avec une autre image...d'être dans un anneau dont le tour serait du*

même pôle que l'objet que je manipule en fait...et donc je peux jamais rester sur le bord de l'anneau, je vais soit à l'intérieur soit à l'extérieur en fait...»

Avec visualisation billes et sans retour d'effort : perte de clarté figurative

«*J'ai l'impression que c'est le même comportement...j'ai pas de retour tactile... donc on est entre des... mais en fait la boule grise ne peut pas être à la place d'une boule jaune... donc en fait la boule grise, rien ne peut être à la place de la boule grise, c'est une grande leçon de vie que je viens d'avoir...et...et par contre, elle a quand même une...elle fait quoi...elle attire les...est-ce qu'il y a... Oui complètement oui c'est pas une corde effectivement...c'est quelque chose qui revient, je ne sais pas ce que ça peut être là...alors si c'est... ça... c'est des sphères, imaginons que ce soit des...ah non ça ne fonctionnerait pas comme ça non plus, ...*».

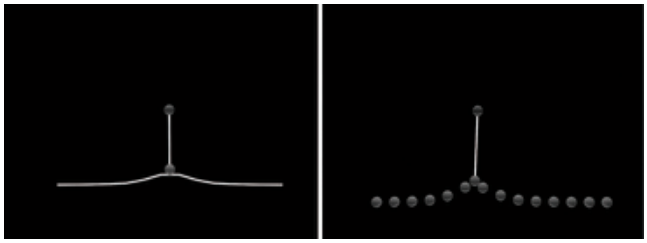

Figure 5 : Scène virtuelle n°3 «*Friction*». A gauche, visualisation «ligne». A droite, visualisation «billes».

Plus important peut-être encore est de constater que, dans ce type de déclarations, au demeurant très fréquentes, la personne peut être confrontée à deux perceptions simultanées, ici l'une visuelle et l'autre tactile, d'une seule entité, perceptions qui peuvent conduire à des interprétations qui se juxtaposent bien qu'ils puissent être différentes, voire divergentes ou contradictoires. Cette juxtaposition sensorielle et interprétative – ressentir une chose par la vue et une autre par le toucher dans la même expérience – est étonnamment acceptée jusqu'à être utilisée par la personne qui peut les associer pour créer des scènes tout à fait nouvelles. Dans la scène n°2 dite «Approche-retrait», dans laquelle un objet se rapproche d'un autre pour le percuter de manière plus ou moins adhérente en produisant un son durant le collage et le décollage (Figure 6), une personne, après avoir essayé diverses pistes interprétatives, comme «*Qu'est-ce que c'est ce machin, ce piston mou»* puis *«une goutte d'eau… une bulle qui éclate… un bouchon…*», en arrive à créer un «*piano caoutchouté… où le marteau plutôt de faire çà, ferait çà… Et sur le doigté d'avoir*

comme ça une espèce de ressenti dans le doigt… d'une espèce de malaxage du son… C'est marrant parce que je parle que d'instruments de musique etc, je ne pratique aucun instrument, mais depuis hier…». Toutes ces observations vont dans le sens de celles effectuées dans l'étude «*Pebble Box*» menée dans le cadre du projet européen *Enactive Interfaces* [Luciani & al., 2007].

Ainsi, le fait de laisser le discours libre, et en particulier d'autoriser plusieurs interprétations, même si elles sont contradictoires, y compris par la personne elle-même, dans une expérience objective unique, met en évidence que ces juxtapositions sensorielles et interprétatives sont possibles, voire même fréquentes, dans le fonctionnement humain en situation écologique, faits que ne sont pas à même de détecter des expériences plus conventionnelles en psychologie expérimentale ou en psychologie cognitive portant sur la bimodalité haptique-visuelle. Un autre fait est que ces fonctionnements possibles sont le support d'une activité de création de sensations, de mots, mais aussi de choses et d'objets, comme autant de possibles réels à venir. Ainsi, nous sommes en situation d'observer l'émergence d'un concept et de ces différentes propriétés sensorielles, utiles, matérielles, etc.

Distance entre les scènes inférées et la scène objectivement implantée

Les scènes inférées sont le plus souvent assez lointaines de la scène objectivement implantée et calculée. Une seule personne sur les soixante et une ayant suivi les expérimentations de Poitiers-Grenoble a décrit avec une grande précision la scène réellement implantée, qu'elle était supposée ne pas connaître. Nous n'avons malheureusement pas pensé à vérifier cela au préalable par des questionnements annexes. Ce cas ne s'était jamais présenté dans des expérimentations similaires menées dans le projet de recherche *Enactive Interfaces* [Luciani & al. 2007]. Le cas emblématique est celui de la scène n°1 intitulée «boite de cailloux», dans laquelle sont simulés huit cailloux rigides et identiques dans une enceinte circulaire et que la personne peut agiter à l'aide du stick à retour d'effort. Voici un extrait d'interprétation :

L'expérimentateur : «*là, ça ressemble vraiment à des aiguillages de chemin de fer, c'est-à-dire une fois qu'on est engagé, ça y va tout seul, même c'est carrément une boite à vitesse…*».

Quelques instants plus tard, la même personne perçoit non plus des passages (des voies) mais une chose dure plutôt au centre :
«*en fait, plus je me rapproche du noyau, plus c'est dur*».
L'animateur : «*Vous parliez de grille de levier de vitesse… ?*»
L'expérimentateur : «*Non, non non. Là on tourne autour vraiment du point*».
«*… C'était vraiment une grille pour moi. Tandis que là, il est bien localisé spatialement… Il me semble qu'il n'y avait pas un seul, c'était vraiment une grille… Je n'aurais pas localisé spatialement le point, il y en avait plusieurs…*»

Même lorsque la personne imagine qu'il puisse y avoir plusieurs éléments, «*parasites … grumeaux… plusieurs points de résistance, …*» ou «*des points, enfin c'est pas des points justement, c'est plutôt des arcs de cercle*», il n'est jamais fait état qu'ils puissent éventuellement être similaires ou identiques, ce qui se manifeste par des expressions telles que «*quand on est à l'extérieur, il y a des choses plus petites qui résistent*»

5.3. Processus d'exploration

Adaptation dynamique de la manipulation et raffinement de l'exploration

Un fait assez spectaculaire est l'adaptation progressive et rapide des gestes pour mieux percevoir ou explorer : saisie douce, saisie forte, changement de pression sur les doigts, changement de vitesse (exploration lente, exploration rapide), ceci tout en restant en permanence en quelque sorte «à l'écoute du dispositif haptique». Cela confirme à nouveau les observations effectuées dans [Luciani & al., 2007] sous le terme de «*Emergent Exploratory Procedures*».

Un autre fait partagé très marquant fut l'évolution de l'exploration dans le sens du raffinement des actions et des sensations durant l'expérience : gestes fins, petits, délicats, appuyés, rapides ; perceptions détaillées sur les matières ou les formes supposées, sur les résistances, sur les étirements ressentis, les attractions, les collages, etc., grande attention portée aux variations sonores, surtout dans des zones spatiales très petites ou avec des variations de force très faibles, recherche de ces petites variations, etc. Voici un exemple de déclaration dans la scène 2 «Approche-

retrait» - session 2.6 avec retour d'effort, visualisation et son (Figure 6):
«*c'est parce que c'est faible et j'entends plus rien…, mais c'est intéressant d'être dans quelque chose de plus... dans l'écoute et du coup ça rend plus subtil le toucher, c'est-à-dire qu'il y a... on voit qu'il y a les variations, elles sont quand même très très fines sur le toucher, donc… si on est vraiment dans l'écoute donc je pense qu'il faut presque un casque, là ce serait super, pour être vraiment dans l'écoute, l'écoute c'est d'être dans... être vraiment très fin dans le toucher, parce que là c'est vraiment minus, ce que je fais…*» ou bien «*j'aurais du mal à être dans des écarts très très fins si j'avais pas la résistance… Et on s'aimante l'oreille sur le truc, et là on décolle, et puis on a… enfin toutes les associations sont bonnes*».

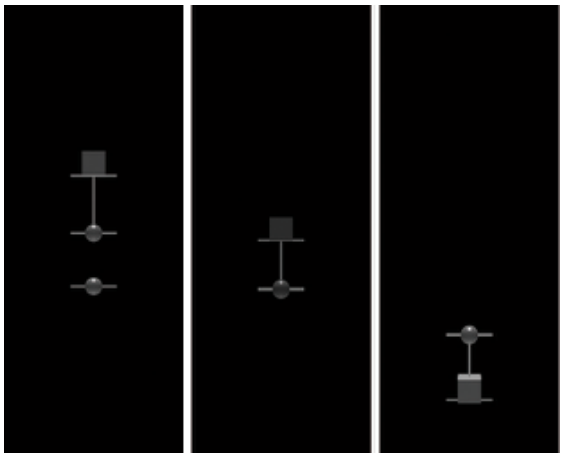

Figure 6. Visualisation de la scène virtuelle n°2 «*Approche-retrait*».
A gauche : avant que les deux sphères n'entrent en contact, la sphère du haut étant poussée par le cube via un ressort ;
Au centre : pendant le contact ; A droite : après le contact lorsque le cube passent en dessous des deux sphères.

Interprétations sur les remarques portant sur la qualité du dispositif haptique

De nombreux sujets (plus de la moitié) ont exprimé leur étonnement et leur admiration devant la qualité du dispositif qui leur permettait d'explorer leurs actions et sensations sur une aussi grande gamme et avec tout autant de force que de finesse. Au delà de la satisfaction pour les concepteurs, l'étonnement peut être interprété comme le fait que les personnes n'imaginaient pas la technologie actuelle à même de supporter des sensations aussi variées et aussi fines. Ainsi : «*Je trouve que réinvestir le toucher dans un ensemble technologique et numérique, c'est quand même très agréable… voilà, puisque finalement nous ce qu'on travaille ici, donc il y a des*

installations et de la vidéo etc., le corps peut être ce qui modifie les médias mais finalement, ce rapport on va dire sensible, sensoriel, il est complètement absent».

Mais une autre interprétation serait que, comparativement aux objets réels, le décadrage offert par ces technologies, pour peu que celles-ci aient franchi un seuil de qualité, puissent mettre la personne dans un état de réceptivité sensorielle que le réel lui-même n'offre pas, soit par accoutumance, soit peut-être par un trop de globalité limitative de l'exploration sensible plus fine ou plus analytique. Si cette interprétation se confirmait dans des expérimentations futures, elle serait fondamentale pour l'étude des propriétés du processus de représentation, en particulier dans les situations instrumentales.

5.4. Analyses des transcriptions textuelles

Des analyses complémentaires ont été effectuées à partir de 24 heures de transcription textuelle des enregistrements audio des expérimentations effectuées à Poitiers, correspondant à 17 participants, une expérimentation étant le passage d'un participant sur une scène virtuelle et elle comprend généralement 6 sessions. Chaque fichier de texte correspondant à l'enregistrement de chaque session a été annoté selon les six niveaux de discours : (1) relatifs aux sensations ; (2) relatifs aux évocations ; (3) relatifs aux narrations ; (4) relatifs aux traductions artistiques ou projets artistiques stimulés ; (5) relatifs aux processus d'incorporation (en anglais, *Embodiment*) ; (6) discours intéressants, mais qui ne tombent pas dans les cas précédents. Ces annotations se sont effectuées en code couleur, avec des commentaires associés, et la retranscription des notes prises par le notateur.

Une première constatation s'est imposée : les pertes de la durée des silences de l'allure temporelle, de l'expression orale de certaines conjonctions marquantes («*hum !*», «*ah !*», ...), et cela, malgré les points de suspension ajoutés pour en rendre compte, jointes à la difficulté d'annoter les hésitations («*... Je ne sais pas…*», «*... pas encore …*» , «*peut-être…*», «*… Oui, en effet… mais…*»), appauvrissent considérablement la situation. En particulier, la retranscription textuelle restitue mal l'attitude de recherche, d'exploration, de doute, et de quête.

L'analyse textuelle ne semble donc pas la plus adaptée à ce type d'expériences multisensorielles et actives, hormis sur quelques points que nous relevons ci-après.

- Les termes employés devant la même situation présentent évidemment une certaine variabilité. Mais ils sont aussi très souvent multiples pour une même personne devant une même situation. Ainsi, la multiplicité des termes utilisés rend souvent assez bien compte de l'idée ou du concept recherché et permet donc de le comparer à d'autres évoqués dans d'autres situations. Le cas emblématiques est celui de l'usage des mots comme «fluide», «milieu», «champ», «pâte», dans les cas d'une matière un peu molle ou celui de «magnétique» dans le cas d'une collision qui ne pouvait pas être anticipée.
- De plus, pour cerner quelque chose qui échappe, les personnes adoptent plutôt un ensemble de termes ou de stratégies dénominatives. Ainsi, bien que multiples, les termes se renvoient les uns aux autres dans la stratégie d'exploration, dans des suites linguistiques telles que : «*c'est plutôt un fluide, non pas tout à fait…, un milieu, en fait… une sorte d'aimant … oui, comme une attraction magnétique…*». Cela confirme des observations faites dans le champ de la linguistique cognitive par Dubois et son équipe sur les études sur le bruit urbain ou sur les gestes et les actions [Dubois et al. 2002] [Dubois et al. 2004].

Ces analyses restent néanmoins à approfondir à partir du corpus important ainsi constitué.

6. Travaux artistico-philosophiques : une situation originale à l'interface d'un jeu instrumental, d'une réécriture littéraire et d'une improvisation corporelle

Pour dépasser l'appauvrissement de la retranscription textuelle, une première approche consisterait à s'engager dans une observation plus fine des audiovidéogrammes, relatant les expressions corporelles, du visage et des mains. Il pourrait être fait appel à des compétences de kinésiologues. Ce travail, très long, reste en perspective.

Une autre approche consiste à faire revivre ces expériences à la manière de la méthode de l'écoute récurrente proposée par P. Amphoux. Avec l'accord des personnes qui ont effectué les expérimentations et des concepteurs de l'installation, des prochaines monstrations de l'installation pourront intégrer dans l'expérience la présentation des discours précédemment enregistrés de manière à observer l'évolutivité éventuelle dans la construction des discours. Ce qui est recherché dans cette méthode est la mise en évidence de la convergence des discours vers des points stables (mots ou expressions linguistiques traduisant des points de vue sensibles stables partagés), mais également l'observation éventuelle de la construction d'un discours évolutif. L'ampleur du matériau récolté pourra permettre ces expérimentations dans le futur. Ce qui a semblé certain de manière unanime, c'est-à-dire à tous les participants, observateurs et expérimentateurs, est que les discours transcrits, malgré le fait qu'ils s'avèrent très imparfaits pour permettre aux analystes de prendre en compte des critères importants tels que ceux liés à la temporalité, sont en revanche très puissants pour ré-évoquer de manière forte leur expérience aux personnes qui l'ont déjà vécue ou même simplement observée. Ce constat nous a conduit à tenter une nouvelle méthode qui s'est articulée autour de trois composants : le jeu instrumental multisensoriel en temps réel, une réécriture textuelle a posteriori d'un des discours transcris d'un expérimentateur, la remise en jeu de ce discours dans une improvisation gestuelle par un danseur du texte ainsi créé.

Le jeu instrumental multisensoriel temps réel constitue l'expérience sur l'installation *Geste réel sur matière simulée* présentée dans l'espace d'exposition comme une installation artistique. La réécriture des discours consiste en un véritable travail d'écriture à partir des textes transcrits, en ce sens que, d'une part, les discours primitifs expurgés d'un trop plein d'un vécu trop individuel et trop intérieur, dont on a pu constater qu'il était illisible et strictement invivable par autrui, et de manière à le rendre un petit peu moins phénoménologique et un petit peu plus universel. Cette écriture a été amendée en direct lors des répétitions de la danseuse, du fait que même lorsqu'il a été rendu scriptible, tout ce qui a été ressenti intérieurement et corporellement n'est pas restituable à nouveau corporellement dans un jeu dansé par exemple, même par une danseuse professionnelle, qui de plus avait vécu une expérience similaire. Une fois ce texte figé par l'enregistrement et redonné en voix

off sur scène, une danseuse le réinterprétait corporellement, face à un public d'une quinzaine de personnes, dans l'espace clos de l'exposition. De plus, la danseuse n'occupait pas le centre de la scène, mais se plaçait du côté gauche, déportée vers l'installation *Geste réel sur matière simulée* qui était inerte pendant la performance. Face au public, se trouvait une captation vidéo de la main et de l'avant bras seuls de la danseuse (Figure 7).

Contre toute attente, le public fut captivé par la scène proposée. Nous entendons par «contre toute attente» le fait qu'il nous semblait impossible de faire comprendre et vivre un texte d'une expérience aussi intime de manière aussi indirecte et décadrée, en dehors, en somme, de toute action située. Le risque artistique fut en effet très grand d'un échec total de l'expérience. Or ce ne fut pas le cas et nombre de personnes présentes ont alors souhaité effectuer l'expérience.

Par conséquent, du point de vue de la méthode, nous ne pouvons que citer ici G. Devereux cité dans [Theureau 1999], anthropologue et psychanalyste, proposant qu'il faut «*abandonner l'idée – au moins dans son sens naïf – que l'opération fondamentale en science du comportement est l'observation d'un sujet par un observateur. Nous devons lui substituer l'idée que l'opération fondamentale est l'analyse de l'interaction entre les deux, dans une situation où chacun des deux est simultanément observateur pour soi-même et sujet pour l'autre. Néanmoins, même dans ce cas, il faut clarifier d'une façon logique la nature et le lieu de démarcation entre les deux*».

Sans aller jusqu'à dire que cette expérience nous a confronté à l'opposition entre le principe de construction de données et celui du recueil de données cher à Levi-Strauss, il nous semble que nous avons accédé ici, de manière très expérimentale, aux principes de l'énaction et de la cognition située, tels que théorisés par Francisco Varela [Varela et al. 1993].

7. Conclusions

L'expérience «Geste réel sur matière simulée» a permis d'observer les comportements libres perceptifs, cognitifs et narratifs de personnes du milieu artistique ou du grand public devant des scènes virtuelles simulées qui leur sont inconnues et seulement accessibles par les sens du toucher, et/ou de la vue et/ou de l'audition. Les comportements des sujets sont relevés par des enregistrements audiovisuels de leurs gestes et de leurs discours. Nous disposons d'un corpus important de données audiovisuelles et textuelles, qui matérialisent des comportements que nous pouvons qualifiés en quelque sorte de «premiers» en ce sens qu'il s'agit de comportement d'individus confrontés pour la première fois à des choses inconnues. Nous avons ainsi capté des comportements d'une richesse insoupçonnée et des interprétations sensorielles et cognitives surprenantes, qui pourront par la suite faire l'objet d'autres études. Nous avons pu esquisser quelques premières observations. Ainsi, les scènes imaginées par les sujets peuvent être très différentes des scènes simulées, bien que celles-ci soient les plus physiques possibles. De même, bien que les dispositifs qui les rendent perceptibles soient loin de toute référence antérieure, ils apparaissent quasiment instantanément comme «une seconde nature» pour les personnes. Nous avons pu observer que ce qui prime chez tous les sujets et pour toutes les expériences est une attitude de quête, de curiosité et de questionnement permanente, l'évolution des concepts cognitifs au fur et à mesure de l'expérimentation, l'adaptation continue des processus d'exploration aux hypothèses émises pour construire une scène plausible à consonance réelle ou non, l'absence de certitude et une posture de doute quant au résultat de cette exploration, l'émission d'hypothèses problématiques, voire la création de «*nouvelles choses*».

Enfin, nous montrons indirectement qu'il n'y a pas de manière indubitable de prédominance d'une modalité sensorielle sur une autre, comme tendent à le montrer les expériences actuelles de perception d'objets virtuels. L'évolutivité permanente des personnes, qui apparaît ici comme un substrat comportemental, tendrait à poser de telles conclusions comme conjoncturelles à un état cognitif donné. Nos propres observations, basées sur l'analyse des discours libres et spontanés des sujets, nous conduisent à poser ces comportements comme des traits non partagés par tous. Au

même titre que les termes spécifiques employés par chacun pour rendre compte de son vécu, ils sont à considérer dans leur richesse et signification propres, voire comme activité créatrice en tant que telle.

Du point de vue méthodologique, cela conduit à échapper à la notion de questionnement «neutre» et à opérer un décadrage vers des notions de richesse et d'exhaustivité de la récolte. Il nous semble ici que la technique de la récurrence telle que fondée par P. Amphoux et le laboratoire CRESSON est très prometteuse sur ces points. Sur la question des termes utilisés, on peut noter sur toute la durée de chaque expérience une convergence progressive, au moins partielle, des termes employés. Sur la question des narrations, il est déjà assez clair qu'une métastructure assez commune apparaît, indépendamment de l'ordre et de l'importance des genres de discours (sensoriels, évocateurs, associatifs, narratifs, etc.) : une métastructure du doute, de la réflexion, de la remise en cause, de la remise en jeu des hypothèses, du questionnement en lui-même. Par conséquent, l'ajout dans le protocole de jeu instrumental, ainsi que dans le protocole expérimental, d'un effet à vocation cumulative nous semble intéressant. Nous ne l'avons pratiqué qu'à un seul exemplaire dans l'œuvre artistique *Amplitude*.

Ces résultats tendent à confirmer certains aspects de la théorie de l'énaction, qui, au-delà de la notion de perception active, fonde l'idée que la cognition est l'histoire de notre rapport au monde et qu'elle est donc intrinsèquement mouvante et évolutive. Cela confirme également que le rapport instrumental n'est pas passif, qu'il ne peut se cerner uniquement dans les notions d'interprétation ou d'improvisation, qu'il est constructeur et de la personne et du monde, et de ce fait pose le concept d'instrumentalité en soi comme un support de la créativité.

En conclusion, nous pensons avoir mis en œuvre, via un type d'installations de réalités virtuelles innovantes telle que «Geste réel sur matière simulée», des moyens à la fois expérimentaux, théoriques et artistiques d'une sorte de laboratoire d'anthropologie cognitive située et incarnée, dans le cas d'objets virtuels qui n'ont pas encore envahi notre quotidien. Dans le futur, cela permettra des observations de faits originellement nouveaux, et dont nous espérons beaucoup en matière de recherche, de création et de pédagogie scientifiques et artistiques.

Remerciements

Les travaux présentés dans ce document ont reçu le soutien du projet AMBIANT Creativity 2009 - 1376 - AMBIANT Creativity, financé avec le support de la Commission Européenne, dans le cadre du Programme Culture 2007-2013, du projet CRÉATIVITÉ Instrumentale ANR-08-CREA-031, financé avec le support de l'Agence Nationale de la Recherche française, dans le cadre du programme «La Création : Acteurs, Objets, Contextes 2008» ainsi que du Ministère de la Culture et de la Communication.

Références

[ACROE, 1976-2012] Site WEB. www.acroe-imag.fr

[Amphoux, 2002] Pascal AMPHOUX. «L'observation récurrente». 2002. Dans *Espaces publics et cultures urbaines Paris*, CERTU Institut d'Urbanisme de Paris. M. Jollé (ed.). p. 271-283

[Amphoux, 2003] Pascal Amphoux. «L'observation récurrente : une approche reconstructive de l'environnement construit». Dans *Espaces de vie. Aspects de la relation homme-environnement*. Moser G. et Weiss K. (Ed.). Paris. Armand Colin. 2003. p. 227-245.

[Cadoz, 1994] Cadoz Claude. *Les réalités virtuelles*. Collection DOMINOS. Flammarion. Paris 1994. Traduit en espagnol (1995), en coréen (1996), en italien (1996).

[Dubois et al., 2002] Danièle Dubois, Nathalie Klumpp, Mary-Annick Morel. «Geste, mouvement, action : Analyse lexicale et sémantique des concepts». Dans *T.I.P Revue d'anthroplogie des connaissances*. 2001. Vol XIV n°2.

[Dubois et al., 2004] Danièle Dubois, Catherine Gustavino, Manon Raimbault. «Les catégories cognitives du bruit urbain : des discours aux indicateurs physiques». *Acoustique & Techniques.* n°39. 4ième trimestre 2004. Centre d'Information et de Documentation sur le Bruit. France.

[Essl et al. 2006] Georg Essl and Sile O'Modhrain. «An enactive approach to the design of new tangible musical instruments». In *Organised sounds.* 11 (3). 285-296. 2006. Cambridge University Press.

[Luciani, 1993] Annie Luciani. «Towards a complete representation by Means of Computer : The Instrumental Communication Interface». In *CyberWorlds*. Eds. A. Luciani & T. L. Kunii. John Wiley & Sons Pub., Ltd., 1993.

[Luciani, 1996] Annie Luciani.

«Ordinateur, geste réel, matière simulée». Dans *Les cinq sens de la création : Art, technologie, sensorialité*. Collection Milieux. Sous la direction de M. Borillo & A. Sauvageot. Champ Vallon, Seyssel, 1996.

[Luciani et al., 2007] Annie Luciani, Sile O'Modhrain, Charlotte Magnusson, Jean-Loup Florens, and Damien Couroussé. «Perception of virtual multisensory mobile objects : wandering around the enactive assumption». *Proceedings of the 4th International Conference on Enactive Interfaces 2007*. pp 153-156, 2007.

[Luciani et al., 2009a] Annie Luciani, Jean-Loup Florens, Damien Couroussé. «Ergotic Sounds : A New Way to Improve the Playability, Believability and Presence of Virtual Musical Instruments». *Journal of New Music Research*. Vol. 18, Number 3, Sept 2009, pp.309-325.

[Luciani, 2009b] Annie Luciani. «The Instrumental Paradigm in the Framework of Information Technologies». *Actes de Cognitive Systems with Interactive Sensors*, *COGIS 2009*. 16-19 Nov. 2009. Paris.

[Luciani, 2011] Annie Luciani. «Un nouvel espace de création pour les arts visuels : la matière simulée interactive». Dans *Créativité Instrumentale et Créativité Ambiante*. ACROE/Enactive Systems Books publisher, 2011 – ISBN 978-2-9530856-1-7.

[Schneider, 2007] Daniel K. Schneider. *Méthodes qualitatives en sciences sociales*. Extrait de matériel d'enseignement pour un séminaire d'introduction à la démarche aux méthodes de recherche. 2007.

[Theureau, 1999] Jacques Theureau. 1999. Cours des UV SC 23 (Théories et méthodes d'analyse de l'action & ingénierie) et SH 12 (Anthropologie cognitive & ingénierie), UTC/SHT, Compiègne (346 p.) (nouvelle édition remaniée) COURS 7

[Varela et al., 1993] Francisco Varela, Evan Thompson, Eleanor Rosch. *L'inscription corporelle de l'esprit*. Sciences cognitives et expérience humaine. Seuil. Paris. 1993.