UN NOUVEL ESPACE DE CRÉATION POUR LES ARTS VISUELS : LA MATIÈRE SIMULÉE INTERACTIVE

Annie Luciani
ACROE, Ministère de la Culture et de la Communication
Laboratoire ICA,
Institut Polytechnique de Grenoble
France
Annie.Luciani@imag.fr

Résumé

Le contexte des analyses proposées est celui des mutations des objets et des processus de création dans le domaine des arts plastiques et des arts visuels, sous l'impact des technologies contemporaines des représentations électriques et informatiques.

En effet, les arts visuels sont de toute évidence liés à la technique. Or les techniques ne sont jamais neutres. Elles encodent des concepts, des formes de pensée, des formes d'expérimentations et elles font partie intégrante de l'œuvre et des processus de sa création. Qu'en est-il alors des chocs et des secousses conséquentes à l'apparition des technologies de l'information ?

Dans une première partie, ce texte tente de montrer en quoi plusieurs concepts caractéristiques des technologies de l'information, de la communication – et je rajoute – de la sensorialisation bouleversent des préoccupations dans les arts plastiques et visuels aussi fondamentales que celles de la forme, du support ou de la matière.

Puis, dans une deuxième partie, je m'attacherai à démontrer en quoi les technologies de la simulation, et plus particulièrement la notion de matière simulée en interaction gestuelle et multisensorielle avec l'homme, ouvrent de nouveaux champs aux arts plastiques et aux arts visuels, par l'introduction du temps et de l'instrumentalité comme un au-delà de la forme pure.

La transduction et le calcul

En matière de technologies de l'information et de la communication, les analyses et les visions gravitent quasi exclusivement autour du concept de nombre. Certes, il est fondamental et incontournable, mais néanmoins il est à notre sens insuffisant. En effet, ainsi globalisées et encapsulées dans le numérique, elles masquent d'autres concepts nécessaires et consubstantiels au numérique dès lors que l'on souhaite que

celui-ci s'adresse aux sens, et en particulier ici aux arts visuels.

L'un d'eux est celui de la différenciation entre deux composantes : le calcul d'une part et la transduction, de l'autre, qui permet à celui-ci d'être relié au monde et aux sens. Ces deux aspects – modalités de transduction et modalités de calcul – sont en effet fondamentaux, car selon le point de vue qu'ils mettent en œuvre, le rapport entre l'espace phénoménologique réel dans lequel se situent nos actions et nos perceptions, et les espaces de représentation, en est profondément affecté. La différenciation explicite entre transduction et calcul nous permet de comprendre les différences de principe entre deux mouvements : un premier mouvement qui va du réel sensible vers le nombre, habituellement appelé «numérisation», et le deuxième, strictement inverse, qui va du nombre vers le réel sensible, et que j'appellerai «sensorialisation».

Un deuxième concept nécessaire pour sortir de la généralité du numérique se situe au sein même du calcul. Dans la chaîne qui va du calcul aux sens, la question «*que sensorialise-t-on ?*», nécessite de distinguer, dans leurs principes mêmes, des procédés aussi différents que les procédés de traitement de données captées (images, mouvements, sons, etc.), les procédés pour leur synthèse par le nombre, et les procédés de simulation d'une cause susceptible de les produire.

Ce sont ces deux axes que ce texte propose d'approfondir pour ensuite démontrer qu'un choix parmi ceux-ci conduit les arts visuels à des perspectives nouvelles incluant le temps et l'instrumentalité.

1. La numérisation : un mouvement «du réel sensible vers le nombre»

Examinons d'abord le premier mouvement, celui de la numérisation, le plus connu et exploité à ce jour dans les arts visuels (Figure 1). Il permet de passer du réel sensible au nombre, via une opération de transduction, qui est ici une opération de captation, comme la captation des caractères optiques et morphologiques tels que vus par un appareil photographique par exemple.

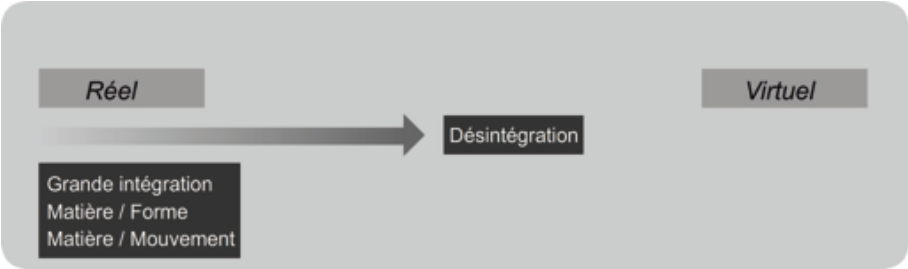

Figure 1: De la numérisation : du réel sensible vers le nombre

Cette opération de captation est loin d'être neutre puisqu'elle effectue une opération de désintégration de l'expérience phénoménologique pour le moins radicale en n'en retenant que certaines propriétés – les propriétés optiques, dans l'exemple ci-dessus – et en en éliminant définitivement d'autres, telles que par exemple, les propriétés de la matière comme le poids, la résistance au déplacement, les rigidités, les fluidités, etc. Cette captation a pour premier effet d'être une opération de désintégration du réel, puis après cette désintégration, de sélection, ou de ségrégation, de certaines parmi des propriétés éclatées. Les processus de traitement subséquents, numériques ou non, électriques ou/et informatiques, sont alors uniquement des traitements des données ainsi captées, telles que formes, couleurs, ombrages, etc., dans l'exemple choisi. Ce sont des transformations d'une représentation du monde telle que celle effectuée par l'opération de captation. Ces traitements renforcent donc le décrochage par rapport à l'expérience phénoménologique, par principe intégrée. Un exemple en est la possibilité d'extraire, par le calcul, parmi toutes les propriétés captées par une caméra, celles qui correspondent aux aspects morphologiques, *la forme* pour tenter d'aller tendanciellement vers ce que l'on pourrait appeler la «forme pure», c'est-à-dire une forme qui ne serait *que* forme. Pour illustrer cette idée, le calcul pourrait permettre, une fois une forme circulaire captée, forme qui dans le monde réel ne serait sans doute pas un cercle parfait mais une forme disposant de la qualité de *cerclitude*, d'en extraire un cercle. Il en est de même lorsque l'on capte le mouvement, par divers capteurs du mouvement : il y a ici aussi une opération de désintégration et de ségrégation sensorielles dans laquelle on isole du reste certains aspects cinétiques du phénomène réel. Puis le traitement, numérique par exemple, renforce cette ségrégation en transformant ce mouvement capté par des processus de traitement ou bien en l'appliquant sur des formes autres que celles

qui l'ont initialement produit. On aboutit ici à la notion de *mouvement pur*, en ce sens qu'indépendant des formes et des matières qui l'avaient supporté. Ainsi, la chaine de la numérisation, qui va du réel sensible vers le nombre se structure en deux opérations, consubstantielles à la numérisation, de désintégration du réel et de ségrégation de certaines de ses propriétés, auxquelles se rajoute éventuellement une opération d'abstraction d'une qualité réelle vers une autre idéelle.

La conséquence immédiate de ce double jeu de cliquet est une ouverture considérable du champ des possibles, désormais désengagés de la gangue matérielle qui les retenait.

Il est alors remarquable que ce processus vers *la forme pure* – respectivement vers *le mouvement pur* ou *le son pur* – intrinsèquement contenu dans les techniques de captation, puis de traitement numérique, n'ait pas retenu de manière plus importante l'attention des artisans des arts visuels, alors même qu'il est dans la lignée de la révolution moderne et que ces techniques en sont sans doute l'outil idéal. Car il y a bien eu une révolution fondamentale dans les arts plastiques, conduisant l'historien de l'art Greenberg à déclarer en 1986 [Greenberg, 1986, cité par Lichtenstein, 2003] : «*les arts d'avant garde ont dans les cinquante dernières années atteint une pureté et une délimitation radicale de leur champ d'activité sans exemple dans l'histoire des arts et de la culture*».

Or il est nécessaire de rappeler ici que cette révolution s'est faite en deux mouvements. Le premier a consisté, comme le note Jacqueline Lichtenstein [Lichtenstein, 2003], en une interprétation inversée de la doctrine d'Horace «*Ut pictura poeïsis est* », selon laquelle la poésie fonctionnerait comme la peinture. L'interprétation inverse que ce serait la peinture qui fonctionnerait comme la poésie, fondatrice de l'art moderne, a pour cause et pour conséquence de poser la peinture en tant qu'art libéral, comme le sont les arts du discours et la musique, c'est-à-dire des arts créateurs de sens, et ainsi de l'extraire de la mimesis dans laquelle il a été maintenu depuis l'Antiquité. Le deuxième fut la déclaration de Lessing en 1802 [Lessing, 1802] dans son ouvrage *Du Laocoon ou des frontières de la poésie et de la peinture* , selon laquelle il est plus important de mettre en évidence les différences entre les arts que

leurs similitudes. Ainsi, le cri et la douleur du Laocoon du poème de Virgile seraient irreprésentables dans la sculpture de même nom (Figure 2), tant un cri et une douleur éternisée sont insensibles et impensables. C'est ce qu'illustrent les sculptures contemporaines de la figure du Laocoon, comme celles d'artistes comme Richard Deacon [Deacon 1996], Eduardo Paolozzi [Paolozzi, 1964] ou Tony Cragg [Cragg, 1984, 1986], ne retenant des figurations initiales que les formes et structures des volutes et anneaux serpentins.

Figure 2 : Sculpture *Le Laocoon et ses fils* ,
IIe ou Ier siècle av. J.C.
Musée Pio-Clementino, Vatican

C'est donc en conséquence de ces deux mouvements – celui d'accession au statut d'art libéral créateur de sens, similaire à celui des arts du discours, de la poésie ou de la musique, puis une fois ceci acquis, celui de son autonomisation par rapport aux arts du discours et de la musique – qu'est advenue une vision de la peinture, et plus généralement des arts visuels, comme art purement spatial, un art de «la forme pure».

2. La sensorialisation : un mouvement «du nombre insensible vers le réel»

Nous avons fait remarquer précédemment que les procédés de captation puis de traitements numériques, en aval de cette captation, conduisaient tendanciellement vers la notion de forme pure, une forme qui ne serait que forme (respectivement de mouvement pur, de son pur, etc.). Ceci n'est en effet que tendanciel. En effet, aucune propriété présente dans le monde réel – tel que par exemple le fait pour une forme d'être circulaire – puis captée et traitée par le nombre, même de la manière

la plus extrême possible, ne permet d'atteindre le concept de cercle. Cet objectif ne peut être atteint que par une opération d'abstraction, qui vient alors se rajouter aux opérations de traitement. Or cette dernière n'est pas contenue dans le phénomène initial, mais d'une activité exogène à la numérisation d'un étant, activité que nous pourrions qualifier soit d'interprétation ou soit de modélisation. Alors, faisons à présent le chemin inverse : supposons le concept, calculons-le et donnons-le à voir. Dans ce mouvement du concept à sa sensorialisation, symétrique exact de celui de la numérisation, deux approches duales sont ici aussi à l'œuvre: l'une est la synthèse et l'autre de la simulation. Nous allons montrer que bien qu'ancrées toutes les deux depuis le calcul, elles sont néanmoins fondamentalement différentes eu égard au processus de représentation et aux processus de retour au sensible.

2.1. La synthèse d'un phénomène par le calcul et la sensorialisation

Le calcul utilisé comme synthèse d'un concept abstrait à sensorialiser

Prenons à nouveau l'exemple de la synthèse d'une forme qui n'aurait d'autres attributs que ceux de la forme, une forme sans poids, sans résistance etc., une forme idéelle, qui ne relève par principe pas du domaine sensoriel, ou sensible, ou phénoménologique, une forme abstraite donc comme l'est la forme de la figure 3 produite par synthèse, d'un ensemble de demi sphères imbriquées sans épaisseur. Cette forme est de surcroît par principe catégorisée puisque formulée (Figure 3).

Figure 3 : De la sensorialisation «Du nombre insensible vers le réel».
Calcul : Le cas de la synthèse

Il est possible en effet formuler un cercle sans référence aucune à une matière, un son, un geste. Du côté du calcul, remarquons que les logiciels de synthèse d'images

sont quasiment tous fondés sur la géométrie, donc exclusivement sur un concept de spatialité, ou par contraction de forme pure. On y manipule en effet uniquement des relations et agencements purement spatiaux, le reste – la lumière, le mouvement, etc. – venant s'appliquer ensuite. Toutes les formes ainsi que tous leurs agencements et réarrangements sont alors possibles, en référence ou non à une forme réelle.
On ne comprend alors pas pourquoi, différemment de ce qui s'est passé en musique, le principe de la synthèse a si peu bouleversé le domaine des arts visuels, sinon à la marge, du moins jusqu'à ce jour.
Est-ce encore une perspective à venir ? Ou bien s'agit-il d'un extrême trop radical ?

La transduction vue comme sensorialisation du calcul d'un concept

Côté «transduction», il s'agit ici du processus exactement inverse de celui de la captation, qui consiste à partir du calcul, donc de l'idéel, d'insensible, et de le transporter dans le monde réel sensible. Il correspond donc strictement à une «sensorialisation», en tant qu'acte explicite, de quelque chose d'a-sensoriel ou d'insensible. Telle est la signification des termes comme *visualisation* pour rendre visible, *sonification* pour rendre audible ou *haptisation* pour rendre tactile. Il faut pour cela développer ou faire appel à des dispositifs techniques particuliers, appelés effecteurs ou actuateurs. A nouveau, deux approches peuvent s'affronter ici (Figure 4), chacune répondant à sa façon aux questions fondamentales posées aux arts visuels et que nous avons développées précédemment.

La première approche concernant la sensorialisation liée à la synthèse est symétrique de celle des capteurs dans le processus de numérisation. Elle consiste à utiliser un effecteur générique chargé de rendre sensible (par exemple, visible) la propriété calculée, et elle seule autant que faire se peut – la forme dans l'exemple choisi – par un écran de visualisation (ou par un haut-parleur dans le cas du son). La généricité consiste ici en la capacité de rendre visible «toute forme» par un même effecteur, comme le fut d'ailleurs l'objectif de la perspective. De même que les capteurs qui leur correspondent, ces effecteurs réalisent ce que nous avons appelé précédemment une désintégration sensorielle : les choses sont rendues visibles mais non audibles, non touchables… Moyennant ce choix radical, aux conséquences bien évidemment lourdes, toute forme (respectivement tout mouvement, tout son

…) est possible et possiblement visible. On y résout donc un axe fondateur de la révolution moderne : celui de la libéralité dans les arts visuels. Ces techniques – calcul et sensorialisation d'une forme idéelle – en sont le vocabulaire et la grammaire. Reste à écrire le poème.

La deuxième approche concernant la sensorialisation liée à la synthèse ne se satisfait pas de ce type d'actuation visuelle générique. Est-ce parce que la liberté y est trop grande ou que la ségrégation sensorielle conduit à des oublis trop importants ? Quelle qu'en soit la raison, cette deuxième approche est celle d'une reconstruction sensorielle qui consiste à rendre réellement matérielles les propriétés calculées, la forme par exemple, dans des objets réels, à partir de techniques telles que l'impression 3D. Le dispositif d'actuation est une machine-outil qui fabrique un véritable objet. De ce fait, la forme calculée devient non seulement visible mais aussi audible, touchable, localisable, brisable, etc. La démarche est la conséquence de la démocratisation des procédés de fabrication assistée par ordinateur (FAO), suite naturelle à la démocratisation de la conception assistée par ordinateur (CAO), basée sur le calcul numérique, en particulier de formes [Gershenfeld, 2005]. Le processus final qui va du nombre vers le réel sensible réintroduit a posteriori un élément oublié dans le processus de ségrégation introduit par les capteurs et la synthèse, qui est la matière et ses propriétés. Nous pouvons dire que les processus amont abstraits de synthèse donnent donc forme à une matière réelle ou inversement que la matière réelle est formée par le nombre. Dit d'une autre façon, le processus est le symétrique exact, non pas de la captation comme l'est celui de la sensorialisation par un effecteur générique catégoriel, mais de l'opération d'abstraction. L'opération de transduction est ici une opération de matérialisation.

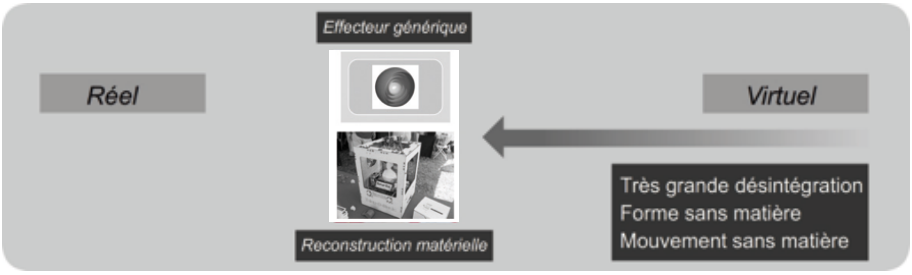

Figure 4 : De la sensorialisation «Du nombre insensible vers le réel».
Transduction : l'approche de l'effecteur générique (en haut) et de la reconstruction matérielle (en bas)

Nous pourrions nous en arrêter là, considérant que ce qui a été perdu, de l'expérience phénoménologique intégrée ou de la matière, a été retrouvé. Cependant, si on échappe ainsi à la désintégration sensorielle, puisque l'on reconstruit une intégration sensorielle naturelle par modelage sous contrôle numérique d'une matière réelle, c'est au prix d'un retour vers la mimesis, donc au prix d'un repli de la libéralité. Car, même si la plupart des matières actuelles sont fabriquées et que l'on ne soit pas sous l'emprise totale d'une naturalité matérielle, la matière réelle, quelle qu'elle soit, *ne représente qu'elle-même*. Elle est par principe autographique. Elle ne peut être le support générique d'une signification construite, comme le sont les mots et les sons qui se composent. La forme sur la matière peut être changée, la matière sous la forme ne l'est qu'avec infiniment moins de souplesse.

Se dessine alors une autre voie, qui se distingue radicalement des trois précédentes – numérisation, synthèse par actuation générique et synthèse par reconstruction matérielle particulière – sur les deux points critiques de la représentation que sont la transduction et le calcul, ainsi que sur les deux autres en arts visuels que sont la libéralité et la mimesis. Il s'agit du principe de la simulation et plus particulièrement de la simulation sensorialisée. Ce principe semble se situer en continuité avec celui du traitement et de la synthèse, au motif qu'il nécessite également nombre et transduction. Il s'agit cependant d'une rupture plus radicale qu'il n'y paraît.

Et si, comme l'a été l'espace dans la notion d'espace plastique né dans l'époque contemporaine, la matière, en tant que composant structurel de l'intégration phénoménologique, devenait aussi un paramètre de création ?

2.2. La simulation productrice d'un phénomène sensible

Le calcul utilisé comme simulation d'une cause potentielle génératrice d'un phénomène sensible

Dans le paragraphe «La numérisation», nous avons montré que, dès le niveau des capteurs, s'opérait par principe une désintégration sensorielle, conduisant d'ailleurs à une libération considérable de la forme (respectivement du mouvement,

du son, etc.). Mais ce faisant, quelque chose s'est perdu. C'est pourquoi il nous faut ici même, à cette étape de notre raisonnement, parler de «processus de dématérialisation». Ici même, en effet, car le processus de dématérialisation en jeu dans les technologies de l'information est la stricte conséquence du processus de désintégration sensorielle. Il ne préexiste pas sans cette dernière, en ce sens qu'il n'est pas à rabattre sur le processus d'abstraction, qui, comme nous l'avons dit, est exogène à la représentation numérique, a toujours existé et ne s'est jamais substitué au réel. Car en effet, dans ce processus de désintégration sensorielle, qui commence avec la capture et qui conduit ensuite par divers chemins vers la notion de forme pure – de la forme qui n'est que forme spatiale – quelque chose d'autre se produit, de manière implicite et conséquente, qui est le décrochage du phénomène sensible de ce qui le produit, autrement dit du support matériel qui le génère. Ce que l'on capte ou que l'on synthétise se situe, et ne se situe que, au niveau phénoménologique. Toutes autres propriété, connaissance ou hypothèse en sont exclues, telles que celles qui pourraient mettre en évidence des invariants ou des similitudes entre des expériences phénoménologiques laissant imaginer un possible noumène commun. Ainsi, le flottement des procédés techniques au niveau phénoménologique a au moins une conséquence radicale, car la matière, celle qui nous résiste, contre quoi et avec quoi nous nous construisons, comme Maine de Biran [Biran, 1799] nous en parle, celle qui est rigide ou plastique, a tout simplement disparu. Nous n'en trouvons plus aucune trace, ni dans les logiciels de synthèse d'images, ni non plus dans les logiciels de synthèse de sons, comme *Pure Data* le bien nommé, par exemple.

La simulation numérique prend le contrepied de cette absence, car elle consiste précisément à définir une cause potentielle génératrice des phénomènes perceptibles et à la calculer pour ainsi les générer. Il ne s'agit plus de synthétiser de phénomènes sensibles mais de produire, par simulation d'une cause possible, des phénomènes de synthèse. Ainsi, partant du calcul, la simulation dote celui-ci de propriétés matérielles et procède de ce fait, dès ce niveau, à une re-matérialisation des processus de génération synthétiques (Figure 5).

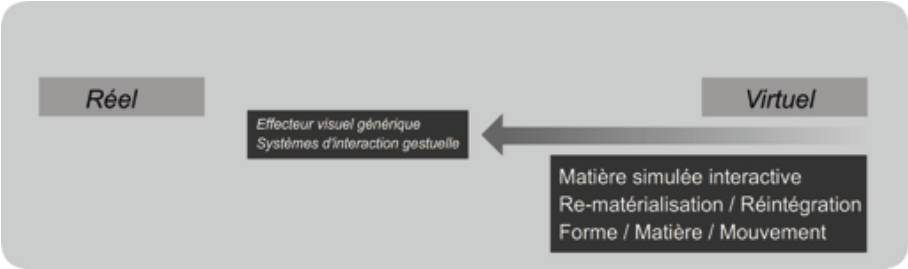

Figure 5 : Le calcul utilisé comme simulation d'une cause potentielle génératrice d'un phénomène sensible, associé à un effecteur générique visuel (écran de visualisation) et à des systèmes d'interaction gestuelle (capteurs, systèmes à retour d'effort).

Mais où est donc le gain, s'il ne s'agit que de compenser un défaut intrinsèque aux représentations numériques du traitement ou de la synthèse d'une partie du phénomène ? En réintroduisant la matière, que ce soit dans les transductions de retour au réel comme nous l'avons développé précédemment, ou bien, comme nous le développons à présent, par la simulation numérique, ne court-on pas le risque de retomber vers la mimesis ? Car, en effet, de quoi la forme s'est-elle en effet libérée, si ce n'est de la matière et de ses contraintes ? Alors pourquoi y revenir, puisque, ne représentant qu'elle-même, elle ne construit pas d'autres significations ?

Car, par la simulation, un déplacement radical vient de s'effectuer dans le processus de représentation, impensable et irréalisable sans la double généralisation : (1) du calcul par l'informatique et (2) des moyens de transductions permettant au nombre et au réel d'interagir. En effet :

- Il ne s'agit plus de matière réelle mais de matière représentée.
- Cette matière représentée est représentée non pas par de la matière réelle, comme dans la peinture ou la sculpture, mais par des symboles, par du nombre, donc par une écriture.
- Cette matière représentée produit néanmoins des phénomènes réels sensibles pour la même raison et de la même manière que le fait la matière réelle.

J'affirme alors ici que ce ne sont pas les phénomènes (formes, mouvements, sons, etc.) qu'il faut représenter numériquement, i.e. qui doivent être sur le lieu de l'écriture, mais la matière même. Or lorsque l'on parle de matière, de quoi parle-t-on ? La matière n'est pas accessible autrement que par ses effets. Elle n'est pas

captable. Nous avons vu sur ce point que le processus de captation, qui ne peut se focaliser que sur ce qui est observable, par principe l'oblitère. La matière est juste imaginable, comme un possible noumène de phénomènes observés ou vécus. Elle est donc, stricto sensu et en elle-même, une abstraction. Elle ne se représente donc que par l'écriture. Elle est une écriture. Pour employer un terme plus scientifique, elle ne peut être que *modélisée*.

La modélisation de la matière est donc, en substance, une opération de création, de même ordre que celle de spécification d'un projet artistique, en ce sens qu'elle n'est plus de l'ordre de *l'étant donné* mais de *l'étant construit*, qu'elle est donc une *mathématé* et non pas une *physis*.

Multisensorialité, multimodalité, Transduction

Comme nous l'avons montré, les procédés de synthèse sont phénoménologiquement catégoriels. Ainsi, les procédés de synthèse de la forme par la géométrie ne représentent que des données et des relations spatiales qui ne sont donc ni audibles, ni palpables. De même, les procédés de synthèse de sons, par modèles acoustiques ou modèles de signaux, ne représentent que des données et des relations sonores, donc non visibles. Or le son, comme les mouvements visibles ou les résistances kinesthésiques sont des manifestations sensorielles des déformations et des déplacements de la matière. La simulation par le calcul d'une cause commune susceptible de générer ces différents types d'effets sensibles nous permet de disposer d'un même support de representation pour chacun d'eux. Mais surtout, elle nous permet, si nous le souhaitons, de construire des expériences phénoménologiques intégrées, où sons, images et gestes retrouvent leur relation organique. Un calcul unique – un algorithme ou un modèle unique – peut générer trois phénomènes liés qui s'adresseront à chacun de nos sens: visuel, auditif et haptique.

Il nous semble nécessaire de distinguer cette situation de la situation de multimodalité

(1) La notion de multimodalité est en effet une notion récente. Elle est apparue dans le domaine des interfaces multimodales au début des années 1980. "En 1980, Rich Bolt présente le système Put-That-There, premier système dit multimodal qui combine la reconnaissance des gestes de la main dans l'espace, la désignation sur un grand écran grâce à un capteur à six degrés de liberté et la reconnaissance de la parole". Cité dans "40 ans d'interaction homme-machine : points de repère et perspectives". http://interstices.info/histoire-ihm.

telle qu'elle est apparue dans les interfaces homme-machine multimodales[1], en les distinguant par deux termes : la multisensorialité et la multimodalité. Dans le cas d'une situation multimodale, les sources ou systèmes producteurs des phénomènes sensibles peuvent être disjoints et de nature différente : procédés de synthèse de sons ou de voix, procédés de synthèse d'images, processus de traitement du geste, procédés de synthèse haptique. On parle ainsi de multimodalité dans la superposition de voix et d'images, ou de sons et d'images lorsque les deux sont produits pas des systèmes générateurs différents. Sous certaines conditions d'association[2], la superposition des phénomènes produits par ces sources différentes est susceptible de stimuler une fusion entre les modalités sensorielles. L'effet Mc Gurk visuo-vocal bien connu est typiquement un effet multimodal[3].

La situation que nous appellons faute de mieux "multisensorielle"[4], est celle où des phénomènes sensibles différents – forces, sons, mouvements visibles – sont produits par un système physique unique, une source unique. Elle est très fréquente dans notre quotidien et elle est à la racine de ce que nous appelons trivialement "un objet". Dans ce cas, chaque phénomène produit, l'ensemble de ces phénomènes et l'action qui les produisent sont susceptibles de porter une information supplémentaire : celle de l'unicité de leur provenance. Il existe alors entre tous ces effets une corrélation très forte, en particulier énergétique, significative à la fois dans l'appréciation du monde et dans la conduite de l'action. Elle se manifeste, non seulement dans leur synchronisme, mais au delà et plus profondemment dans des figures comme un destin commun puis une matière commune. Elle supporte en particulier l'apparition de phénomènes dynamiques complexes qui ne peuvent apparaître dans les situations de superposition multimodale dans lesquelles la notion de couplage au sens dynamique et énergétique n'existe pas.

Nous faisons ici l'hypothèse que le couplage multisensoriel, c'est-à-dire le couplage entre des modalités sensorielles différentes via leur organe de production, est un élément important jouant un rôle structurel dans l'intégration et l'unicité de

---

(2) Typiquement de synchronisme, mais pas uniquement.

(3) McGurk, Harry; and MacDonald, John (1976); Hearing lips and seeing voices, Nature, Vol. 264, No. 5588, pp. 746–748

(4) Ce terme a été introduit par Claude Cadoz en 1981. "Le rapport instrumental dans l'ordinateur appliqué à la création musicale". Rapport de recherche du laboratoire LCP. Grenoble. Acessible dans la bibliothèque de l'ACROE. 1981.

l'expérience phénoménologique. La raison fondamentale de remonter à une cause génératrice, réelle ou non, n'est pas tant d'y retrouver un réalisme quelconque mais de créer les conditions de l'intégration phénoménale, dans l'espace de construction et de création de la représentation numérique hors de l'étant donné naturel.

Du point de vue des systèmes de transduction, ceux-ci restent par nature dissociés : transducteurs pour la vue (écran de visualisation), transducteurs pour l'ouïe (haut-parleurs), transducteurs pour l'action (systèmes à retour d'effort). La corrélation structurelle entre les effets qu'ils nous permettent de percevoir est effectuée en amont, dès le niveau du calcul. Néanmoins, ceux-ci doivent présenter un degré de généricité de manière à ce que leurs particularismes matériels ne viennent pas trop limiter les capacités de representation des propriétés matérielles par l'algorithme numérique. On ne voit pas ici l'intérêt de fabriquer une pièce réelle par de l'impression 3D dans la mesure où sa matière viendrait en rajout de la matière simulée, sauf peut-être dans le cas où elles seraient identiques. En revanche, la notion de transducteurs gestuels à retour d'effort[5] prend ici tout son sens, puisque seuls, ils offrent les fonctionnalités de captation, via des capteurs de positions et/ou de forces, et d'effection, via des moteurs, pour agir et percevoir la matière simulée. Il s'agit donc bien de systèmes mécaniques aux comportements programmables. Ils offrent donc un degré de généricité supplémentaire par rapport aux systèmes matériels figés, tels que les objets reels 3D produits par fabrication assistée par ordinateur. Néanmoins, leur généricité est en partie limitée par leur morphologie externe et ils ne sont pas à même de représenter n'importe quelle forme spatiale. Reste ici à savoir jusqu'à quels degrés la forme spatiale doit être supportée par des sensations mécaniques. Une question s'ouvre : y a-t-il toujours identité entre forme spatiale visuelle et forme spatiale mécanique ? [6]

---

(5) Nous préférons ce terme à celui de systèmes haptiques, car la fonction y est plus explicite. Ce terme a été introduit en 1981 par Claude Cadoz, Annie Luciani et Jean-Loup Florens. «Synthèse musicale par simulation des mécanismes instrumentaux. Transducteurs Gestuels Rétroactifs pour l'étude du jeu instrumental», Revue d'Acoustique N° 59, pp. 279-292. Paris 1981.

(6) C'est un thème que nous avons commencé à traiter dans le projet Enactive Interfaces. Cf. Rapport Annie Luciani. "Action-Vision fusion in CG, HCI, VR, teleoperation, telecommunication: Cornerstones and trends". EI_WP4b_DLV1_INPG1a_040915.doc. September 2004.

La matière simulée : une écriture, un acte de création

L'installation artistique *Geste réel sur Matière simulée* [Luciani, Florens, 2010] illustre ces propos : elle permet à tout un chacun d'expérimenter sensoriellement ce concept de représentation de la matière ; elle montre que les phénomènes auditifs, visuels et tactiles ainsi créés disposent à la fois d'une continuité avec les expériences vécues sur de la matière réelle et d'une capacité de création de situations nouvelles ; elle confronte la personne au fait qu'elle n'est pas une situation fermée et prescrite et qu'elle n'épuise pas l'expérience phénoménologique sensible qui demeure infinie.

Par conséquent, l'association entre l'écriture d'une cause potentielle – d'un possible noumène donc – pour produire réellement par son calcul – i.e. sa simulation – les phénomènes sensibles souhaités par le projet artistique, est intrinsèquement une situation de création artistique authentique. Les conséquences dans le domaine des arts plastiques sont considérables, dans la mesure où elle résout une articulation nouvelle aux deux enjeux fondamentaux : celui de l'arrachement à la mimesis nécessaire à l'accession des arts visuels au statut d'art constructeur de sens initié par les avant-gardes modernes et celui de conserver l'ancrage des phénomènes sensibles dans la phénoménologie en ne pratiquant pas l'abstraction au niveau des phénomènes eux-mêmes, comme le fait la représentation numérique (captation, traitement, synthèse) en les vidant ainsi de leur substance sensible. Nous examinons dans le paragraphe suivant les deux conséquences qui nous semblent fondamentales pour les arts visuels : l'introduction du mouvement et de l'instrumentalité.

3. Vers un art visuel du mouvement multisensoriel et instrumental

Un certain nombre de propriétés en découlent, dont deux qui me semblent des voies nouvelles ouvertes aux arts visuels en particulier par le concept d'écriture et de simulation de la matière :

La première est la naissance possible, au sein des arts plastiques et des arts visuels, d'un art du mouvement visuel non particulier, c'est-à-dire d'ampleur aussi grande que le sont les arts de la forme. Dans [Luciani 2009, 2011], j'argumente l'hypothèse

qu'il n'existe pas encore tout à fait malgré les apparences.
La deuxième est la désormais possible introduction de l'instrumentalité dans les arts visuels, de même que l'instrumentalité dans les arts musicaux, c'est-à-dire non pas seulement pour produire mais pour faire vivre dans le temps un phénomène visuel.

Un art du mouvement visuel

Reprenons au point de départ contemporain de la forme pure. Force est de constater que l'arrachement des arts plastiques à la mimesis, opéré radicalement par le diktat de la forme pure, a été payé au prix fort de la dématérialisation, et par voie de conséquence d'une élimination totale de toute trace de l'œuvre du temps. On peut se souvenir ici du vers célèbre de Baudelaire, salué par l'avant-garde moderne des arts plastiques «*Je hais le mouvement qui déplace les lignes*». Arrachement à la *mimesis*, éviction de la matière, disparition du temps, telles sont les trois aspects concomitants qui ont été les éléments déclencheurs de la distinction explicite, certes historiquement féconde pour les arts plastiques, mais néanmoins dramatique, entre arts de l'espace et arts du temps. Il n'est pas nécessaire d'entendre cela au sens d'une perte, comme si, auparavant, ces deux déploiements, spatiaux et temporels, avaient déjà été réunis ou furent indissociables. Mais l'effet collatéral de l'affirmation explicite des arts plastiques comme arts de l'espace leur ferme tout aussi explicitement la porte du temps.

Le cinéma n'y a rien changé, malgré les apparences, car, après une première phase d'euphorie des expériences de peinture en mouvement d'artistes comme Man Ray ou Max Ernst, le cinéma, devenu 7ième art, s'est tourné vers la captation et la narration visuelle, et s'est ainsi dissocié des arts visuels. Reste le cas singulier du cinéma d'animation[v], qui n'est pas un art de la captation, mais de la fabrication du mouvement ex-nihilo, du mouvement comme constructeur de sens, à l'image de la musique. Malheureusement, il n'est considéré que comme un genre mineur du 7ième art [Deleuze, 2009], malgré le désaccord unanime de tous dont les animateurs [Denis, 2007]. Cet amalgame entre art du mouvement visuel et cinéma a piégé le cinéma d'animation dans l'image par image, donc dans l'image arrêtée, donc dans

(7) Art que j'ai pratiqué pendant de nombreuses années.

le non-mouvement. La déclaration très souvent citée, du cinéaste d'animation canadien Mac Laren, «le mouvement, c'est se qui se passe entre les images», sonne quasiment comme un manifeste anti-cinématographique.

Le courant de l'art cinétique dans les arts plastiques n'a pas non plus changé fondamentalement la donne. Les frémissements et moirages qui peuvent apparaître subrepticement dans les mobiles de Calder ne nous laissent qu'espérer dans le mouvement visuel comme art, car trop vite alourdis par la matière qui les porte. Le fer, le bois, ou le mercure comme dans la pièce *Hydra Piano* de Rebecca Horn [Horn, 1989], ne peuvent être allégés, alourdis, ou fluidisés, à l'infini, selon notre désir, ou selon notre projet. Nous ne pouvons que faire avec ce qu'ils sont. Il faut alors toute la mise en mécanisme aussi précise que lourde de la pièce *Concert of Anarchy* de Rebecca Horn [Horn,1990] pour que le cri et la douleur d'un éclatement, impossibles dans le Laocoon, investissent l'espace plastique.

Pouvons-nous alors en rester là ? Pouvons-nous en rester au constat de Greenberg (1986) que «les arts plastiques sont désormais en sécurité dans des frontières claires», lorsque ces frontières évincent un élément aussi vital que le temps et le mouvement, excepté dans des démarches, certes nombreuses mais néanmoins singulières ?

Nous affirmons que l'art du mouvement, en particulier visuel, existe ou ne pourra exister, pour lui même, et non dans une relation ancillaire avec la forme spatiale ou le son. Ne serait-ce que parce que nous avons la capacité d'y être sensibles et de l'exprimer dans des substantifs comme les *frémir*, les *palpiter*, les *balancer*, ou des qualificatifs comme *se poser mollement*, *un décollement vif*, ou même des mots telles que *une brisure*. Ces termes montrent d'ailleurs que le mouvement peut se parler indépendamment d'autres phénomènes support comme les formes visuelles ou les manifestations sonores. Si ces dernières ne sont pas autonomes par rapport au mouvement, le mouvement, lui, dispose à l'inverse d'une certaine autonomie puisqu'il peut se manifester sous différentes manières. On peut donc le penser autrement que comme un attribut d'autre chose, forme, image, son, forme en mouvement, image en mouvement, évolution du son, etc. Il serait donc un *avant* et non un *après*. Il serait donc un cœur des choses et non un «en plus». Citons ici la

très belle phrase de G. Bachelard dans *L'air et les songes* : «*… L'imagination des formes et des couleurs ne peut donner cette impression de bonheur volumétrique. On ne peut l'atteindre qu'en adjoignant aux formes et aux couleurs les sensations cénesthésiques qui sont sous la dépendance totale de l'imagination matérielle et de l'imagination dynamique*» [Bachelard, 1943].

Il faut donc partir autrement.

Une circonstance bouleversante arrive alors aujourd'hui, précisément dans les fondements les plus élémentaires, les plus intimes du concept de matière représentée et simulée : la possibilité de définir et de mettre en scène un atome élémentaire *et* de forme *et* de mouvement.

Partons de l'élément le plus simple, le plus élémentaire, de l'espace plastique, en dessous duquel de toute façon il n'y aurait rien : le point spatial ou le point graphique, tel que le définit par exemple W. Kandinsky [Kandinsky, 1926]. Il est sans vie, sans mouvement. Il est inerte. Il est désincarné. Doté seulement d'une localisation, d'une position donc, seul le geste le fait se mouvoir, tel qu'en parlent P. Klee [Klee, Traduction Girard, 1973] ou plus récemment des artistes-peintres comme J. Mandelbrojt [Mandelbrojt, 2009]. Cependant, si en lieu et place de cette entité inerte, si nous considérons le point dit «physique» – ou la masse ponctuelle, ou le point matériel – alors, au lieu de n'avoir qu'une seule propriété – la position, et plus généralement la forme, en tant qu'ensemble de positions relatives et structurées – s'en introduit une autre, qui est de nature fondamentalement différente et qui change tout : la force.
Alors que le point graphique doté uniquement de sa localisation n'a pas en lui-même la capacité de se mouvoir, le point matériel ou point physique, doté et de position et de force, acquiert en lui-même la capacité de se mouvoir, d'interagir, de recevoir des forces et d'en fournir, de pousser, d'être poussé, d'aller, de résister, etc. C'est donc un atome et de forme et de mouvement. Je voudrais citer ici la remarque qu'Arcady, grand cinéaste français d'animation, à qui le festival d'animation d'Annecy rendait hommage en 1982, m'a faite après la présentation de mes premiers travaux, «la ligne» et «l'anneau» : «*Vos points ont donc une masse ?*» [Luciani,1982]. A ma

grande surprise, Arcady, dessinateur, animateur, manipulant en très grande quantité des lignes et des points, attendait donc quelque chose ? Que ses points cessent d'être si inertes qu'il faille les conduire par la main, pas à pas ? Qu'ils puissent enfin bouger, tomber, s'enfuir…

Figure 7 : A. Luciani «*Ligne*» et «*Anneau*».
Vidéo disponible sur http://www.aicreativity.fr

Or ceci n'est possible qu'avec l'ordinateur. En effet, le point matériel – ou masse ponctuelle – n'est qu'un point, et de ce fait, il ne peut exister. Il est idéel. Son comportement ne peut être que calculé, pour ensuite être donné à voir, ou à entendre ou à toucher, dans ses effets par des transducteurs adéquats, optiques, acoustiques ou mécaniques.

Ainsi, le point matériel calculé – et au-delà la forme matérielle calculée qu'il permet ainsi de construire – est capable de générer des mouvements comme si ceux-ci provenaient d'un support matériel réel. Mais le fait nouveau est qu'ici, cette matière-là, programmable à l'infini, peut représenter toutes les matières, celles réellement existantes, comme celles impossiblement réalisables, celles des chimères comme celles de nos rêves, celles de toutes les légèretés, de toutes les lourdeurs, de toutes les vivacités, rigidement molles ou doucement percutantes. L'univers qui s'ouvre ici est vaste.

Introduction de l'instrumentalité dans les arts visuels

Cependant, le plus important n'est encore pas là. En introduisant le point dynamique, nous avons introduit dans nos représentations deux propriétés de nature différentes

– nous dirons indifféremment deux variables : l'une extensive telle que la position, ou la localisation, déjà présente dans le point graphique ; l'autre intensive, telle que la force, qui n'existe dans aucune autre représentation et que la science a mis une vingtaine de siècles à inventer après le calcul arithmétique ou algorithmique et la géométrie. A notre sens, la révolution newtonienne repose davantage sur la création de ces deux notions duales d'intensif et d'extensif, que sur les seules lois factuelles de la mécanique que ces notions ont permis de formuler.

En effet, ces propriétés ont des caractéristiques remarquables, car elles sont duales en ce sens que (1) elles sont de natures différentes et complémentaires, (2) qu'elles ne sont pas solubles l'une dans l'autre, (3) que chacune nécessite l'autre, (4) que tout phénomène perceptible tel que forme, son ou mouvement est une co-relation entre l'une intensive et l'autre extensive, et qu'il contient donc une part d'intensif et une part d'extensif.

Cette dualité intensif-extensif est parfaitement représentable jusqu'à en être calculable, par la notion même de point matériel en interaction, point qui reçoit des forces le faisant se mouvoir et qui fournit celles qui font se mouvoir d'autres points avec lesquels il interagit. Elle est alors à même de changer fondamentalement la vision que nous avons encore entre les arts, nous permettant de les penser dans un cadre commun tout en préservant leurs spécificités. Ainsi, pourrait-on dire que ce qui a été nommé «arts de l'espace» serait les arts qui contiendraient plus d'extensif que d'intensif ? Ou que ceux qui sont qualifiés aujourd'hui «arts du temps» seraient plus intensifs qu'extensifs ? Ou peut-être seraient-ils les uns et les autres des degrés de l'une ou l'autre des propriétés, l'une extensive «*d'être là* », et l'autre intensive s'exprimant dans un devenir par des forces et des énergies ? En tout état de cause, dès lors que le mouvement existe, la part d'intensif apparaît indéniablement, ce qui n'est pas nécessairement le cas, lorsque le temps est évacué comme dans le principe de la forme pure. Il y aurait là le moyen d'une compréhension autre que factuelle des courants actuels des arts musicaux recherchant l'espace et le visuel, et ceux des arts visuels recherchant le temps, la kinesthésie et le sonore.

Mais cela n'est encore pas tout. En effet, l'introduction de telles propriétés intensives

par principe organiquement liées aux propriétés extensives constitue le substrat nécessaire au concept d'instrumentalité car il nous semble impossible de penser l'instrumentalité sans propriétés intensives. En effet, l'instrumentalité suppose l'interaction. Elle suppose donc autre chose que *l'être là* ou *être comme cela*. Or, la propriété supplémentaire de quelque chose *d'être là* ou *d'être comme cela*, tient dans le fait que cette chose nous résiste, que c'est dans cette résistance que nous nous construisons, que c'est dans cette résistance que se développe le devenir, et que donc s'inscrit le temps. Or, le temps, le mouvement, la force, la matière, la résistance, ne peuvent se cerner sans propriétés intensives. La présence d'une propriété intensive est donc bien le critère sine qua non de l'existence de l'instrument et de l'exercice d'une interaction instrumentale.

Nous pouvons alors définir une relation instrumentale comme une relation entre une propriété intensive et une propriété extensive, l'une créant l'autre, et vice-versa. Ainsi, la force, intensive, déploie ses effets dans l'espace dans *l'être là* , et réciproquement, la corrélation temporelle entre plusieurs *être là* , est l'indice de leur mutuelle influence représentée par les forces qu'ils échangent et qui modèle leur devenir. La relation instrumentale est donc intimement une relation entre l'intensif – le geste et l'action motrice – et l'extensif – leurs déploiements dans l'espace des effets. Les premiers ne peuvent se penser dans la construction du moi – de l'instrumentiste – que si il y a résistance. C'est ainsi et pour cela que l'instrumentalité n'est pas seulement un moyen de produire des phénomènes qui évoluent dans le temps. Elle est surtout un moyen de les faire vivre, dans une relation où, durant l'acte instrumental, la personne, devenue instrumentiste, leur transfère, une partie de sa vitalité, et reçoit une partie de la manifestation de l'objet devenu instrument, dans un co-couplage dynamique.

Sur cette imbrication «mouvement-matière-effort-connaissance-construction de l'être», terminons en laissant parler Maine de Biran dans «*Influence de l'habitude sur la faculté de penser*». La dissertation dans sa note (2) sur *le sentiment de la résistance*, qui pour nous est porté par l'intensif, et *la sensation de l'étendue*, correspondant à ce que nous avons nommé l'extensif, anticipe magnifiquement la dualité que nous venons d'introduire entre intensif et extensif, en tant que fondement nécessaire de l'instrumentalité.

«Si le corps est abandonné sur ma main, en lui supposant un certain poids, il m'occasionne une modification d'un genre bien différent ; je sens ma main poussée en bas et entraînée par une force opposée à la mienne ; assurément ce qui pousse ma main, ou qui contraint le mouvement qui tend à élever ou à retenir mon bras, ce n'est pas le moi qui agit pour le retenir ou l'élever ; quand je serais réduit à cette seule impression, je saurais qu'il y a quelque chose hors de moi que je distingue, que je compare, et tous les sophismes de l'idéaliste ne sauraient ébranler cette conviction (1).

Le corps étant toujours sur ma main, si je veux la fermer, pendant que mes doigts tendent à se replier sur eux-mêmes, leur mouvement est brusquement arrêté par un obstacle qu'ils pressent et qui les écarte : nouveau jugement nécessaire ; ce n'est pas moi. Impression très distincte de solidité, de résistance qui se compose d'un mouvement contraint, d'un effort que je fais, dans lequel je suis actif, et de plus des modifications plus ou moins affectives, correspondantes à ce que l'on appelle les qualités tactiles (de poli, de rude, de froid ou de chaud) sur lesquelles je ne puis rien.

Arrêtons-nous un instant sur cette impression d'effort qui naît de tout mouvement contraint : nous avons besoin de la bien connaître. L'effort emporte nécessairement avec lui la perception d'un rapport entre l'être qui meut ou qui veut mouvoir, et un obstacle quelconque qui s'oppose à son mouvement; sans un sujet ou une volonté qui déterminé le mouvement, sans un terme qui résiste, il n'y a point d'effort, et sans effort point de connaissance, point de perception d'aucune espèce.

Si l'individu ne voulait pas ou n'était pas déterminé à commencer de se mouvoir, il ne connaîtrait rien. Si rien ne lui résistait, il ne connaîtrait rien non plus, il ne soupçonnerait aucune existence, il n'aurait pas même d'idée de la sienne propre. Le mouvement commencé, s'il s'arrêtait à la première résistance (par exemple, si, lorsqu'un corps est posé sur sa main, ses doigts, en se fermant, s'arrêtaient au plus léger contact), l'individu saurait simplement qu'il existe un obstacle ; mais non point si cet obstacle est absolument impénétrable, solide, dur ou mou (2), etc.

Notes :

(1) L'idée de force motrice nous vient, suivant Maupertuis, du sentiment de l'effort *que nous faisons, en voulant produire quelque changement; or pour faire un effort, il faut* agir. *L'effort est quelque chose de moyen entre l'action et l'effet, ou entre la*

force motrice qui appartient à l'individu et la résistance qui appartient au corps *; c'est leur moyen de communication.*

(2) La difficulté de concevoir une force sans parties, dit l'auteur de l'examen du fatalisme, vient de ce que nous avons presque toujours joint le sentiment de la résistance à la sensation de l'étendue. La force de résistance ou d'action s'est toujours, fait sentir à nous, accompagnée de la perception d'étendue et nous avons jugé ces deux choses inséparables quoique très distinctes.

Un être privé de la vue et qui n'aurait pour toucher les corps qu'un ongle extrêmement aigu, éprouverait de la résistance et n'aurait aucune idée des trois dimensions des corps. Il ne concevrait que de la résistance et point d'étendue. Il trouverait des obstacles dans tous les corps sans les imaginer étendus, sans y supposer ni continuité, ni parties, parce que l'impression qu'il recevrait n'en supposerait point, et qu'il ne pourrait savoir si ce n'est pas la même force qui se présente partout à lui. Les conditions et les résultats de cette hypothèse méritent d'être examinés.

On peut supposer un être qui n'aurait, pour toucher, qu'un ongle extrêmement aigu, avec la faculté de mouvoir cette partie, de la promener sur les corps résistants, ou seulement avec la faculté de tendre vers les corps cette partie dénuée de mobilité; dans ce dernier cas et en faisant abstraction de toute autre sensation, l'individu ne percevrait son moi que comme une force, comme une unité qui fait effort et les corps différents comme une unité résistante qui répéterait son action».

En guise de conclusion : déplacement radical du procédé d'écriture

J'imagine alors qu'un futur possible des arts visuels serait de les poser comme une convolution des propriétés kinesthésiques avec des propriétés plastiques. C'est ce que je cherche dans les technologies, MIMESIS et Gravure Dynamique, que nous développons à l'ACROE et les œuvres que nous créons [Luciani, 2012]. Les arts musicaux, quant à eux seraient alors une convolution entre des propriétés kinesthésiques portées par le geste et des propriétés acoustiques codées dans l'instrument, tel que le met en établi le logiciel GENESIS [Castagné & Cadoz, 2002]. Selon le point de vue développé ici, un art du mouvement visuel est, sinon

à naître, du moins à développer dans toute son ampleur, prolongement et au-delà du concept de la forme pure. Il ouvrira la porte à des expressions variables d'une multisensorialité maîtrisée, respectueuse des différences et similitudes des poids respectifs intensifs et extensifs qui se jouent dans chaque art.

Or, lorsque le temps apparaît, que dire de la notation ? Nous pouvons ici étendre la proposition de F. Pouillaude [Pouillaude, 2004] qualifiant la danse comme art impossiblement allographique, en affirmant que les arts visuels, dès lors qu'ils incluent ne serait-ce qu'un once de temps, deviennent pour cette part impossiblement autographiques. En effet, cette part temporelle, éphémère, ne se laisse pas saisir pour supporter la mémoire et le travail «hors temps» supportant la raison graphique [Duchez, 1983][Goody, 1979].

Sauf si, pour les uns comme pour les autres, le procédé d'écriture se déplace de l'écriture des phénomènes à l'écriture de la matière, en tant que cause potentielle des phénomènes sensibles.

Remerciements

Les travaux présentés dans ce document ont reçu le soutien du Ministère de la Culture et de la Communication et 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».

Références bibliographiques

[Bachelard, 1943] Gaston Bachelard. *L'air et les songes : Essai sur l'imagination du mouvement*. Editions José Corti, 1943. Gallimard 2009.

[Biran, 1799] Pierre Maine de Biran. *Influence de l'habitude sur la capacité de penser*. 1799. Un document produit en version numérique par Mme Marcelle Bergeron, bénévole, professeure à la retraite de l'École Dominique-Racine de Chicoutimi, Québec courriel: mailto:mabergeron@videotron.ca site web: http://slsj.areq.qc.net – Secteur Chicoutimi-Valin

[Castagné & Cadoz, 2002] Nicolas Castagné, Claude Cadoz. «GENESIS: A Friendly Musician-Oriented Environment for Mass-Interaction Physical Modeling». *Proc. of International Computer Music Conference.* Goteborg (Sweden). 16-20 sept. 2002.

[Cragg,1986] Tony Cragg. *George and the Dragon*. Sculpture. Mixed Media. Arts Council Collection ACC17/1986

[Cragg, 1984] Tony Cragg. *Kahzernarbeit*. Sculpture. Mixed Media. Scottish National Gallery of Modern Art. GMA 4293.

[Deleuze, 2009]Gilles Deleuze. *Cinéma 1 : L'image-mouvement*. Les éditions de Minuit. 2009

[Denis, 2007] Sébastien Denis. *Le cinéma d'animation*. Armand Colin «Cinéma». 2007.

[Deacon 1996] Richard Deacon. *Laocoon*. Sculpture. Steamed beech wood, aluminium and steel. Private collection.

[Duchez, 1983] Marie Elisabeth Duchez. «Des neumes à la portée : Elaboration et organisation rationnelles de la discontinuité musicale et de sa représentation graphique, de la formule mélodique à l'échelle monocordale». *Revue de musique des universités canadiennes.* N°4. 1983.

[Gershenfeld, 2005]. *FAB : the coming revolution on your desktop : From personal computers to personal fabrication*. Basic Books Eds. 2005.

[Goody, 1985] Jack Goody. *La raison graphique*. Edition de Minuit. 1979.

[Greenberg, 1986] Clement Greenberg. «Towards a Newer Laocoon». *In The collected essays and critiscism*. J.O'Brian Eds. University of Chicago Press. Vol. 1. p.23-27. 1986.

[Horn, 1989] Rebecca Horn. *Hydra Piano*. 1989.

[Horn,1990] Rebecca Horn. *Concert of Anarchy*. 1990.

[Kandinsky, 1926] Wassily Kandinsky. *Du point et de la ligne rapportés au plan*. Langen, 1926. Denoël Gonthier Médiations, 1979. Folio Essai Gallimard, 1996.

[Klee, 1973] Paul Klee. *Ecrits sur l'art/1 – La pensée créatrice*. Dessain et Tolra Eds. Trad. S. Girard 1973.

[Lessing, 1802] Gotthold Ephraim Lessing. *Du Laocoon ou des limites respectives de la poésie et de la peinture*. A.A Renouard Eds. 1802.

[Lichtenstein, 2003] Jacqueline Lichtenstein. «La comparaison des arts». *Dictionnaire le Robert*. Le Seuil. 2003.

[Luciani, 1982] Annie Luciani. *Hommage à Arcady*. Vidéo présentée au Festival d'Annecy dans la conférence «Nouvelles technologies pour l'animation». 1982.

[Luciani 2009] Annie Luciani. «Forme, Image, Mouvement : Vers un art du mouvement visuel». *Actes des Journées d'Informatique Musicale 2009*. Grenoble. Avril 2009

[Luciani, 2012] Annie Luciani. «Art kinesthésique et art plastique : Contribution à l'émergence d'un art visuel dynamique». Dans *Créativité Instrumentale et Créativité Ambiante*. ACROE/Enactive Systems Books publisher, 2012 – ISBN 978-2-9530856-1-7.

[Luciani, Florens, 2010] Annie Luciani, Jean-Loup Florens. *Geste réel sur matière simulée*. Installation artistique expérimentale. Poitiers du 22 au 28 Février 2010 et Grenoble du 28 novembre au 5 décembre 2011.

[Mandelbrojt, 2009] Jacques Mandelbrojt. «La pensée dynamique et musculaire dans la peinture, la poésie, la musique … et la science». Actes des *Actes des Journées d'Informatique Musicale 2009*. Grenoble. 1-3 avril 2009.

[Paolozzi, 1964] Eduardo Paolozzi. *Poem for the trio M.R.T*. Sculpture. Aluminium. Leeds Museums and Galleries of Leeds City Art Gallery n°1077.0010.

[Pouillaude, 2004] Frédéric Pouillaude. «D'une graphie qui ne dit rien : les ambiguïtés de la notation chorégraphique». Dans *POETIQUE* (Collection). N°137. 2004.