



## VERS UN VETEMENT INTERACTIF

Thierry CODUYS, Gilles DUBOST

La KITCHEN  
5 rue Laugier 75017 Paris  
([Thierry.Coduys@la-kitchen.fr](mailto:Thierry.Coduys@la-kitchen.fr))  
([Gilles.Dubost@la-kitchen.fr](mailto:Gilles.Dubost@la-kitchen.fr))

### Résumé :

Dans cet article, nous décrivons dans une première partie un projet de recherche sur un "vêtement interactif" permettant de suivre le mouvement du corps et d'analyser les gestes. Dans une seconde partie nous décrivons un prototype de "corset interactif" que nous avons développé et décrivons les champs d'investigation qu'il suscite. Ce corset fera l'objet d'une démonstration à l'occasion des JIM 2001.

### I. INTRODUCTION

La création artistique s'est toujours intéressée à l'étude du geste comme moyen d'expression extrêmement riche (danse, musique théâtre...) et à son interprétation.

L'outil informatique et le traitement du signal permettent aujourd'hui, par le biais de capteurs, de suivre avec précision le geste, de l'analyser et de l'exploiter.

La plupart des systèmes de mesure (ou de captation) existants se basent sur deux approches différentes : l'une exploite des capteurs de proximité, qui sont fixés sur la personne en mouvement (Dataglove, système Biomuse, etc.), l'autre exploite des mesures sans contacts à partir de systèmes entourant la personne (sonars, systèmes électromagnétiques, systèmes infrarouges, vidéo temps réel associée à un traitement de l'image, etc.). Dans le premier cas, on peut obtenir des données fort précises et subtiles sur les gestes effectués d'un individu donné, mais les technologies employées jusqu'à aujourd'hui ont souvent perturbé le geste ou gêné la mesure par leur simple présence (poids des appareillages, câbles, etc.).

Dans le second cas, on réalise surtout une analyse comportementale globale et non individuelle. En outre, ce type de mesure confine la personne en mouvement dans un espace délimité (celui où la mesure est effective), contextuel.

Les progrès constants réalisés dans le domaine de la miniaturisation des capteurs, du traitement numérique du signal et de l'image, du transport sans fil des données permettent aujourd'hui à de nombreux laboratoires et sociétés d'améliorer sensiblement l'exploitation du geste selon les deux approches.

Dans le cadre d'une collaboration avec le couturier GUCCI, nous nous sommes intéressés à la fibre optique, et à la fibre en général. Le textile, qui comme de nombreux secteurs prend en compte les avancées technologiques, gagne lui-même des parts de marchés sur d'autres matériaux dans des secteurs comme l'aéronautique, l'automobile, la bagagerie ou encore le sport. Il s'agit dorénavant pour les industriels de valoriser le textile dans tous les aspects de la vie quotidienne :



développer les textiles à vocations industrielles mais également ceux orientés directement vers les consommateurs (habillement, ameublement, loisirs, spectacles...)

C'est pourquoi un marché de plus en plus important s'intéresse à l'intégration de la technologie dans le textile et en particulier dans le vêtement : on assiste à une émergence significative des vêtements communicants, en particulier dans les domaines de l'art et de la médecine. Chercheurs et entreprises s'associent pour créer des prototypes dans le but de les commercialiser prochainement. Des marques très réputées telles que Levi's, Adidas, Siemens ou encore Courrèges travaillent actuellement dans cette direction. Des couturiers, des petites sociétés, des organismes se sont également mis à la tâche (Olivier Lapidus, Wearlap Technology, I-Wear, France Télécom R&D, Centre de recherches textiles néo-zélandais Wronz, Peratech Ltd, etc.).

L'intégration de la technologie dans le textile n'a pas uniquement pour but l'esthétique et le confort ; elle peut agir également sur le corps humain, l'hygiène, l'adaptation climatique et la sécurité. On peut imaginer que des interfaces hommes/machines seront intégrées dans toutes les surfaces textiles imaginables, tel le projet anglais "softswitching" ("contact souple").

En 1990, le Ministère de la Santé a créé le laboratoire DermScan, chargé entre autres de recherches sur les nouvelles fonctionnalités des textiles innovants. De nombreux centres de recherches comme le CNRS, ainsi que certains laboratoires développent largement les possibilités offertes par le textile, ou effectuent des recherches comportementales. Des études sociologiques et technologiques sur l'évolution du textile au fil des siècles donnent lieu à des conférences et forums.

Comme le montrent ces différents exemples, le marché des technologies innovantes liées au textile est actuellement en pleine expansion.

A La Kitchen, nous avons décidé de développer la première approche décrite précédemment, à savoir l'analyse du geste par une détection de proximité et individualisée, parce qu'elle nous paraît être la plus riche et la plus pertinente. Les textiles technologiques permettent aujourd'hui de palier à de nombreux problèmes et offrent même de nouveaux horizons. Nous avons donc élaboré la définition d'un "vêtement interactif", qui a fait l'objet d'un brevet déposé en 1999, dont nous présentons ci-après le principe en détail.

A titre d'exemple, nous présenterons aux JIM 2001 un prototype de corset "interactif", que nous décrivons ici dans une seconde partie.

## II. LE VÊTEMENT INTERACTIF

Le principe de ce vêtement consiste à intégrer dans du textile des capteurs, de l'électronique et des systèmes intelligents, à tisser du fil électrique, de la fibre optique, et de nouveaux matériaux de façon à créer un tissu permettant de détecter et d'analyser le mouvement corporel.

Cette technologie permet de suivre et d'interpréter les mouvements corporels et de générer les actions en conséquence - déclencher en temps réel des actions ou des processus sur ou dans le vêtement lui-même, ainsi que pour communiquer avec des entités externes (déclenchement et contrôle à distance). En outre, elle permettra également d'établir une communication sensorielle entre le vêtement et son porteur (son, vibrations, chaleur...).

Selon le type d'application (aide aux handicapés, sport, ergonomie du travail, création artistique...), le vêtement interactif générique pourra être programmé et configuré de façon adéquate.



Ce vêtement est destiné à un large public, dans des domaines d'applications variés tels que l'aide aux handicapés, aux personnes âgées, la médecine du sport, l'ergonomie du travail, ou plus particulièrement la création artistique.

Ce projet propose une nouvelle définition du vêtement : à ses deux principales fonctions (protéger le corps, habiller le corps) – que l'on modernise (nouveau matériaux, fibres éclairantes, etc.) –, il en apporte une troisième : exploiter le corps et son mouvement.

Des analyses corporelles existent depuis longtemps, mais sont pour la plupart cantonnées en laboratoires, et elles ne permettent pas une interprétation en temps réel et *in situ*. Le vêtement interactif, par l'intégration complète en son sein des moyens d'analyses, permet enfin de suivre le mouvement du corps et de l'exploiter sans gêner aucunement le geste.

Les applications sont multiples, concernent tous les individus sans exception, et pourront à terme influencer sur le comportement et le mode de vie de chacun d'entre nous.

Le concept de vêtement interactif rassemble plusieurs technologies innovantes :

- il se base sur toutes les recherches et les nouveaux procédés concernant le "textile technique" : en particulier la fibre, brique élémentaire de la conception textile, revêt aujourd'hui de multiples formes et fonctions : fibre électrique, optique, métallique, naturelle, biotechnologique, à mémoire de forme, etc.
- il intègre toutes les technologies de captation, dont les plus récentes : capteur d'accélération, de rotation, de champ magnétique, de flexion, de torsion, etc.
- il fait appel à la miniaturisation sans cesse croissante de l'électronique et son intégration dans de nouveaux matériaux ainsi que son implantation dans le milieu biologique.
- il utilise des technologies très élaborées concernant sa fiabilité, sa résistance à l'eau, au lavage, à la température, etc., ainsi qu'à son caractère inoffensif vis à vis du corps humain.
- son utilisation n'est pas cantonnée au domaine du gadget ou du simple contrôle. Elle est le fruit d'une réflexion et d'une recherche approfondies, basées d'une part sur une interprétation sophistiquée du geste et du mouvement (analyse sociologique, définition d'une sémantique, d'une grammaire de gestes, etc.) et d'autre part sur les technologies de pointe permettant l'analyse et l'exploitation intelligente des données issues des capteurs (microprocesseurs, DSP, traitement numérique du signal, intelligence artificielle, réseaux de neurones, etc.).

#### *Etudes techniques préalables déjà réalisées*

Dans le cadre de l'activité de La Kitchen, les études techniques concernant directement ou indirectement la définition du vêtement interactif ont été réalisées sur une période de recherches effectuées entre 1999 et 2001.

Ces recherches ont eu lieu notamment avec le concours du CNRS (laboratoire IRCOM de Limoges) et d'entreprises partenaires (Ruband Gallant et Dubar Warneton, Atelier 33), et sont également le fruit problématiques soulevées lors de travaux réalisés pour de grandes sociétés : GUCCI, RATP, France Telecom.

Les différentes études réalisées ont porté sur le :



- développement de technologies de capteurs, leur conditionnement et leurs applications (capteurs de flexion, pression, température, photoélectrique, accéléromètre, piezzo, magnétique, sonar, etc.)
- développement d'électroniques de traitements, travail sur la miniaturisation (CMS) et les techniques de circuits imprimés souples (projet d' "écharpe alphanumérique" avec France Telecom)
- développement de technologies de transfert de données sans fil (liaison HF).
- travail sur les sources lumineuses (leds, lasers, etc.), les moyens de créer, véhiculer et diffuser la lumière.
- travail sur les sources d'énergie (accumulateurs, cellules photovoltaïques, etc.)
- travail sur le son (sources diffusantes, sources sonores miniaturisées, directivité, bande passante, etc.) en collaboration avec la société Atelier 33 (traitement acoustique)
- travail sur le traitement numérique des données.
- travail pour la société italienne GUCCI sur la faisabilité de l'intégration industrielle de technologies de capteurs et d'animations lumineuses dans des sacs en cuir (réalisation de 3 prototypes).
- travail, en collaboration avec des tisserands, sur la conception de tissus technologiques intégrant la fibre optique éclairante, des fils électriques (fil de LITZ), des fibres métalliques (cages de Faraday locales anti-ondes GSM).
- travail, avec des compositeurs, des artistes et des interprètes, sur les aspects philosophiques et sociologiques du geste, son utilisation par l'outil informatique ou électronique afin de cerner la problématique gestuelle liée au vêtement interactif.

### *Les applications*

#### L'aide aux handicapés :

Le vêtement interactif peut constituer, dans le domaine de l'aide aux handicapés, un apport aussi considérable que l'invention du velcro. Ce vêtement a l'avantage de n'être ni un lourd appareillage ni une orthèse, et ne distingue pas son porteur d'une personne en bonne santé.

Grâce au vêtement interactif, un moyen de communication entre l'handicapé et son environnement peut être établi :

- dans le cas d'un handicap psychomoteur, le porteur du vêtement aura la possibilité d'agir à distance sur le milieu qui l'entoure (ouvrir une porte, programmer, organiser) par le biais de machines (moteurs ou autres) avec lequel le vêtement communique.
- dans le cas de dysfonctionnement des organes sensitifs, le vêtement interactif peut permettre d'établir un nouveau mode de communication entre la personne handicapée et son environnement. A titre d'exemple, un sourd-muet pourra en fonction d'une gestuelle précise faire énoncer des mots par un haut-parleur intégré au vêtement, et établir ainsi une communication qu'il ne peut aujourd'hui pas avoir avec une personne ne maîtrisant pas le langage des signes. Inversement, un système de reconnaissance de la parole peut informer une personne sourde en émettant dans le vêtement des vibrations acoustiques (un langage vibratoire, composé de différentes fréquences, est imaginable). On imagine sans peine des applications similaires pour les personnes atteintes de cécité.
- Enfin, le vêtement interactif peut intégrer les systèmes de contrôles utilisés dans le cadre d'implants bio-technologiques, et permettre de nouvelles innovations dans ce domaine.



Ainsi la suppression d'activités occasionnée par un handicap peut être en partie supplantée par le port du vêtement interactif. Le vêtement interactif est un produit généraliste, mais il peut également être programmé en fonction des besoins de l'handicapé. Il est donc possible de le fabriquer en masse tout en l'adaptant à chaque individu.

Il concerne bien sûr également les personnes atteintes de maladies moindres (épilepsie, vertiges, etc.), ainsi que les personnes âgées auxquelles il peut rendre des services semblables à ceux décrits précédemment (suppléer à des déficiences physiques), et permettre un système sécuritaire (surveillance, appel, etc.).

#### L'ergonomie du travail :

L'analyse des mouvements du porteur du vêtement permettra une meilleure compréhension et donc une amélioration de sa posture. Les accidents seront ainsi en partie évités et le bien-être du porteur accru.

De plus, l'efficacité des mouvements du porteur sera facteur d'une plus grande rentabilité dans son travail.

#### Le sport :

Dans le milieu sportif, le vêtement interactif va permettre, par rapport aux analyses déjà existantes, une analyse du mouvement corporel de proximité indépendamment du lieu d'étude. Ainsi ces analyses pourront être réalisées hors d'un laboratoire et avoir lieu sur un terrain de compétition ou d'entraînement.

Le vêtement interactif peut trouver des applications chez les amateurs comme chez les professionnels : le vêtement peut fournir des données personnelles à un sportif amateur, évaluer ses performances et suivre son évolution. Dans le domaine professionnel, en sport individuel comme en sport collectif, il peut évaluer les performances mais également tendre à leurs améliorations sans recourir à des moyens illicites...

Le vêtement interactif peut également analyser les réactions du corps dans les pratiques de sport à haut risques, tels que la plongée sous-marine ou le saut en parachute, et informer le sportif des données environnementales, renforçant ainsi sa sécurité.

Le vêtement interactif permet une meilleure connaissance du corps humain en situation de stress, de compétition ou simplement de loisir sans occasionner de gêne pour le sportif.

#### La création artistique :

L'analyse du geste propose un nombre infini d'applications dans les domaines suivants :

- la scénographie
- la chorégraphie
- la musique
- la mode
- la réalité virtuelle

L'intégration de cette analyse dans un vêtement autorise de nouveaux possibles : son action n'est plus nécessairement liée à un lieu (la salle de spectacle par exemple). On se déplacer, agir dans la rue comme ailleurs. En outre, les processus créatifs peuvent être individuels ou collectifs : nous nous dirigeons vers l'ère de l'homme augmenté ou de l'homme réseau...

Un premier exemple de vêtement est donné ci-après avec le "corset interactif".



### III. UN CORSET INTERACTIF

#### *Description*

Le prototype de corset que nous avons réalisé intègre les principales technologies qui seront employées dans le vêtement interactif.

Ce corset est lumineux : conçu de fibres optiques tissées et traitées (de façon à devenir diffusantes latéralement), il offre une surface éclairante de 20cm x 20 cm. La superposition et l'entrecroisement des fibres permet de donner au corset différentes couleurs.

Deux capteurs extrêmement sensibles se connectent sur le corset. Il peuvent se placer à tout endroit du corps jugé pertinent. Le premier est un capteur magnétique sensible au champ magnétique terrestre et que l'on emploie comme inclinomètre. Le second est un accéléromètre sensible au champ gravitationnel et aux accélérations dynamiques.

Enfin, le corset peut communiquer avec une entité externe (en particulier un ordinateur) par liaison HF, et ce de façon bidirectionnelle.

#### *Champs d'explorations, applications*

##### La lumière

Le traitement de la lumière et son interaction avec le son fait l'objet depuis plus d'un an de recherches à La KITCHEN, qui se sont matérialisées par la création, avec le compositeur André Serre-Milan d'une œuvre intitulée "...Toiles filantes..." exploitant le "Galiléographe", machine lumineuse inventée par Laurent Bolognini et Françoise Henry. Cette œuvre a été présentée à l'ISEA 2001, ainsi qu'au forum de L'IRCAM (octobre 2000).

Dans le cas du "Galiléographe", nous nous sommes intéressés aux possibilités d'écriture d'une sémantique lumineuse et à l'interaction lumière-musique (accords, désaccords, paradoxes, trompe-l'œil, trompe-l'oreilles, etc.).

Dans le cas du corset, nous nous intéressons à des questions similaires : quelle est la nature de l'interaction qui peut exister entre un geste et la lumière qu'il génère (les capteurs influent sur la lumière diffusée) ? Le geste est-il interprété différemment si la lumière diffusée est indépendante du mouvement (le corset reçoit des informations de l'ordinateur, indépendamment des données fournies par les capteurs) ? Quel paramètre lumineux s'associe au geste : la dynamique, le rythme, la couleur ? Comment perçoit-on une personne dont le vêtement change d'apparence en fonction de son mouvement ? Etc.

En outre, la multiplicité de tels corsets dessine de nouvelles perspectives passionnantes : il est possible d'éclairer simultanément, ou selon des procédés divers, plusieurs personnes qui peuvent se mouvoir librement dans l'espace : vers un pilotage à distance d'"hommes luisants"...

##### Le geste musical

Comme nous l'avons dit précédemment, le suivi du geste par une mesure de proximité nous paraît être la méthode la plus riche et la plus convaincante. Sans parler des capteurs biotechnologiques (de Biomuse aux connections directes sur les synapses), il existe aujourd'hui pléthore de capteurs qui peuvent, isolément ou en combinaison avec d'autres, fournir des informations précises sur le geste : accéléromètre, inclinomètre, microphone, transducteur piezzo-électrique, capteur de flexion, de température, etc.



Dès lors, nous nous intéressons à La Kitchen, à la mise en œuvre de telles technologies, mais également à leur utilisation vis à vis du geste musical.

Ainsi, les deux seuls capteurs que nous associons au corset (inclinomètre et accéléromètre) ouvrent des champs d'exploration passionnants : s'ils fournissent bien sûr des données pertinentes pour le contrôle ou la sélection d'un paramètre musical (paramètre de synthèse, volume, choix d'un son, d'une note, etc.) auquel est associé le geste, leur finesse et leur excellente définition suscitent notamment deux axes de recherche.

Le premier concerne la reconnaissance de dynamiques et de formes : par l'étude simultanée des capteurs et un traitement du signal approprié, il est possible d'identifier et de reconnaître un geste donné. L'utilisateur (le musicien, le danseur, ...) peut alors tenir un discours de gestes, discours musical, lumineux, verbal, etc.

Le second porte ce que nous appelons à La Kitchen "l'avant geste", geste qui précède ou prépare le geste excitateur. En particulier, l'accéléromètre qui permet le suivi de gestes amples, s'avère très pertinent dans le traitement, par exemple, des gestes percussifs. Avec un tel capteur, il devient alors possible de proposer un travail sur la matière sonore (ou autre) qui pourrait précéder la génération du son que le geste est sensé traditionnellement et physiquement provoquer. On peut imaginer également que seul "l'avant geste" ait lieu, et travailler alors l'absence du geste excitateur attendu, et sur les effets d'illusion sonore que cela peut provoquer.

Qu'il soit utilisé uniquement pour l'analyse d'un geste préparatoire ou à des fins créatives, "l'avant geste" nous apparaît comme un champ d'investigation passionnant, et qui suscitera sans doutes d'autres possibles : "l'après geste", "l'entre geste" (ou inter gestes), etc.

Enfin, le corset interactif tel que nous le présentons, permet de travailler sur la globalité des multiples interactions qu'il provoque entre le geste, l'intensité lumineuse, la couleur, et les matériaux (sonores, vidéo, ou autres) auxquels sont associés les capteurs.

#### IV. QUELQUES REFERENCES

*Principales technologies employées :*

<http://www.atmel.com>

<http://www.analog.com>

*Capteurs :*

<http://www.entran.com/>

<http://www.frc.ri.cmu.edu/robotics-faq/10.html>

<http://www.cs.sfu.ca/people/ResearchStaff/amulder/personal/vmi/HMTT.add.html>

<http://www.iee.lu/fsr1.htm>

<http://www.imagesco.com/articles/articleindex.html>

<http://www.msiusa.com/sensors.htm>

<http://www.imagesco.com/catalog/flex/FlexSensors.html>

<http://www.stetson.edu/~mdemurga/interactive/links.html>

<http://www.billbuxton.com/InputSources.html>

*Logiciel :*

<http://www.cycling74.com/index.html>



*Suivi et analyse du mouvement :*

<http://www.daimi.aau.dk/~diem/digitaldance.html>

<http://musart.dist.unige.it/>

<http://metwww.epfl.ch/physilog/Physilog.htm>

*Vêtement communiquant :*

[http://www.starlab.org/bits/intell\\_clothing/](http://www.starlab.org/bits/intell_clothing/)

<http://www.internetquintessence.net/globalcomposites/news/newsbysector/technology/peratech.html>