

# TAPAGE : EDITION DE TABLEAUX SUR ORDINATEUR A STYLO VERS UNE DESIGNATION NATURELLE

**Franck Poirier, Luc Julia, Stéphane Rossignol, Claudie Faure**  
**Télécom Paris - Département Signal**  
**URA CNRS 820**  
**46 rue Barrault 75634 Paris Cedex 13**  
**Tel : 1 45 81 73 17**  
**Fax : 1 45 88 79 35**  
**poirier@sig.enst.fr**

## RÉSUMÉ

Nous présentons dans cet article un travail qui s'inscrit dans le cadre du projet TAPAGE (édition de TAbleau par la PArole et le GEste). Ce projet concerne la conception d'un éditeur multimodal de tableaux qui permet un mode d'élaboration du tableau le plus proche possible de la création du même tableau, au brouillon, sur une feuille de papier. L'éditeur repose sur la métaphore du papier que permet l'ordinateur à stylo. L'interaction privilégie plusieurs modes de communication habituels qui sont le dessin pour définir le tableau, les marques (traits, croix, flèches ...) pour modifier la structure du tableau ou son contenu et l'écriture. Nous commençons par présenter les principales caractéristiques de TAPAGE puis nous détaillons les développements récents qui portent sur la modification du tableau et les commandes gestuelles de désignation. Nous expliquons le mécanisme d'interprétation de ces commandes avant de conclure sur les perspectives de ce projet.

**MOTS CLÉS** □: interface multimodale, réalité augmentée, ordinateur à stylo, désignation, commandes gestuelles

## 1. INTRODUCTION

TAPAGE est un éditeur multimodal de tableaux qui a été développé comme projet du pôle *Interfaces Multimodales* du GDR-PRC *Communication Homme-Machine*. TAPAGE permet de concevoir un tableau de façon incrémentale et d'effectuer les opérations standards d'édition. A cette fin, il manipule les deux types de données suivants :

- des données graphiques qui correspondent au dessin du tableau ou aux commandes d'édition,
- des données textuelles qui correspondent au contenu du tableau.

Ce projet a pour but l'étude des signaux de la communication humaine et de leurs variabilités dans une interaction Homme-Machine multimodale sur une application précise. Nous avons choisi de limiter les modes d'interaction entre l'utilisateur et l'ordinateur à stylo à la parole et au geste 2D. Les modes "classiques" de l'interaction Homme-Ordinateur tel que le clavier et la souris ont été volontairement exclus au profit de modes que nous qualifions de naturel pour l'utilisateur. Il faut comprendre par naturel que l'usage de la parole et du stylo font partis des compétences communes à l'ensemble des utilisateurs potentiels d'un tel système. La parole, le dessin et l'écriture sont des signaux déjà utilisés dans la communication humaine. Cependant, le transfert de ces modes de communication à l'interaction Homme-Machine impose des contraintes qui seront effectivement vécues comme plus ou moins naturelles par les utilisateurs.

Inversement, nous parlerons d'interaction artificielle pour une interaction Homme-Machine qui repose sur la manipulation directe d'objets par une souris, la sélection de d'articles dans un menu ou l'entrée d'une commande au clavier. Le choix d'une interaction artificielle ou naturelle est déterminant, il conditionne la complexité du système. Dans le premier cas, le message n'est pas ambigu, son interprétation est relativement simple. Dans le second cas, le message produit par l'homme est sujet à une grande variabilité, il est bruité et souvent mal structuré. Son interprétation est beaucoup plus difficile. Avec TAPAGE, nous nous plaçons délibérément dans cette perspective.

L'interface est développée à partir d'un ordinateur à stylo complété d'un système de reconnaissance de la parole continue (système Datavox de Vecsys). TAPAGE peut être considéré comme un outil de communication écrite qui repose sur une interface anthropomorphique. L'objectif est de rendre transparent l'usage de l'ordinateur à stylo. L'utilisateur doit oublier le système informatique et avoir la sensation de dessiner un tableau comme il le ferait sur une simple page de papier. C'est pourquoi nous parlerons de papier électronique plutôt que d'ordinateur ou de machine. Dans le cas idéal, l'utilisateur ne doit pas se soumettre à un apprentissage préalable, c'est à l'application de s'adapter à son mode de travail.

Le papier électronique doit effectuer les différentes tâches suivantes :

- comprendre les intentions de l'utilisateur, est-ce que l'utilisateur écrit, dessine, indique une commande ... (*désire-t-il rajouter une colonne dans le tableau ou supprimer un trait ? ou encore désire-t-il sélectionner un trait ou déplacer le contenu d'une cellule ? ...*),
- fusionner les événements en provenance des différentes modalités,
- interpréter les signaux de la communication humaine,
- dessiner proprement les esquisses de l'utilisateur, nous parlerons d'idéalisation des tracés.

Nous présentons d'abord les principales caractéristiques de TAPAGE et le replaçons dans le cadre de la réalité augmentée. Nous détaillons ensuite l'étude des commandes gestuelles qui permettent la désignation des éléments du tableau et sa modification. Nous expliquons brièvement le mécanisme d'interprétation des commandes avant de conclure sur les perspectives de ce projet.

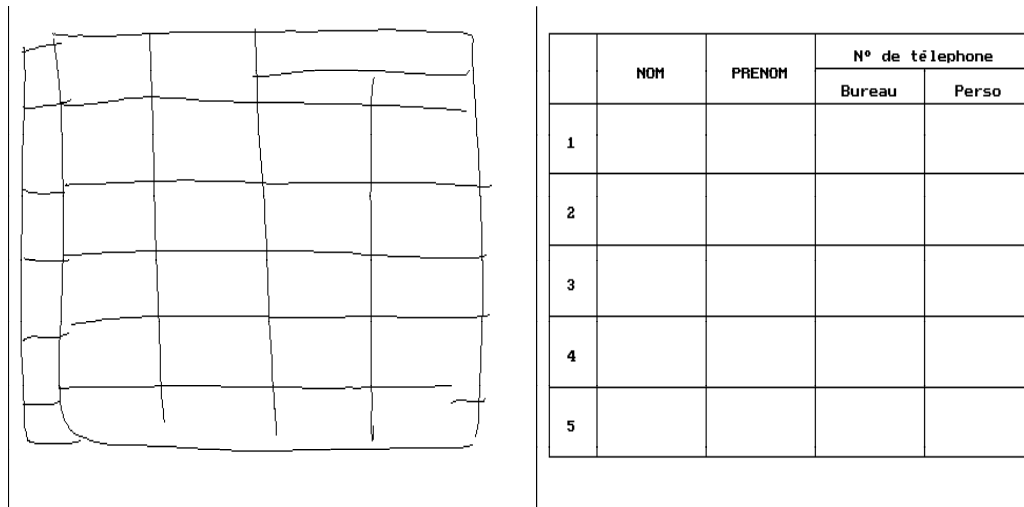
## 2. TAPAGE

Nous allons présenter les principales caractéristiques de TAPAGE. Pour une description plus complète, il convient de se reporter aux références [Faure, 93].

TAPAGE permet de créer d'une façon incrémentale un tableau. Les tableaux sont des structures spatiales qui suivent les principes de la communication visuelle [Bertin, 77]. Les signaux initiaux entrés au stylo se présentent sous forme de suite de points (figure 1). A partir d'un dessin, plus ou moins soigné, les tracés sont polygonalisés par une méthode de type *Split and Merge* [Pavlidis, 82] et segmentés de manière à trouver les ensembles de verticales et d'horizontales. Ensuite, les jonctions en L et T sont reconstruites et la structure du tableau est recherchée. La transformation d'un ensemble de traits en éléments du tableau constitue ce que nous appelons une phase d'idéalisation. La création d'un tableau correspond à une ou plusieurs phases de dessin suivies chacune d'une phase d'idéalisation (voir figure 1).

Après une première idéalisation du dessin initial, il est possible d'effectuer une mise à jour du tableau. Les opérations de bases sont classiquement l'ajout, la suppression ou la modification d'un ou de plusieurs éléments du tableau. L'ajout est une opération particulière qui correspond à une nouvelle phase de dessin. Elle est possible dans deux contextes différents, le contexte *dessin* et le contexte *correction*. La

suppression et la modification portent sur des éléments du tableau déjà existants, ces opérations n'ont de sens que dans le contexte *correction*.



**Figure 1. Esquisse de tableau et idéalisation**

Les différentes commandes (dessine, corrige, met, efface, imprime ...) respectent le modèle suivant :

*action [objet ...] [variable ...]*

A un instant donné, les actions valides sont indiquées par les boutons affichés sur le papier électronique. Une commande est activée par un pointage sur le bouton correspondant ou par la prononciation du libellé du bouton. Par exemple, au lancement du programme, pour dessiner une ébauche du tableau, il est possible de pointer sur le bouton *dessine* ou encore de dire “dessine”.

Les deux modes de commandes précédents, par manipulation directe ou par la voix, ne sont pas totalement équivalents. Le premier nécessite que le bouton soit visible sur le papier ; pour des raisons ergonomiques, seuls quelques boutons sont présents dans un contexte donné. Par contre, il est toujours possible de lancer une commande vocalement pour peu que cette commande soit déjà connue de l'utilisateur. Par exemple, dans le contexte *correction*, le bouton *dessine* n'est pas visible, cependant l'utilisateur ayant déjà activé cette commande peut dire “dessine” pour retoucher son dessin.

Un objet d'une commande correspond à un élément du tableau ou un regroupement d'éléments. Une variable sert à spécifier un attribut de l'objet (par exemple l'épaisseur d'un trait) ou la position de l'objet (par exemple *là* de *met ça là*).

L'attribut d'un objet peut être sélectionné dans une boîte de dialogue, il suffit de pointer sur une case. L'opération est classique dans tous les environnements graphiques. Il n'y a pas de problème d'interprétation. Par contre, pour sélectionner un élément du tableau, il faut effectuer une action graphique complexe qui peut être interprétée de différentes manières et qui réclame un certain traitement. Nous verrons, dans la suite, quel type d'actions graphiques sont possibles.

La complétude d'une commande entraîne son exécution. Les différents constituants d'une commande peuvent être spécifiés chacun par une ou plusieurs modalités différentes. Chaque commande possède un nombre variable de constituants (un pour la commande *dessine*, deux pour *efface*, trois pour *déplace*) et chaque constituant accepte un nombre limité de modalités. Par exemple, certaines actions peuvent être indiquées soit vocalement, soit par le pointage d'un bouton ou encore par

un geste de commande. Tant que la commande est incomplète, l'utilisateur doit fournir les constituants manquants ou modifier ceux déjà spécifiés.

### 3. UN OBJET DE LA RÉALITÉ AUGMENTÉE

TAPAGE exploite la métaphore de la feuille de papier et plus précisément de la feuille de brouillon. Plutôt que de conserver, au format encre, le tableau tel qu'il a été dessiné, TAPAGE le transforme en un tableau "parfait". Le passage du dessin à la main au dessin idéalisé est immédiat. Pour l'utilisateur, tout se passe sur la même feuille, le dessin brouillon se fait rapidement, pas besoin de règle, d'équerre ou autre outil. Ils sont virtuellement présents dans le traitement automatique qui renvoie la version idéalisée du brouillon.

Avec le papier électronique, le couple stylo-écran constitue le mode d'expression le plus pertinent. Cependant, comme nous l'avons déjà signalé, l'utilisateur peut toujours parler pour activer l'une quelconque des commandes. La parole est une modalité complémentaire qui enrichie l'interaction avec le papier électronique qui devient alors un objet sans équivalent dans le "monde réel".

Ces caractéristiques montrent que TAPAGE n'est pas un simple substitut de la feuille de brouillon mais plutôt un nouvel objet que nous pouvons qualifier de papier réactif pour la création de tableau. Il intègre les propriétés du papier-stylo et des caractéristiques supplémentaires qui permettent de le situer dans le cadre de la réalité augmentée.

### 4. GESTES DE DESIGNATION ET DE COMMANDE

Les récentes modifications que nous avons apportées à TAPAGE portent sur l'interprétation des traces des gestes de désignation (déictique) et de commande (symbolique) [Cadoz, 92]. Dans les précédentes versions, la désignation des objets du tableau s'effectuait classiquement par manipulation directe, objet par objet. Pour sélectionner une cellule ou un trait, il suffisait de les pointer. Pour désigner plusieurs traits ou plusieurs cellules, cette opération devait être répétée autant de fois que le nombre d'objets à sélectionner. Si cette approche est facile à suivre pour le développeur, elle est critiquable sur le plan ergonomique.

Une étude préalable, nous a montré que ce n'est pas ainsi qu'opèrent des utilisateurs à qui l'on demande de désigner des éléments du tableau [Wolf, 87]. L'analyse des stratégies des utilisateurs nous a conduit à retenir plusieurs gestes de désignation que nous allons détailler. Il apparaît à la fois une cohérence dans les gestes utilisés (la plupart des utilisateurs font les mêmes gestes) et une variété de ces gestes (chaque utilisateur peut faire différents gestes pour un même type de désignation).

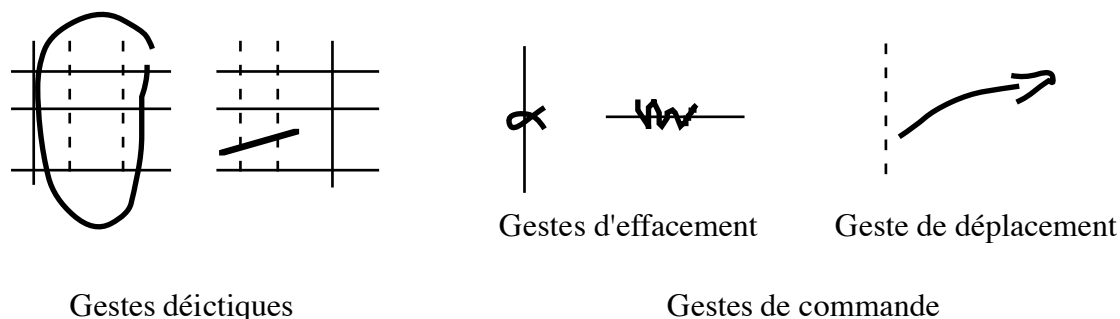


Figure 2. Gestes de désignation et de commande

La figure 2 montre les gestes qui ont été introduits dans TAPAGE. Les nouveaux gestes déictiques facilitent la sélection multiple d'objets. Le premier correspond au tracé d'une patatoïde, il permet de désigner tous les objets entourés ; le second est un trait qui sélectionne les objets qu'il coupe. Pour les objets déjà sélectionnés, ce dernier geste, comme le pointage, a pour effet de les désélectionner. Les commandes gestuelles sont proposées pour compléter les autres modes d'interaction, ce qui signifie que le pointage de boutons ou la commande vocale restent toujours possibles. Ces gestes permettent d'effacer (croix, zigzag) ou de déplacer (flèche) un ou plusieurs objets.

## 5. INTERPRÉTATION DES GESTES

Nous ne présenterons pas, dans le détail, les algorithmes d'interprétation des gestes. Le principe du traitement est le suivant. Les traces de geste sont vectorisées par un algorithme de polygonalisation séquentielle. Ensuite une quantification de la direction des segments obtenus est effectuée, suivie d'un lissage pour éliminer le bruit et dégager les directions générales du tracé. A partir de cette caractérisation globale, le geste est comparé aux différents modèles prédéfinis. Ce traitement conduit à une discrimination robuste.

La robustesse de l'interprétation est obtenue par la pertinence de la représentation interne des gestes, la limitation de l'ambiguïté contextuelle et le choix d'un petit nombre de gestes relativement dissemblables. Il convient de remarquer que ce dernier choix n'est cependant pas préjudiciable à leur fonction suggestive. La limitation de l'ambiguïté contextuelle indique que dans un contexte donné, seuls certains gestes sont possibles. Sans cette restriction, le geste déictique *trait de sélection* ne pourrait pas être distingué du geste de dessin *trait* qui indique un trait du tableau. La notion de contexte est extrêmement classique (par exemple les contextes *écriture*, *commande*, *barre d'outils* dans un traitement de texte), elle présente l'avantage de faciliter la tâche de l'utilisateur en structurant son activité.

## 6. CONCLUSION

Les dernières évolutions de TAPAGE ont pour objectif de doter cet éditeur d'une véritable interface anthropomorphique multimodale, ce qui en fait un nouvel objet de la réalité augmentée. Les différents modes gestuels (linguistique, graphique, symbolique et déictique) offerts par le stylo ont été implantés. Dans cet article, nous avons essentiellement montré le traitement des modes symbolique (gestes de commande) et déictique (gestes de désignation) et la complémentarité qu'ils introduisent avec la modalité parlée.

## RÉFÉRENCES

- [Bertin, 77] J. Bertin, *La graphique*, Flammarion.
- [Cadoz, 92] C. Cadoz, *Le geste canal de communication homme/machine, la communication "instrumentale"*, L'interface de mondes réels & virtuels, Montpellier.
- [Faure, 93] C. Faure & L. Julia, *Interaction Homme-Machine par la parole et le geste pour l'édition de documents : TAPAGE*, L'interface des mondes réels & virtuels, Montpellier.
- [Pavlidis, 82] T. Pavlidis, *Structural Pattern Recognition*, Springer Verlag.
- [Wolf, 87] C. Wolf & P. Morrel-Samuels, *The use of hand-drawn gestures for text editing*, Int. Journal on Man-Machine Studies, vol. 27, pp 91-102.