

# Réalité Mixte et Co-Adaptation

*Pascal Costa-Cunha*

Laboratoire de Recherche en Informatique (LRI) <sup>1</sup>  
Bâtiment 490 – Université Paris Sud  
91405 Orsay Cedex, France  
costa@lri.fr

## RESUME

Mon travail sur la conception d'un cahier de laboratoire augmenté pour les biologistes m'a amené à associer deux concepts de l'IHM : la réalité mixte et la co-adaptation. Ce papier présente le I-Book, le premier prototype que j'ai réalisé en insistant sur deux points. Tout d'abord, comment, en utilisant la technologie Anoto, j'ai pu réaliser un système de réalité mixte simple à mettre en place et à utiliser dans des conditions réelles. Et comment, en utilisant l'interprétation, un moyen simple de collecter les besoins et envies des utilisateurs, toujours dans des conditions réelles d'utilisation, le I-Book est pensé afin de favoriser la co-adaptation entre un système et son utilisateur.

**MOTS CLES :** Réalité Mixte, Co-adaptation, Interface Papier, Technologie Anoto, Conception Participative.

## INTRODUCTION

### La Réalité Mixte

Lors de la conception d'un nouveau système, l'approche suivie est bien souvent de remplacer l'existant par un nouveau système complètement informatisé. La Réalité Mixte (ou réalité augmentée) peut être vue comme une alternative qui consiste à conserver au maximum l'interface et les interactions physiques existantes tout en les augmentant, c'est-à-dire, en y ajoutant des fonctionnalités informatiques.

Cette voie a été ouverte par le Digital Desk de Wellner [11], qui, à l'aide d'une caméra et d'un projecteur situé au-dessus d'un bureau, permettait de matérialiser la métaphore du bureau informatique et de travailler conjointement avec des outils virtuels et des documents papier. Ce travail a inspiré de nombreux autres travaux principalement sur des tableaux blancs augmentés [8, 10] ou des bureaux augmentés [2] qui tous se fondent sur l'utilisation d'interfaces tangibles. Leur mise en place est bien souvent fastidieuse car ces systèmes mettent en jeu des technologies peu flexibles, par exemple le couple caméra projecteur très utilisé doit être parfaitement calibré et donc immobile.

### La Co-adaptation

La co-adaptation est un phénomène observé a posteriori [6]. Un nouvel outil change le comportement de son utilisateur en lui apportant de nouvelles possibilités, et, parallèlement, l'utilisateur adapte le système pour qu'il concorde avec ses attentes, parfois même de manière non prévue par le concepteur du système.

Au cours de mon travail sur la conception d'un cahier de laboratoire augmenté pour les biologistes, j'ai vite pu constater que les cahiers de laboratoire, bien qu'étant un outil basique (ce n'est qu'un banal cahier), étaient utilisés d'une manière personnelle par chaque biologiste. Pour faciliter les recherches ultérieures dans le cahier, certains utilisent des post-its comme marque-pages, d'autres des codes couleurs, certains font entièrement confiance à leur mémoire. Et bien qu'à l'Institut Pasteur, il soit interdit de coller quoi que ce soit sur le cahier ou d'écrire au crayon de papier, la plupart des biologistes passent outre ces interdictions. Bien qu'ayant des problèmes similaires, les solutions qu'ils utilisent sont tellement variées qu'il semble peu probable de faire un cahier de laboratoire augmenté qui soit adapté à chaque biologiste, surtout si ils souhaitent garder leur liberté face à leur outil. Le cahier peut être vu comme un outil co-adaptatif, le cahier étant personnalisé par son utilisateur qui en crée de nouvelles utilisations, mais le cahier modifie peu le comportement de son utilisateur. Augmenter le cahier permet de garder la flexibilité du papier et d'apporter la puissance de calcul d'un ordinateur, qui peut, elle, réellement modifier les habitudes de travail des biologistes.

L'article présente le premier prototype que j'ai réalisé, le I-Book, en insistant sur l'utilisation qui en est faite. Utilisation rendue possible par sa simplicité d'utilisation, malgré le fait qu'il s'agit d'un outil de Réalité Mixte, et utilisation rendue utile pour la conception future du prototype, car pensé dès sa conception comme un outil favorisant la co-adaptation. Et on conclura par le début d'évaluation qui en a été fait en tant que sonde technologique.

---

<sup>1</sup> projet In Situ, Pôle Commun de Recherche en Informatique, CNRS, Ecole Polytechnique, INRIA, Université Paris Sud

## LE I-BOOK

### Les Outils

Mon travail s'inscrit dans la prolongation de travaux [7] déjà effectués dans l'équipe, au cours duquel trois prototypes de cahier de laboratoire augmenté ont déjà été réalisés. Comme précédemment, la méthode de conception participative a été suivie, et cela avec des biologistes de l'Institut Pasteur et de l'université d'Orsay. J'ai essentiellement réalisé des interviews de nombreux biologistes et j'ai également organisé un brainstorming avec quelques biologistes. Le but étant ici d'introduire une nouvelle technologie, le stylo Anoto ([www.anoto.com](http://www.anoto.com)) dans leur cadre de travail. Mais ici, comme on le verra dans la dernière section de l'article, la méthode utilisée n'est pas uniquement d'impliquer les utilisateurs finaux pendant le design du système et lors des phases de tests, mais également de leur permettre de modifier le prototype, eux-mêmes et pendant une utilisation dans le contexte réel, comme bon leur semble. Tout ce travail a été fait en gardant à l'esprit le but qui est de faire un outil co-adaptatif.

La technologie Anoto permet d'avoir une copie digitale, que l'on nommera *cahier digital*, de tout ce qui est écrit sur un cahier. Comme si on disposait d'une tablette graphique sur chaque page d'un cahier, mais ici, on a uniquement un stylo et un cahier, sans aucune connectique particulière. Pour chaque trace faite sur le cahier, le stylo conserve sur quelle page il a été fait, la position sur cette page, et quand il a été fait (comme les données se sont pas envoyées à un PC en temps réel, l'information temporelle est très importante). Etant donné le fonctionnement du stylo Anoto, qu'on peut qualifier d'asynchrone, mon prototype se scinde en deux parties distinctes. D'une part, la partie off-line, pour l'édition, qui se compose du cahier de laboratoire, du stylo et d'une *feuille de commande*. Et la partie on-line, qui se trouve sur l'ordinateur, et facilite la recherche d'informations dans la version digitale du cahier.

### La Partie Off-Line

Comme le montre la figure 1, la partie off-line du I-Book se compose d'un cahier et d'un stylo ayant les fonctionnalités Anoto. Le nouveau système n'apporte donc qu'une unique contrainte par rapport à l'ancien système : l'utilisation d'un seul stylo, spécifique. Tout ce qui sera écrit avec un autre stylo, comme par exemple avec un stabylor pour souligner des titres ne sera pas pris en compte dans la version digitale du cahier. Mais détail important, rien n'empêche le biologiste de le faire. En fait, il a autant de liberté face à ce nouvel outil qu'avec son cahier habituel. Et surtout, malgré l'augmentation du cahier que l'on décrira au prochain paragraphe, le I-Book peut être utilisé comme un cahier normal, avec tout ce que cela implique en terme de robustesse comparé à un outil informatique toujours capricieux, aux bugs et pannes très problématiques dans le cadre professionnel.

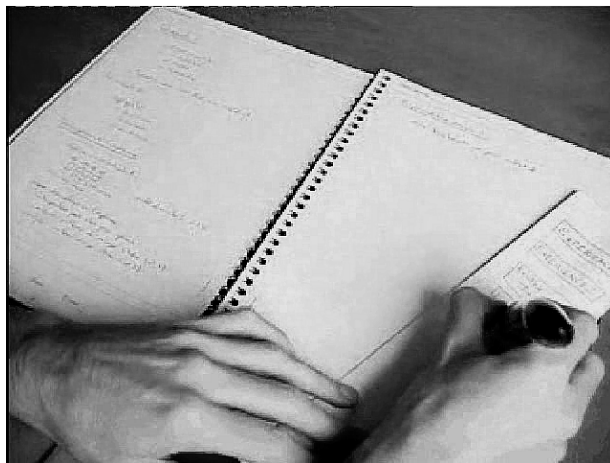


Figure 1: la partie off-line du I-Book, avec le cahier, le stylo Anoto et la *feuille de commande*.

L'augmentation du cahier consiste à permettre au biologiste de structurer le *cahier digital* mais cela non pas dans la partie on-line du prototype, ce qui entraînerait une double phase d'édition, mais directement sur le cahier papier. Et cela, à l'aide des boutons situés sur la *feuille de commande*, que l'on voit au bout du stylo sur la figure 1.

Le I-Book peut faire penser au PaperLink [1]. En fait, l'interaction avec le système est très similaire. Mais le PaperLink ne permettait de travailler que sur des documents en caractères imprimés reconnus par OCR, et non pas d'éditer complètement et en parallèle un document papier et sa copie digitale.

Les boutons de la *feuille de commande* sont de trois sortes : *lien*, *titre* et *annexe*. Leur fonction sera détaillée dans la section sur la partie on-line du cahier étant donné que c'est là qu'elle prend effet. Une dernière chose à souligner sur l'interface off-line de ce prototype, c'est qu'elle est très robuste et simple à utiliser. Comme il a été dit plus haut, il peut être utilisé comme un cahier papier ordinaire mais aussi, l'ajout de cette feuille de commande, qui s'utilise par click et sélection à l'aide du stylo ne rompt pas cette robustesse. En effet comme détaillé dans [3], l'interaction avec la feuille de commande est très intuitive et la reconnaissance qu'en fait le système est suffisamment souple pour générer très peu d'erreur quoi que fasse l'utilisateur.

### La Partie On-Line

La partie logicielle du I-Book se divise en deux zones : le sommaire (à gauche dans la figure 2) et la zone d'affichage du cahier au centre.

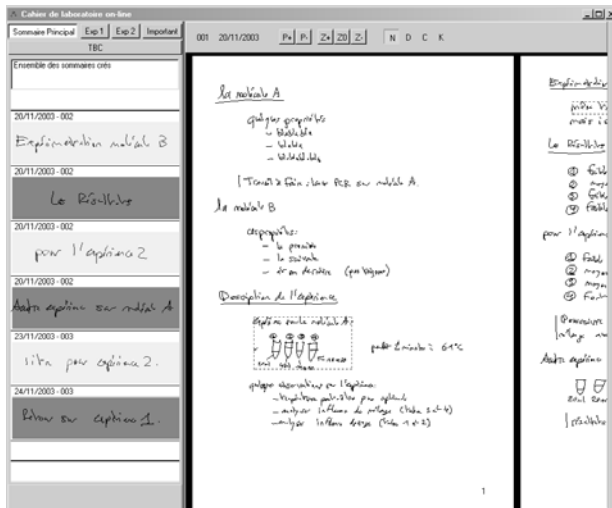


Figure 2: la partie on-line du I-Book.

Comme son nom l'indique la zone d'affichage du cahier affiche la copie digitale du cahier. Elle est de très bonne qualité, la technologie Anoto permettant d'avoir une copie quasi conforme de tout ce qui a été écrit, seule quelque perte de précision ont été constatée et sur des écritures effectuées très rapidement. Dans cette affichage se distinguent les zones marquées par le bouton *lien*, par l'intermédiaire d'un encadré et du curseur de la souris qui change de forme pour indiquer le lien. Un lien s'établissant toujours entre deux zones du cahier, un click sur l'une des zones permet de naviguer rapidement vers l'autre et cela de manière bi-directionnelle.

En haut du sommaire est situé un onglet pour chaque bouton de la feuille de commande de type *titre* ou *annexe* plus un onglet sommaire principal. Dans la figure 2, c'est ce dernier qui est sélectionné et on peut y voir que les éléments du sommaire sont de deux couleurs différentes. En fait, ce qui est appelé sommaire principal contient toutes les zones du cahier qui ont été sélectionnées avec un bouton de type *titre*. Dans l'exemple, il y avait deux boutons de ce type, d'où les deux couleurs.

En sélectionnant un onglet correspondant à un bouton *titre*, seul les éléments associés à ce bouton apparaîtront dans le sommaire. Bien évidemment, ce sommaire permet de naviguer rapidement dans le *cahier digital*, par simple click, comme pour les liens. De la même manière, en sélectionnant un onglet associé à un bouton de type *annexe*, les zones du cahier indiquées par le biologiste comme faisant partie de cette *annexe* apparaissent dans le sommaire. A part d'apparaître dans l'onglet sommaire principal, la différence entre un *titre* et une *annexe*, c'est que les titres structurent le cahier en parties de différentes catégories. Tout ce qui suit un *titre* jusqu'au prochain *titre*, est de la catégorie de ce premier *titre*. Le cahier est donc structuré en parties de différentes catégories et l'utilisateur peut choisir de ne visualiser qu'une seule de ces catégories à la fois.

Ces trois types de boutons ont été choisis en fonction des informations recueillies auprès des biologistes, avec pour but de minimiser le nombre de type différents. Le type *titre* correspond principalement aux expériences menées par les biologistes. En effet, les biologistes écrivent de manière chronologique dans leur cahier, mais ils effectuent parallèlement plusieurs expériences qui s'étendent sur des semaines ou des mois. L'utilisation de bouton *titre* leur permet d'avoir une vision thématique du cahier et non plus une vision strictement chronologique. Les boutons *annexe* peuvent avoir différentes utilisations, comme par exemple permettre de répondre à une recherche du type : où ai-je utilisé la molécule M ? Où est-je suivi le protocole P ? Quels sont les schémas que j'ai réalisés ? Ils permettent de réaliser toute sorte d'annexe.

### Aspects Co-Adaptatifs

On voit que les possibilités offertes par les trois types de bouton permettent de créer un grand nombre de boutons différents. Mais au lieu d'avoir un outil complexe avec de nombreuses fonctionnalités difficiles à assimiler et, de plus, pas forcément pertinentes pour chaque utilisateur, la *feuille de commande* est initialement vide et c'est au biologiste de créer les boutons qu'il souhaite utiliser. Par exemple, les boutons *titre* doivent correspondre avec le nombre d'expériences en cours du biologiste, et des noms comme 'expérience 1', 'expérience 2' sont sans comparaison avec un nom choisi par le biologiste pour décrire son travail. Cette personnalisation du prototype par son utilisateur est très simple à réaliser, il suffit de dessiner un bouton sur la feuille de commande en lui donnant un nom ou un symbole. Le biologiste donne le sens des boutons qu'il crée, mais ne communique au système que le type du bouton parmi les trois possibles. Le système ne cherche pas à comprendre la sémantique du bouton, ce qui en fait, ici encore, un système très robuste et très flexible comme expliqué plus longuement dans [4]. Ce type de personnalisation, où, à la manière d'un tableur que l'utilisateur peut remplir avec un relevé de compte ou un emploi du temps sans que le système ne le sache, peut être rapproché de l'*interpretive flexibility* de Orlikowski [9] et est la raison du nom I-Book, pour Interpretive Book.

Mis à part cet aspect qui a été pensé pour favoriser la co-adaptation dès la conception du prototype, une autre particularité du système peut être détournée par les futurs utilisateurs. J'ai implémenté dans la partie on-line un dispositif de recherche dans le cahier par date, qui pour une date donnée affiche ce qui a été écrit à cette date de couleur vive et ce qui a été écrit quelques jours plus tôt ou plus tard de plus en plus fade, cela afin de pouvoir affiner interactivement la recherche. Cela a été implémenté pour permettre aux biologiste de continuer à utiliser les recherches chronologiques qu'ils utilisent déjà sur leur cahier papier mais cela a été vu par certains comme un moyen d'établir des liens entre des parties du cahier. En

effet ce système qui affiche d'une couleur vive tout ce qui a été écrit le même jour permet d'établir un lien entre une annotation à un endroit du cahier et ce qui a été fait ce jour-là expliquant cette annotation. Le cahier devenant alors un outil réflexif permettant à un biologiste d'analyser son propre travail, ce que le cahier papier, parfois un peu brouillon fait très peu.

### PERSPECTIVES

Grâce à sa robustesse, le I-Book peut être utilisé dans un contexte réel, et grâce à sa flexibilité, il favorise (et même force) son appropriation par son utilisateur. C'est pourquoi il a été utilisé comme sonde technologique [5], afin de recueillir les personnalisations faites par ses utilisateurs durant leur travail. Le I-Book n'a pour l'instant été confié qu'à une seule biologiste et pour une courte durée de trois semaines, mais ce premier test, qui sera suivi par d'autres, a été très encourageant. Le I-Book s'est bien montré simple d'utilisation et a été utilisé activement par cette biologiste.

La partie off-line du prototype a été très appréciée et les recommandations faites par les biologistes ayant vu ou utilisé ce prototype portent pour l'essentiel sur la partie on-line du prototype. Et donc, parallèlement aux futurs tests, mon travail portera sur comment porter les concepts favorisant la co-adaptation de la partie off-line vers la partie on-line, et également en trouver d'autres pour ne pas limiter les capacités d'adaptation de l'outil informatique.

### CONCLUSION

De par son utilisation d'outils physiques familiers, la réalité mixte semble très appropriée pour réaliser un outil co-adaptatif. Le I-Book est un outil qui s'intègre très facilement au milieu de travail pour lequel il a été conçu, nécessitant très peu d'apprentissage, ne perturbant pas les habitudes de travail existantes et favorable à l'appropriation de l'outil par son utilisateur, prérequis à l'apparition de comportements co-adaptatifs.

### REMERCIEMENTS

Merci à Wendy Mackay pour ses réflexions toujours pertinentes et à tous les biologistes ayant participé à l'élaboration de ce prototype durant cette première année, en particulier Laurence Decourty et Florence Hantraye de l'Institut Pasteur.

### BIBLIOGRAPHIE

1. Arai, T., Aust, D. & Hudson, S (1997) PaperLink: A Technique for Hyperlinking from Real Paper to Electronic Content. *In Proc. CHI 1997* pp. 327-334.
2. Brygg, U. and Hiroshi, I. (1997) The metaDESK : Models and Prototypes for Tangible User Interfaces. *In Proc. UIST 1997* pp. 223-232.
3. Costa-Cunha, P. & Mackay, W.E. (2003) Papier augmenté et stylo Anoto. *In Proc. of IHM 2003*, pp. 232-235.
4. Costa-Cunha, P. (2004) The I-Book: a freely interpretive notebook for biologists. *In Proc. of PDC 2004, Volume II*, pp 159-162.
5. Hutchinson, H., Mackay, W.E., Westerlund, B. et al (2003) Technology probes: Inspiring design for and with families. *In Proc. of ACM CHI 2003*, p. 17-24. ACM Pres
6. Mackay, W.E. (1990). Users and Customizable Software: A Co-Adaptive Phenomenon, Ph.D. Thesis. Massachusetts Institute of Technology.
7. Mackay, W.E., Pothier, G., Letondal, C., Bøegh, K., Sørensen, H. (2002) The Missing Link : Augmenting Biology Laboratory Notebooks. *In Proc. User Interface Software and Technology (UIST2002)*, Paris, France, ACM Press, p. 41-50.
8. McGee, D., Cohen, P. & Wu, L. (2000) Something from nothing: augmenting a paper-based work practice with multimodal interaction. *In Proc. of DARE'00*, Copenhagen: ACM. p. 71-80.
9. Orlikowski, W.J. (1992) The Duality of Technology: Rethinking the Concept of Technology in Organizations. *In Organization Science*, Vol. 3, No. 3, 1992, p. 398-427.
10. Stafford-Fraser, Q., Robinson, P. (1996) BrightBoard: A Video-Augmented Environment. *In Proc. Human Factors In Computing Systems (CHI'96)*, Vancouver, ACM Press, p. 134-141.
11. Wellner, P. (1993) "Interacting with paper on the DigitalDesk." *Communications of the ACM*, 36(7):86-96, July 1993.