

# U-Note : Classe augmentée et Stylo numérique

*Sylvain Malacria*

Télécom ParisTech  
46, rue Barrault  
75013, Paris, France  
sylvain.malacria@telecom-paristech.fr

*Eric Lecolinet*

Télécom ParisTech  
46, rue Barrault  
75013, Paris, France  
elc@telecom-paristech.fr

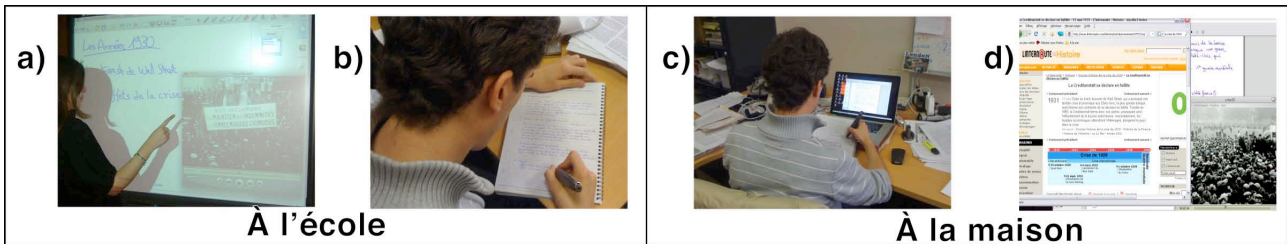


Figure 1 : a) Cours par l'enseignant ; b) Prise de note de l'élève ; c) Synchronisation du stylo et de l'ordinateur ; d) Consultation du cahier numérique.

## RESUME

Les salles de classes sont de plus en plus équipées de dispositifs informatiques qui permettent aux enseignants de diffuser des ressources multimédia pendant les cours. Nous avons donc d'une part des enseignants encouragés à diffuser des ressources numériques et d'autre part des élèves qui continuent principalement à prendre des notes sur des cahiers papier traditionnels. Cet article présente un prototype de logiciel de prise de notes augmentée (appelé U-Note) qui s'appuie sur la technologie des stylos numérique Anoto pour tenter de concilier ces deux types de supports.

**MOTS CLES :** Stylo numérique, classe numérique, prise de notes augmentée, papier interactif.

## ABSTRACT

Nowadays, classrooms are equipped with digital devices (such as computers, video projectors, etc.) that teachers can use in order to share digital documents with their students. Nevertheless, students keep taking notes by using pen and paper notebooks. Thus, there is a wide gap between this different kind of documents. This paper presents a software prototype of augmented note-taking (named U-Note) that tries to answer this problem by using digital pen technology.

**CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS:** H5.2. Information interfaces and presentation]: User Interfaces.

**GENERAL TERMS:** Design, Human Factors.

**KEYWORDS:** Digital pen, digital classroom, augmented note-taking, interactive paper.

## INTRODUCTION

Les ordinateurs et dispositifs numériques sont de plus en plus présents dans nos vies et en particulier dans les salles de classes (ordinateurs, vidéo projecteurs, tableaux blancs interactifs, etc.). Cependant, nous continuons à utiliser du papier et des stylos au quotidien [6], en particulier pour la prise de note. Le papier comporte en effet l'avantage d'être léger, malléable et peu coûteux, tandis que les outils numériques facilitent la diffusion et l'indexation de l'information. De fait, les outils numériques et le papier sont davantage complémentaires que concurrents. Nous avons donc d'un côté des enseignants que la multiplication des dispositifs informatiques encourage à diffuser des ressources numériques et de l'autre des élèves qui la plupart du temps continuent à prendre des notes sur des cahiers traditionnels. Ils utilisent donc des outils qui appartiennent à deux mondes différents (le monde des objets physiques et tangibles, et le monde des objets numériques). La présente étude vise à réconcilier ces deux mondes en utilisant les possibilités offertes par le stylo numérique.

La plupart des solutions de prise de notes existantes s'affranchissent du papier et nécessitent un équipement supplémentaire ([1, 2]) qui contraint l'utilisateur à fortement modifier ses habitudes de travail. Nous présentons dans cet article un prototype de logiciel de prise de notes augmentée, basé sur la technologie des stylos numérique Anoto [10] qui permet une utilisation conjointe

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

IHM 2009, 13-16 Octobre 2009, Grenoble, France  
Copyright 2009 ACM 978-1-60558-461-4/09/10 ...\$5.00.

du papier et du numérique. Cette technologie présente de nombreux avantages (détaillés par exemple dans [3]) et permet en particulier d'associer un identifiant temporel absolu à chaque trace déposée sur le papier. Cette caractéristique a notamment été exploitée dans [8] pour associer automatiquement des photos et des notes prises sur le terrain par des biologistes. Dans un contexte de classe augmentée, nous l'utilisons pour permettre aux élèves d'accéder ultérieurement à des contenus numériques vus en cours et d'en "rejouer" certains passages (typiquement, des parties difficiles ou mal comprises). Par ailleurs, cette technologie permet d'autres usages intéressants (que nous ne détaillons pas dans cet article faute de place) comme la possibilité de faire des tests interactifs en temps réel pendant les cours [4] ou de permettre à l'élève d'annoter les diapositives de l'enseignant [7].

Le prototype U-Note a été réalisé dans le cadre du projet ENEIDE [11], qui porte sur les nouveaux usages des Environnements Numériques de Travail (ENT).

Dans un premier temps, nous décrivons le scénario d'utilisation du prototype. Ensuite, nous détaillons son implémentation et son architecture. Viennent enfin la conclusion et les perspectives.

### SCENARIO D'UTILISATION

Le scénario ci-après illustre le déroulement de la journée de cours d'un élève de collège. Nous décrivons d'abord la prise de notes en classe (et la diffusion de contenus par l'enseignant), puis l'étape de relecture du cours par l'élève une fois rentré à la maison.

#### En salle de classe

Pendant que les élèves s'installent, l'enseignant connecte son ordinateur personnel au vidéo projecteur et, le cas échéant, au tableau blanc interactif (alternativement, il peut utiliser un ordinateur fixe dédié à la salle de classe si un tel équipement existe). Il exécute un logiciel dédié qui lance la capture des événements sur son PC (typiquement les changements de transparents, de pages Web et autres documents qu'il affichera au tableau) ainsi que l'enregistrement audio ou vidéo du cours.

Le cours peut alors commencer. Pendant son déroulement, l'élève prend des notes sur son cahier de la manière usuelle mais en utilisant son stylo numérique. Les notes sont *implicitement* augmentées dans la mesure où leurs identifiants temporels pourront être associés aux événements capturés sur le PC du professeur. Comme nous allons le voir à la section suivante, ceci permettra ultérieurement à l'élève de voir le document (transparent, page Web, vidéo, etc.) qui était affiché à l'écran au moment où il a écrit cette note. De même, il pourra directement avoir accès à la partie de l'enregistrement audio (ou vidéo) correspondant à cette note. Cette fonctionnalité permet d'indexer des contenus multimédia par de l'annotation manuscrite.

L'élève peut de plus augmenter *explicitement* ses notes à l'aide de "marques actives" (des symboles ayant un sens spécifique comme le montre la figure 2) qu'il peut rajouter dans la marge. Dans ce cas, l'annotation est typée, ce qui permet de générer des tables d'index. De plus, ces marques constituent des indications visuelles qui facilitent la relecture des notes. L'élève peut par exemple mettre un L dans la marge pour créer un lien vers une page Internet que montrait l'enseignant, un V pour une vidéo ou un point d'exclamation (!) pour indiquer une partie difficile qu'il serait utile de réécouter. L'élève peut également spécifier un titre de chapitre en le soulignant puis en écrivant un T dans la marge.

À la fin du cours, l'enseignant remplit le cahier de texte de la classe sur l'ENT en y écrivant un compte-rendu de la leçon du jour (généralement le titre, une brève description et les devoirs pour la prochaine séance). L'élève peut alors écrire un D (devoir) dans la marge qui aura pour effet de lier son cahier au contenu saisi par l'enseignant dans l'ENT.

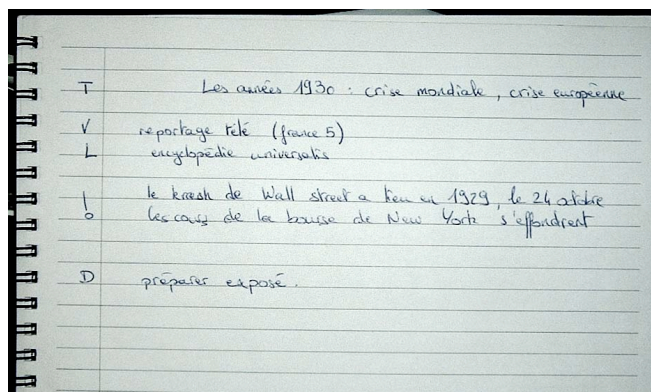


Figure 2 : Exemple de marques actives qui augmentent les notes de l'élève : L pour un lien vidéo, V pour une vidéo, ! pour indiquer une partie difficile ou non comprise, D pour un devoir, T pour indiquer un titre.

#### Le soir chez l'élève

Une fois rentré à la maison, l'élève peut consulter la version numérique de ses notes sur son PC et accéder aux documents montrés en cours ainsi qu'aux enregistrements audio (ce qui nécessite une connexion Internet). Comme indiqué précédemment, les parties utiles de ces documents sont indexées par les annotations de telle sorte qu'en pointant sur une note avec son stylo numérique l'élève accède directement à ce qui a été diffusé au moment où elle a été saisie.

Le scénario ci-après montre les diverses étapes de manipulation des notes et des documents associés :

L'élève vient de rentrer de l'école et s'installe sur son ordinateur. Lorsqu'il lance le logiciel, il voit apparaître la table des matières qui affiche tous les titres (marques T) de son cahier. Il lui suffit de cliquer sur un titre pour voir la page de cours correspondante. En relisant son cours, il peut consulter une page internet en cliquant sur

le L qu'il avait écrit, revoir une vidéo diffusée en cliquant sur un V, etc. En cliquant sur un point d'exclamation, l'élève peut réécouter ce que disait l'enseignant à ce moment précis (à l'image de ce que permet de faire le stylo numérique Livescribe [12]) ou revoir la diapositive qui était affichée par le professeur à ce moment-là. De fait, le logiciel peut rejouer ce qui se passait en cours même en l'absence de marque. Pour cela, il suffit alors à l'élève de faire un clic droit sur n'importe quel mot pour afficher un menu contextuel lui permettant de consulter les ressources associées.

Lorsque l'élève relit son cahier sur son ordinateur, il peut cliquer sur la marque active D (devoir) pour afficher les devoirs saisis par l'enseignant à la fin du cours. Si le professeur a mis des références à des documents ou des pages Web dans le cahier de texte, l'élève peut alors les récupérer directement pour faire ses devoirs. Dans le cas où l'élève rédige ses devoirs sous forme manuscrite, il peut attacher des liens à son texte en procédant de la même manière qu'en cours (par exemple, une référence vers une page Internet). Ceci suppose que le logiciel de capture présenté plus haut soit installé sur le PC de l'élève à la maison de telle sorte qu'une annotation manuscrite puisse être automatiquement associée au document affiché sur l'écran de son PC. Bien que manuscrit, le document peut être directement envoyé par messagerie à l'enseignant, le stylo permettant de générer une version électronique de ce qui a été écrit (actuellement sous forme d'image, idéalement via un format vectoriel comme SVG). Accessoirement, un tel système peut aussi permettre d'effacer proprement les ratures en cours de rédaction. Il peut aussi être mis à profit dans le travail de groupe (projets d'élèves en binôme ou en équipe).

Enfin, l'essentiel du devoir (liens mis à part) peut être écrit en n'importe quel lieu (la salle de documentation, chez un autre élève, etc.) le stylo pouvant fonctionner de manière autonome sans être constamment connecté à un ordinateur (c'est d'ailleurs généralement le cas en salle de classe). Cette caractéristique permet de travailler en situation de mobilité, le travail effectué étant synchronisé lors du retour à la maison ou à l'école.

## IMPLEMENTATION

Dans cette partie, nous détaillons les fonctionnalités des modules logiciels qui composent notre prototype :

- Une base de données en ligne qui simule l'espace de stockage de l'ENT
- Un module logiciel U-Note installé sur l'ordinateur de l'enseignant qui capture les événements pendant le cours et les envoie à l'ENT à la fin du cours.
- Un module logiciel U-Note installé sur l'ordinateur personnel de l'élève qui permet de consulter et compléter les notes prises en cours

Le scénario que nous avons présenté s'appuie principalement sur des échanges avec la base de données d'un ENT (le serveur principal) à laquelle les ordinateurs vont

se connecter en tant que clients. Les données sont toutes contenues par le serveur qui se situe au "centre" du réseau et gère les ressources communes à tous les utilisateurs. Dans U-Note, nous agissons uniquement sur la base de données de l'ENT pour y ajouter et y consulter des informations ou des fichiers. Elle est simulée par une arborescence de fichiers XML accessibles via Internet.

Comme indiqué précédemment, notre implémentation s'appuie sur la technologie Anoto. Celle-ci nécessite un papier sur lequel a été pré imprimée une trame permettant au stylo d'identifier la page et de s'y localiser. Le stylo peut être connecté à un ordinateur de manière continue (il envoie les tracés en temps réel) ou discontinue (plusieurs pages écrites sont mémorisées puis transmises ultérieurement à un ordinateur). La prise de notes se fait généralement en mode discontinu tandis que la connexion continue permet une consultation du cahier plus interactive (les liens associés aux notes pouvant alors être affichés sur le PC). L'horloge interne du stylo numérique se synchronise avec l'horloge de l'ordinateur à chaque connexion. Pour que les stylos de tous les élèves soient synchronisés, il suffit donc que toutes les horloges des ordinateurs (élèves et enseignant) soient réglées automatiquement selon le même serveur de temps Internet (ce qui est généralement fait par défaut).

### Ordinateur de l'enseignant

Ce logiciel dédié développé en JAVA permet de créer un historique des documents diffusés ainsi qu'un fichier listant les événements survenus sur l'ordinateur. Il permet également d'observer le navigateur Internet de l'enseignant et de savoir quelle page Internet était affichée à une date précise. Comme expliqué dans le scénario, ce logiciel doit être activé en début de cours pour lancer la capture (alternativement, il pourrait être lancé automatiquement en fonction des heures de cours de l'enseignant, ceci afin d'éviter les oublis de lancement).

Plus précisément, le logiciel Personnel Vibe [13] met à jour une base de données SQL Express des applications exécutées ainsi que des fenêtres ouvertes et de leurs titres. La base de données est mise à jour chaque fois qu'une fenêtre est ramenée au premier plan ou qu'une nouvelle application est lancée. Ce logiciel permet également d'obtenir les dates d'ouvertures et de fermeture des fichiers ouverts avec des logiciels de la suite Microsoft Office (toutefois, l'accès aux pages individuelles n'a pas encore été implémenté, nous utilisons donc Firefox pour afficher des transparents dans le prototype actuel). Le logiciel permet d'établir la correspondance entre les notes et les événements survenus en classe, lesquels sont enregistrés dans l'ENT comme expliqué précédemment. Nous complétons la liste des documents diffusés en recherchant une correspondance entre les titres des fenêtres ouvertes à un moment donné (par exemple, Adobe Acrobat, Quicktime) et la liste des documents récents.

Le logiciel qui génère l'historique des pages Internet visitées par l'enseignant est une version modifiée de l'extension Firefox Navtracer utilisée dans [5] qui sauvegarde les informations correspondant à chaque page visitée (adresse, début de visite, fin de visite).

#### Ordinateur de l'élève :

Ce logiciel (développé en JAVA à l'aide de la bibliothèque pour stylos numériques PaperToolkit [9]) permet de consulter les copies numériques des cahiers de l'élève, ses précédents devoirs rédigés, d'interagir avec et d'accéder aux bases de données de l'ENT (notamment l'emploi du temps de l'élève, les documents diffusés pendant le cours, etc.). Lorsque l'élève connecte son stylo à son ordinateur, le système traite les pages et affiche la liste des notifications d'événements (nouvelles pages chargées, nouveaux devoirs, marques actives détectées, etc.) sous forme indexée. Dans le cas des marques actives, il effectue également l'identification du symbole. Par exemple, dans notre scénario, pour le lien vers la page Internet, le logiciel reconnaît la lettre L, regarde l'heure à laquelle elle a été écrite et le cours que l'élève suivait. Le logiciel associe ensuite cette marque active à la page Internet que montrait l'enseignant à ce moment là. Le logiciel tient également à jour une table des matières pour chaque cahier en ordonnant les titres (marques active T) par numéro de page croissant. Il suffit alors à l'élève de cliquer sur le chapitre qu'il souhaite consulter pour afficher la page correspondante à l'écran.

Un lecteur multimédia a été développé à l'aide de la bibliothèque Java Media Framework et permet d'ouvrir un fichier directement à un moment intéressant. Il supporte la lecture de fichiers multimédias en streaming ce qui permet de lire directement les fichiers présents sur l'ENT. Ce lecteur est utilisé lorsqu'un élève souhaite rejouer une partie précise du cours.

#### CONCLUSION

Nous avons présenté dans cet article U-Note, un prototype de logiciel de prise de notes augmentée pour un contexte scolaire qui permet à un élève, via son cahier de note, de relire à posteriori du contenu diffusé pendant le cours. Il lui permet notamment de revoir un document montré à un instant précis et maintient donc un lien entre ce que montrait l'enseignant et ce que l'élève a écrit dans son cahier à ce moment là. U-Note s'appuie sur la technologie des stylos numériques qui a pour avantage d'être basée sur des outils traditionnels comme un cahier de note en papier. Nous poursuivons actuellement l'implémentation du prototype (par exemple pour afficher les transparents directement avec Powerpoint) et prévoyons de l'évaluer au cours d'ateliers avec des élèves. Nous souhaitons également étudier les usages liés à la mobilité et au travail en groupe.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. Berque, D., Bonebright, T., and Whitesell, M. Using pen-based computers across the computer science curriculum. In *Proceedings of SIGCSE'04* (Norfolk, USA, March 03-07, 2004), ACM, 61-65.
2. Lecolinet, E., Faure, C., Demeure, I., Moissinac, J., and Pook, S. Augmentation de cours et de réunions dans un campus. In *Proceedings of UbiMob'05* (Grenoble, France, May 31-June 03, 2005), ACM, 161-168.
3. Malacria, S. and Lecolinet, E. Espace de caractérisation du stylo numérique. In *Proceedings of IHM'08* (Metz, France, September 02-05, 2008), ACM, 177-184.
4. Miura, M., Kunifuji, S., Sakamoto, Y. Practical Environment for Realizing Augmented Classroom with Wireless Digital Pens. In *Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems* (2007), Springer Berlin / Heidelberg, 777-785.
5. Roussel, N., Tabard, A., Letondal, C. All you need is log. In *WWW 2006 Workshop on Logging Traces of Web Activity: The Mechanics of Data Collection*, May 2006.
6. Sellen, A. J. and Harper, R. H. *The Myth of the Paperless Office*. MIT Press, 2003.
7. Steimle, J., Brdiczka, O., and Mühlhäuser, M. CoScribe: Using Paper for Collaborative Annotations in Lectures. In *Proceedings of ICALT'08*. (Washington, DC, 2008), IEEE, 306-310.
8. Yeh, R., Liao, C., Klemmer, S., Guimbretière, F., Lee, B., Kakaradov, B., Stamberger, J., and Paepcke, A. ButterflyNet: a mobile capture and access system for field biology research. In *Proceedings of CHI'06* (Montréal, Canada, April 22-27, 2006), ACM, 571-580.
9. Yeh, R. B., Paepcke, A., and Klemmer, S. R. Iterative design and evaluation of an event architecture for pen-and-paper interfaces. In *Proceedings of UIST'08* (Monterey, CA, USA, October 19-22, 2008). ACM, 111-120.
10. Anoto: [www.anoto.com](http://www.anoto.com)
11. ENEIDE : <http://www.capidigital.com/eneide/>
12. Livescribe : <http://www.livescribe.com/>
13. Personal Vibe : <http://tinyurl.com/personalvibe>