
Mise au point d'un journal de laboratoire électronique pour l'apprentissage collaboratif sur le Web

Le eJournal

Stéphane Sire, Anh Vu Nguyen Ngoc, Denis Gillet

*Institut d'ingénierie des systèmes
École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)
CH-1015 Lausanne
Suisse
{Stephane.Sire, Anhvu.Nguyenngoc, Denis.Gillet}@epfl.ch*

RÉSUMÉ. Nous avons conçu et réalisé un prototype de journal électronique de laboratoire, ou eJournal, dans un environnement d'apprentissage sur le Web. Celui-ci répond au besoin d'échange de données entre les composants de l'environnement et au besoin de partages des résultats entre les étudiants et les assistants qui l'utilisent. La mise en œuvre de ce prototype s'intègre dans un scénario pédagogique d'apprentissage flexible, en présentiel et à distance, pour effectuer des travaux pratiques d'ingénierie en automatique, en biomécanique et en mécanique des fluides. Cet article décrit le eJournal tel qu'il a émergé suite à plusieurs cycles de conception-expérimentation, en insistant sur les services qu'il apporte dans un environnement Web formé de composants hétérogènes et multi-serveurs.

MOTS-CLÉS : apprentissage flexible, expérimentation à distance, espace de travail partagé, collecticiels, interaction, hypermédia, conception itérative.

1. Introduction

Les environnements d'apprentissage sur le Web sont utilisables aussi bien en présentiel, où ils apportent un support supplémentaire aux étudiants et aux enseignants, qu'à distance, où l'étudiant choisit le meilleur moment pour travailler depuis son domicile. Le projet eMersion applique les technologies précédentes aux travaux pratiques dans un enseignement d'ingénierie [NGUYEN NGOC 02]. Dans ce contexte, nous concevons et expérimentons un environnement Web utilisé pour des séances de travaux pratiques en automatique, en biomécanique et en mécanique des fluides.

L'objectif du projet eMersion est d'introduire progressivement des moyens permettant aux étudiants d'effectuer une part de plus en plus grande des séances de travaux pratiques à distance. La vision à terme est d'offrir une formation flexible mêlant des séances de travail dans le laboratoire en présence d'assistants avec un libre accès à une salle équipée d'ordinateurs pour effectuer les séances à tout moment sans la présence d'assistants ou directement depuis le domicile personnel à l'aide de composants de manipulation à distance et simulation des appareillages physiques. Afin de concrétiser cette vision, nous suivons une démarche itérative qui consiste à expérimenter un nouveau prototype chaque semestre scolaire pour évaluer les fonctionnalités les plus favorables à une formation flexible. Dans le même temps, nous aménageons l'emploi du temps de façon à introduire certaines phases de travail à distance. Cet article traite de la mise au point de fonctionnalités de type journal de laboratoire électronique dont le besoin a progressivement émergé au cours des deux dernières années.

2. Besoins spécifiques à une séance de travaux pratiques flexibles

La démarche de conception itérative a débuté par l'observation de trois séances de 3 à 4 heures de travaux pratiques en automatique, en novembre et décembre 2000. Dans ce type de séance les étudiants travaillent par groupes de 2 à la réalisation d'un protocole expérimental qui mêle modélisation mathématique, exécution de commandes de l'appareillage et mesure des réponses. Au cours de deux de ces séances les assistants étaient seulement joignables au téléphone, afin de simuler un contexte de formation à distance. L'environnement se composait d'un appareillage expérimental, un moteur électrique en l'occurrence, contrôlé depuis une interface graphique sur un ordinateur qui dispose aussi du logiciel Matlab d'analyse mathématique.

Cette première série d'observations nous a amené à constater une surcharge cognitive liée à la diversité des apprentissages à gérer en parallèle, en particulier dans la compréhension et la manipulation de l'ordinateur pour recueillir, enregistrer, imprimer et réutiliser des données depuis un outil vers un autre (par exemple depuis l'interface de commande vers Matlab). Les deux séances à distance ont aussi montré une préférence de la part des étudiants pour obtenir une aide proche et immédiate de la part d'autres étudiants plutôt que de la part des assistants distants. Suite à ces observations, nous avons décidé d'introduire un nouveau composant dans

l'environnement, le journal de laboratoire électronique, afin d'offrir un espace pour conserver les données ayant trait à une séance de travaux pratiques et afin d'offrir un support à la prise de notes par les étudiants et pour la communication à distance. L'interface de commande de l'appareillage a également été transformée en un applet Java pour permettre, avec le journal, l'interaction à distance.

Le nouvel environnement a été testé en novembre et décembre 2001 avec cette fois-ci mise à disposition d'une salle d'ordinateurs extérieure au laboratoire où les étudiants pouvaient venir travailler à tout moment en interagissant à distance, via le Web, sur les appareillages situés dans le laboratoire. Le travail à distance était nécessaire pour une partie « pré-lab » du protocole expérimental, qui devait être rendue sous forme de rapport aux assistants avant d'avoir accès à la séance en présentiel. L'observation de plusieurs groupes au cours d'une séance en présentiel ainsi qu'un entretien de groupe nous ont amené aux constatations suivantes : a) la sauvegarde des données dans le journal de laboratoire qui reposait sur des opérations de couper/coller entre fenêtres était toujours jugée trop compliquée, b) les fonctionnalités d'édition de rapport intégrées au journal n'ont pas été utilisées, entre autre parce qu'elles ne permettaient pas la saisie de formules, c) le fait de passer par notre application Web exigeait la saisie de plusieurs mots de passe, ce qui brisait la continuité de l'interaction et, finalement, les forums ou le courrier électronique n'ont pas été jugés satisfaisants pour la communication à distance. Nous avons donc décidé de simplifier et de modifier l'environnement, en le recentrant sur les fonctionnalités d'intégration des données issues des différents composants et sur l'annotation de ces données plutôt que sur l'édition de rapports.

3. Environnement d'expérimentation

L'environnement d'expérimentation est le même en présentiel et à distance. L'effort d'apprentissage des interfaces homme-machine est ainsi capitalisé. L'environnement comprend plusieurs composants affichés dans des fenêtres distinctes mais dont la disposition initiale est contrôlée de manière à suggérer l'aspect d'un cockpit. Certains composants ont en commun la particularité de produire des données et/ou des graphiques, et d'effectuer des calculs sur ces mêmes données. Ce sont des **composants actifs**, comme l'applet de contrôle à distance d'un moteur électrique représentée sur la figure 1.

L'utilisation d'applets ou de formulaires Web pour contrôler en temps-réel les appareillages physiques distants ou des simulations numériques (Mathematica, Matlab, Fortran77) au lieu d'applications locales permet aux élèves d'accéder à l'environnement depuis leur ordinateur personnel sans installer de logiciels supplémentaires. L'accès à un moteur de calcul compatible Matlab s'effectue également via un formulaire Web à l'aide de Sysquake Remote¹. Les données manipulées par ces types de composants actifs sont envoyées dans un eJournal.

¹ Calerga Sarl, logiciel Sysquake, <http://www.calerga.com>

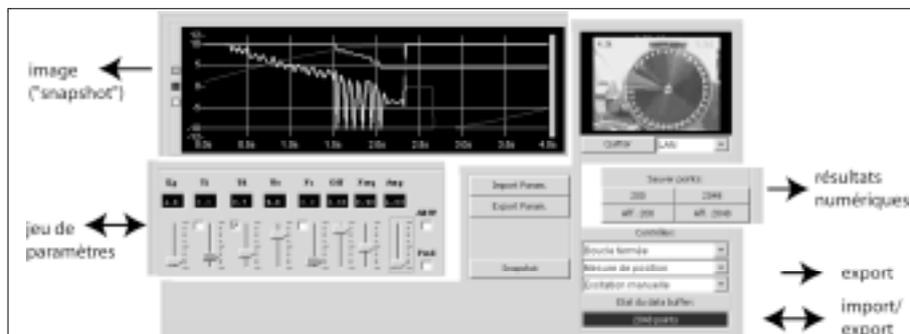


Figure 1. *Vue éclatée d'une applet d'expérimentation et des types de données exportées*

4. Le eJournal

Le eJournal suit la métaphore d'un journal de laboratoire commun à un groupe d'étudiants. Il sert à enregistrer les conditions et les résultats d'expérimentation au cours de la progression d'une séance et à les commenter. Il sert également de support pour la communication entre étudiants et avec leurs assistants. L'enregistrement des conditions initiales et des résultats d'expérimentation repose sur une fonction d'exportation intégrée aux composants actifs de l'environnement. Suivant leur nature, les composants sont capables d'envoyer dans le eJournal du groupe de l'étudiant les données suivantes:

- une image écran (snapshot) du composant (par exemple une courbe d'oscilloscope),
- l'ensemble des paramètres qui définissent les entrées de l'appareillage (par exemple les paramètres de la commande d'un moteur électrique),
- des résultats numériques correspondant aux mesures prises sur un appareillage physique ou sur une simulation; ces résultats sont écrits sous forme de scripts au format Matlab.

Les données sont enregistrées sous forme de documents visibles dans le eJournal. L'étudiant dispose de fonctions pour trier les documents dans des répertoires à sa convenance. Dans tous les cas, l'affichage du contenu des répertoires respecte l'ordre chronologique d'acquisition des données.

Chaque document peut recevoir deux types de commentaires: des annotations et une page WikiFAQ. Les annotations sont une liste chronologique de paragraphes datés et rédigés par un seul auteur. La page WikiFAQ est une page de texte HTML éditée collaborativement dans la fenêtre du navigateur. Elle est générée à l'aide de conventions syntaxiques simples à maîtriser inspirées des sites Wiki [CUNNINGHAM 02]. Une extension de la syntaxe a été introduite pour créer des listes de questions et offrir une interface conviviale de saisie des réponses. Les

WikiFAQ sont aussi adaptées pour insérer des hyperliens vers les images et les documents contenus dans le eJournal.

Le eJournal est un espace de travail partagé: les documents et les commentaires sont visibles et modifiables par tous, comme sur la figure 2, sauf en cas de restriction par une liste de contrôle d'accès. Le partage du eJournal rend possible la communication entre étudiants et avec les assistants via les annotations et les pages WikiFAQ. Les documents peuvent aussi être copiés ou déplacés de eJournal à eJournal. L'association entre les commentaires et les documents crée un contexte pour la communication à propos des données d'expérimentation. Le eJournal sert aussi à échanger des documents grâce à la possibilité de télécharger sur le disque local les documents ou d'importer n'importe quel fichier depuis le disque local.

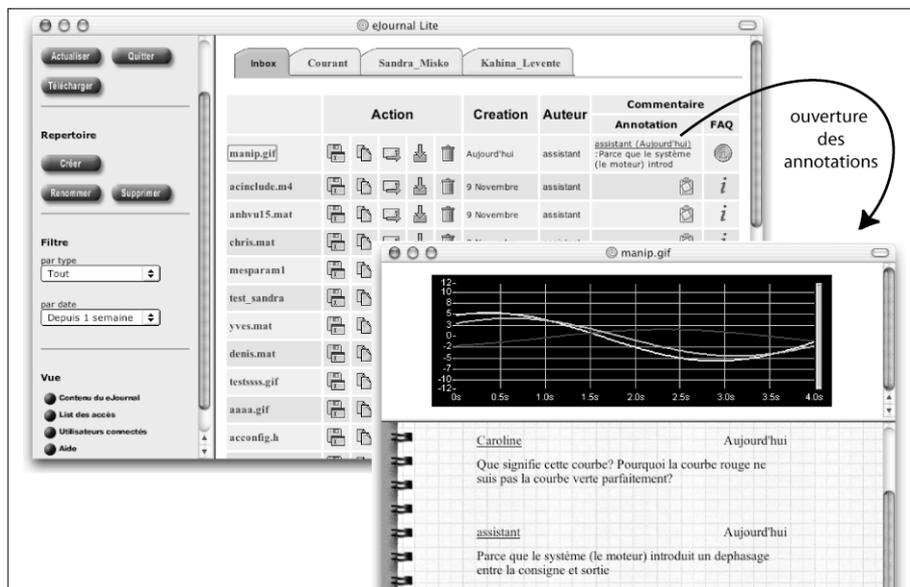


Figure 2. Contenu d'un eJournal et fenêtre d'annotation d'un document

La fonction d'importation des données du eJournal par certains composants actifs encourage son utilisation par les étudiants. Par exemple l'applet est capable de recharger les jeux de paramètres d'entrée qui lui correspondent pour se remettre dans les conditions d'une mesure. Le composant Sysquake Remote est capable de recharger les données générées par d'autres composants (applet de télémanipulation) et de les utiliser pour exécuter des scripts Sysquake (compatible Matlab). Les fonctions d'échange de données entre composants simplifient les manipulations nécessaires aux étudiants pour effectuer plusieurs séries de mesures et d'analyses. Ces cycles sont propres aux cycles d'essai et d'erreur liés au scénario pédagogique des travaux pratiques ou bien à la reprise ultérieure d'une séance.

5. Architecture du eJournal

L'environnement d'expérimentation est hétérogène et multi-serveurs. Ainsi, chaque appareillage physique des travaux pratiques d'automatique est contrôlé par une interface de commande numérique pilotée par un ordinateur sur lequel s'exécute un programme de contrôle et un serveur développé en LabVIEW. Le serveur est connecté avec l'applet d'expérimentation. Les ordinateurs qui contrôlent les appareillages physiques sont distincts de l'ordinateur qui héberge le serveur Tomcat sur lequel réside le eJournal. De même un ordinateur est dédié au serveur Sysquake Remote pour l'exécution des scripts Matlab.

L'architecture Web distribuée engendre plusieurs sessions associées à chaque utilisateur sur chacun des serveurs. Nous avons utilisé un mot de passe générique pour l'accès aux serveurs contrôlant les appareillages physiques afin d'éviter les demandes multiples d'identification. Les appareillages physiques sont assignés aux étudiants dans une base de données qui gère les groupes.

La liaison entre les composants actifs et le eJournal présente également deux difficultés. Premièrement, chaque composant actif doit reconnaître son utilisateur afin d'envoyer ses données dans le bon eJournal. Deuxièmement, les restrictions de sécurité de java empêchent la connection directe des applets au serveur du eJournal lorsqu'elles proviennent d'un autre ordinateur². Nous avons pallié la première difficulté à l'aide d'un mécanisme de récupération de l'identité de l'utilisateur via la récupération par le composant d'un numéro de session unique qui lui est associé dans une base de données centralisée via son adresse IP. Nous avons pallié la deuxième difficulté à l'aide d'une communication en deux temps entre l'applet et le eJournal basée sur une servlet intermédiaire comme illustré sur la figure 3.

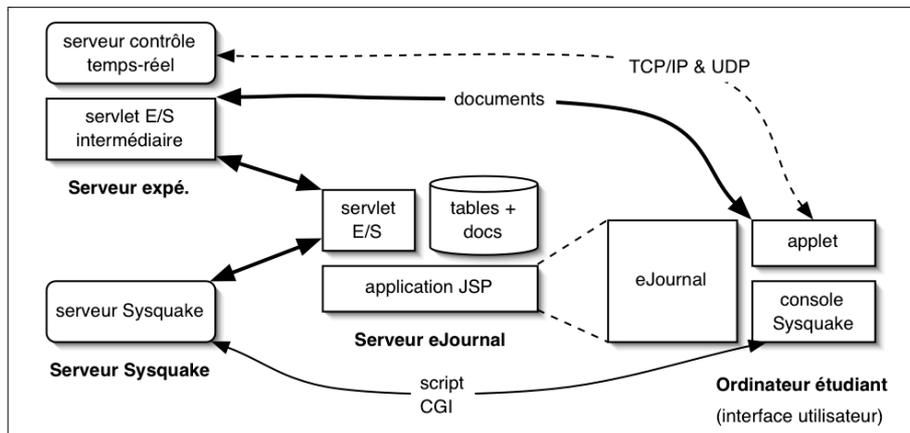


Figure 3. Architecture multi-serveurs d'un cockpit pour un cours d'automatique

² Java Security FAQ, <http://java.sun.com/sfaq/>

6. Autres journaux de laboratoire électronique

La métaphore du journal de laboratoire a été appliquée dans d'autres contextes éducatifs avec des scénarios pédagogiques différents. Le « Collaboratory Notebook » a ainsi été conçu pour structurer de manière scientifique la recherche et la mise en perspective d'informations extraites de bases de données de documents [EDELSON 96]. Le « Design Journal³ » est centré sur la rédaction collective d'un document de conception par des étudiants d'un cours d'électromécanique. Ces journaux proposent des interfaces utilisateurs très différentes liées aux types de tâches qu'ils supportent.

Le eJournal est plus proche dans son principe des espaces de travail collaboratif tels que BSCW dont le but est de partager et de mettre à jour des documents de manière coordonnée [HORSTMANN 97]. Cependant, ces espaces de travail partagés, même s'ils ont été parfois utilisés pour l'apprentissage, offrent beaucoup de souplesse dans leurs règles d'utilisation mais avec des fonctions de partage génériques. Ils ne possèdent pas de mécanismes intégrés pour simplifier les échanges de données entre composants d'un environnement d'apprentissage.

Finalement, d'autres projets comme CoWeb utilisent la rédaction collaborative de pages Wiki, pour effectuer des commentaires de texte en anglais par exemple [JOCHEN 02]. Néanmoins ces usages sont centrés sur l'annotation de texte ou d'autres ressources documentaires [BRUSH 02], pour lesquels ils proposent un modèle d'interaction efficace, sans se préoccuper de la phase de collecte des données au centre du eJournal.

7. Perspectives

Le eJournal est utilisé dans un environnement où tous les composants sont des composants Web. Nous avons justifié ce choix par l'homogénéisation des interfaces utilisateurs. Il serait intéressant à l'avenir de rendre le eJournal compatible avec les applications installées par les étudiants sur leur ordinateur. Nous envisageons pour cela de le rendre compatible avec le protocole WebDAV⁴ en transformant les documents en ressources et leurs attributs, comme les annotations, en propriétés. L'apport d'une telle ouverture est bien mis en évidence dans [QU 01].

Le partage des commentaires entre les étudiants et les assistants ne suffit pas pour valider les travaux pratiques dans tous les cours: certains professeurs préfèrent obtenir un rapport de synthèse en fin de séance. Nos expériences précédentes ont mis en évidence la difficulté de développer un outil complet d'édition avec une interface Web, ainsi que la difficulté pour les étudiants de se familiariser avec un nouvel éditeur. Nous privilégions donc une approche basée sur la récupération des informations contenues dans le eJournal pour amorcer le travail de rédaction dans un véritable traitement de texte. Cette fonctionnalité pourrait consister en un filtre d'exportation vers des formats acceptés par les logiciels d'édition standards.

³ Design Journal, <http://www-cdr.stanford.edu/DesignJournal/>

⁴ WebDAV, <http://www.webdav.org/>

Enfin, nous sommes en train d'évaluer l'environnement décrit dans cet article à l'aide de trois sources d'information. La première source est un questionnaire de satisfaction concernant les interfaces utilisateurs tiré de [PERLMAN 02]. La seconde source est un historique des actions réalisées par les étudiants et la troisième est une série d'entretiens individuels avec quelques étudiants volontaires.

8. Conclusion

Nous avons présenté un environnement d'expérimentation basé sur le Web destiné à soutenir aussi bien l'apprentissage en présentiel que l'apprentissage à distance par petits groupes. La démarche proposée vise à une économie de concepts à l'aide d'interfaces homogènes. Nous avons aussi insisté sur la description du eJournal, un outil collaboratif pour le partage d'information et la communication, mais qui sert aussi à automatiser les échanges de données entre les composants d'un environnement d'apprentissage. Si les évaluations en cours confirment l'utilisabilité du eJournal, celui-ci pourrait trouver sa place dans la liste des composants standards d'une plateforme modulaire d'apprentissage, au même titre que les tableaux partagés ou les forums de discussion.

Bibliographie

- [EDELSON 96] EDELSON D. C., PEA R. D., GOMEZ L. M., « The Collaboratory Notebook », *Communications of the ACM*, Avril 1996, Vol. 39, No. 4, p. 32-33.
- [HORSTMANN 97] HORSTMANN T., BENTLEY R., « Distributed Authoring on the Web with the BSCW Shared Workspace System », *Standardview*, Vol. 5, No. 1, March/1997, p. 9-16.
- [QU 01] QU C., NEJDL W., « Constructing a web-based asynchronous and synchronous collaboration environment using WebDAV and Lotus Sametime », *SIGUCCS'01*, Octobre, 2001, ACM, p. 142 – 149.
- [NGUYEN NGOC 02] Nguyen Ngoc A. V., Rekik Y., Gillet D., « Integrated environment for Web-based experimentation in engineering education », in Proceedings of the World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications (ED-MEDIA 2002), Denver, Colorado, USA, June 24-29, 2002.

Bibliographie sur le WEB

- [BRUSH 02] Brush B., Barger D., Grudin J., Borning A., Gupta A., « Supporting Interaction Outside of Class: Anchored Discussion vs. Discussion », on-line proceedings of *CSCL 2002*, <http://newmedia.colorado.edu/cscl/>, janvier 2003.
- [CUNNINGHAM 02] CUNNINGHAM W., « Wiki Wiki Web », <http://c2.com/cgi/wiki/WikiWikiWeb>, novembre 2002.
- [JOCHEM 02] JOCHEN R., GUZDIAL M., CARROLL K., HOLLOWAY-ATTAWAY L., WALKER B., « Collaborative Learning at Low Cost: CoWeb Use in English Composition », on-line proceedings of *CSCL 2002*, <http://newmedia.colorado.edu/cscl/>, janvier 2003.
- [PERLMAN 02] PERLMAN G., « Web-Based User Interface Evaluation with Questionnaires », <http://www.acm.org/~perlman/question.html>, novembre 2002.