CONSTRUCTION ET FONCTIONNEMENT D'UNE FAMILLE DE DIDACTICIELS HYPER ET MULTIMÉDIA PROFESSIONNELS

Nicole BOUTROS et Bertrand DAVID

Laboratoire ICTT, École Centrale de Lyon, BP 163, 69131 Écully Cedex, France,

Nicole.Boutros@ec-lyon.fr, Bertrand.David@ec-lyon.fr

Résumé : *La formation des techniciens chargés du démontage et de la réparation des produits industriels peut être en partie assurée par un didacticiel hypermédia professionnel. Ce dernier se caractérise par différents modes d'utilisation : apprentissage global et renforcement, ou explicitation et aide sélective. Ce didacticiel doit être adapté à un produit précis sans pour autant être bâti spécifiquement. Nous proposons une approche qui pour une famille de produits, génère automatiquement le didacticiel contextualisé. Pour cela, nous proposons une architecture générique et nous exploitons le concept de pattern.*

Mots-clés : *renforcement, information ponctuelle, famille de didacticiels, geste technique, générateur de didacticiels spécialisés, approche techno-ergonomique.*

Abstract : *The training of workers in charge of the repair and disassembly processes of industrialized products can be, at least partially, provided by hypermedia courseware. This system is characterized by the availability of different learning modes : global learning and reinforcement, or detailed information and selective help. This courseware should be specialized for each product, however without manual construction. We propose an approach which, for a family of products, automatically generates a contextualized courseware. To do thus, we use a generic architecture and the pattern concept.*

Keywords : *reinforcement, located information, courseware family, technical moves, generator of specialized coursewares, ergo-technical approach.*

INTRODUCTION

Dans le cadre du projet régional « RESTER PROPRE » (David *et al*., 1999), qui étudie la problématique du recyclage « noble » des produits électroménagers en fin de vie, nous avons été confrontés au problème de formation des « recycleurs ». Ainsi quelque soit le mode de recyclage : entièrement automatique, entièrement manuel ou semi-automatisée, la formation du personnel est indispensable.

L'une des préoccupations lors de la définition de la plate-forme de recyclage était la mise à disposition d'un contexte informationnel complet aux acteurs du

processus de recyclage. Selon le mode de l'activité (manuel ou automatique), le contenu informationnel à fournir varie à la fois dans la granularité de l'information à utiliser et dans la forme de présentation. En effet, le démontage automatique nécessite des renseignements précis sur la position, les dimensions et la géométrie des pièces et les outils à utiliser par un robot (gamme de démontage) (Blondel, 2000). Dans le cas du désassemblage manuel, la description peut être beaucoup plus symbolique, l'opérateur complétant par lui même les informations spatiales et technologiques (angle d'attaque, force, voire type d'outil). Toutefois, il peut apparaître utile de fournir aux opérateurs des informations sur des outils à utiliser et leur manipulation (gestes techniques), et d'autres plus globales concernant certaines séquences d'activités de démontage.

Une première étude des processus du désassemblage manuel a été menée chez l'un des partenaires du projet, l'entreprise « ENVIE Dauphiné ». Des travaux ayant porté sur l'analyse et la description des processus de démontage manuels (Pyronnet, 1998 ; Konan, 1998), nous ont permis de repérer les informations utiles pour l'apprentissage.

Dans les ateliers d'ENVIE, l'apprentissage est en général assuré de façon préalable au travail dans une série de séances de formation organisées. C'est le chef d'atelier qui assure cette formation. Pour pérenniser les acquis des formateurs, des supports vidéo ont été réalisés montrant un démontage type d'un produit type. Le recours à un formateur expert est une approche traditionnelle de l'apprentissage, qui souffre cependant de certaines lacunes dans le cas du travail en atelier. En effet, former les opérateurs novices nécessite un grand investissement de la part du formateur. De plus, ce dernier ne peut se consacrer pleinement à chacun des apprenants, ni personnaliser son apprentissage (par exemple en terme de rythme). Quant au support vidéo, bien que présentant l'intérêt de montrer le déroulement global des opérations, il reste trop sommaire et global, peu flexible et est plus utile en tant qu'auxiliaire d'un module d'apprentissage plus performant.

Dans le but d'améliorer la formation et de fournir aux apprenants un support informationnel efficace et accessible pendant leur travail, nous avons élaboré un didacticiel hypermédia dédié à l'apprentissage du démontage d'un appareil englobant des connaissances sur le fonctionnement et la structure de ce dernier, ainsi que sur l'outillage et les gestes techniques nécessaires.

DIDACTICIEL PROFESSIONNEL POUR LE DÉSASSEMBLAGE

Apport de l'hypermédia et du multimédia à l'apprentissage

Les études sur l'apport de l'hypermédia, de l'interactivité et de la multimodalité tendent à prouver leur utilité pour l'apprentissage (Najjar, 1996). La participation active de l'apprenant et son implication dans le processus de formation permettent d'augmenter son intérêt pour le sujet et par la suite, sa compréhension. De plus, l'interpellation de plusieurs récepteurs, via les différents médias, permet d'augmenter la perception du message (Weidenfeld, 1997). L'utilisation du multimédia permet donc de combiner différents modes complémentaires pour la présentation d'une information (Mousavi *et al.*, 1995). Le multimédia est de plus

particulièrement intéressant pour les formations dédiées aux professions dites « manuelles », où il est très important de retranscrire les « gestes du métier » aux novices.

La multimodalité seule n'est toutefois pas une garantie d'efficacité. Il est ainsi nécessaire de structurer les documents multimédias en y intégrant des concepts pédagogiques et cognitifs (Dufresne, 1992). En effet, pour alléger l'effort d'apprentissage et augmenter l'assimilation de l'information, il convient de décomposer la formation en blocs de connaissances utiles et assimilables. Les hyperliens permettent de relier ces blocs en une structure logique, qui permettra à l'apprenant de naviguer à son gré (selon les possibilités qui lui sont offertes) au fil du sujet, avec la garantie d'accéder à l'ensemble de l'information. Dans notre cas, nous distinguons deux objectifs liés à la conception d'un didacticiel hypermédia :

- fournir aux opérateurs novices un outil améliorant leur apprentissage grâce à l'apport de la multimodalité et de l'interactivité. Ce didacticiel devrait remplacer le formateur expert pour le plus gros du travail, ce qui permettrait à ce dernier de se concentrer sur les points problématiques ;
- fournir un support technique complet et détaillé, disponible en permanence pendant l'activité de démontage.

Fonctionnement du didacticiel

Nous avons développé un premier prototype du didacticiel DidaRex (Boutros *et al*., 2000), s'appuyant sur les informations recueillies dans les ateliers de ENVIE. Ce prototype traite le désassemblage d'un lave-linge. Le but du didacticiel est de former les opérateurs au processus de démontage, en leur permettant d'acquérir les connaissances correspondantes. Le didacticiel est organisé de sorte à permettre plusieurs approches de l'apprentissage. Les constituants d'une démarche de démontage sont de quatre sortes :

- démarche : processus, activité, tâche,
- objet : produit, composant, pièce,
- moyens : outil,
- associations : opération, geste technique.

Une activité est un travail à réaliser par l'opérateur dont le résultat correspond à l'extraction d'un composant ou d'une pièce significative de l'appareil traité. Le processus de démontage est un ensemble partiellement ordonné d'activités. La précédence est définie par l'accessibilité des composants. Une activité est elle-même décomposée en tâches correspondant aux unités élémentaires de travail. Le produit se décompose en composants, eux mêmes comportant des pièces. Les outils participent au démontage soit de façon autonome (réalisation d'une opération automatisée d'une tâche), soit de façon assistée ou manuelle. Une opération correspond à la réalisation d'une tâche avec un outil. Un geste technique correspond à la façon de réaliser (éventuellement assistée par un outil) une opération. Par exemple « dévissage » et « déclipsage » sont deux opérations nécessaires à l'extraction d'un composant et nécessitant des gestes techniques bien particuliers.

Unité d'apprentissage, unité d'information et unité de présentation

Ce sont les unités d'apprentissage qui structurent le fonctionnement du didacticiel. Elles peuvent être de granularité sensiblement différentes. En effet, les plus macroscopiques (1er niveau) portent sur le processus de démontage d'un produit dans son ensemble. Au niveau intermédiaire (2ème niveau), elles concernent des activités et des composants et au niveau le plus fin (3ème niveau) des tâches, des pièces, des outils, des opérations et des gestes techniques. C'est dans la formation officielle et souvent initiale que l'on fait appel aux unités les plus macroscopiques, qui elles s'appuient sur celles plus fines. Dans le renforcement et dans l'usage sur « le tas » on peut être amené à consulter de façon plus fine. Selon le mode d'usage, l'accès par un de ces trois niveaux peut donc être donné.

À chaque unité d'apprentissage est associé un contexte informationnel sous forme d'unité d'information. Cette unité décrit de façon explicite le besoin informationnel de l'unité d'apprentissage : description du processus, activités, tâches et opérations associées, description du produit, du composant, de la pièce de façon plus ou moins précise (structure logique, structure géométrique)...

Une troisième structure, l'unité de présentation, régit l'interaction homme-machine dans les deux directions présentation et interaction. Une unité de présentation donnée (« écran » ou « page WEB ») est une composition d'un certain nombre de constituants élémentaires d'interaction comme le fond, des zones d'interaction et d'affichage, d'orientation, de navigation, d'aide...

Principes et modes de fonctionnement

Chaque unité de présentation est composée de différents objets hypermédias, appelés conteneurs. Les unités d'information, liées aux unités d'apprentissage, sont associées à un ou plusieurs de ces objets qu'elles garnissent en alimentant le média associé. L'apprentissage du processus se fait à partir des unités d'apprentissage du 1er niveau ou du 2ème niveau. L'entrée par un niveau global conduit à enchaîner automatiquement les niveaux inférieurs dans une démarche structurée. L'entrée par le 3ème niveau peut être utilisée pour le renforcement ou le travail sur le terrain. La navigation entre ces différents éléments est assurée par un réseau d'hyperliens, dont le parcours permet de revisiter à sa manière l'ensemble des unités d'apprentissage.

Pour supporter ses deux stratégies d'utilisation adaptées aux opérateurs novices et expérimentés, le didacticiel autorise deux modes de consultation : le mode « formation » et le mode « renforcement » ou « information contextualisée ».

Le **mode formation** est dédié à l'apprentissage des techniques de démontage par des utilisateurs généralement novices. La navigation dans le didacticiel est organisée pour impliquer l'apprenant en lui laissant l'initiative de la découverte des connaissances, mais dans une logique d'apprentissage structuré respectant le « fil conducteur » de l'apprentissage. Pour ce faire, la présentation des informations dans le mode novice est réalisée de façon quasi séquentielle, étape par étape. L'apprenant n'a donc que la possibilité de suivre le déroulement du démontage mais peut toutefois revenir sur les étapes précédentes pour les approfondir. Il peut, bien entendu, accéder à l'ensemble des connaissances connexes (outils, pièces), grâce au lexique, et aux activités qu'il a déjà assimilées de façon libre, grâce aux hyperliens.

Enfin, l'apprenant peut se créer un profil afin de sauvegarder son niveau courant, pour un apprentissage réparti dans le temps.

Le **mode renforcement** propose, quant à lui, une manipulation beaucoup plus flexible du didacticiel. Son usage est orienté vers l'efficacité du travail plutôt que vers l'apprentissage proprement dit. C'est plus un véritable support d'informations détaillées qu'un mode d'apprentissage. L'utilisateur a donc la possibilité de consulter librement l'ensemble des étapes du processus et bénéficie d'un accès direct à l'ensemble des données techniques autour du produit (sous-ensembles, pièces, outils, opérations, gestes techniques).

Sans rentrer dans le détail de l'architecture de DidaRex, il convient de noter l'existence d'une séparation entre le module gérant l'interface et le moteur du didacticiel. Cette séparation permet de prendre en compte de façon plus souple la volonté d'exploiter le didacticiel sur des plates-formes matérielles différentes.

Générateur de didacticiels

Le nombre élevé de types d'appareils devant être traité par la plate-forme REX et la diversité de leurs marques et des variantes font qu'il est nécessaire de pouvoir généraliser notre didacticiel à n produits. Il est évidemment inconcevable d'élaborer un didacticiel spécialisé pour chacun des produits à démonter. Par ailleurs, on ne peut non plus se contenter d'avoir seulement un didacticiel par type d'appareil et de négliger les spécificités propres à chaque variante puisque par définition, notre didacticiel se veut être un support informationnel complet et efficace.

Dans REX, l'ensemble des données techniques concernant les appareils usagés est géré par un Système de Gestion de Données Techniques (SGDT) qui joue le rôle de fédérateur des différentes informations relatives à un produit au sein d'un modèle commun du produit (Randoing, 1995 ; Maurino, 1995).

Pour résoudre le problème de la construction des didacticiels tenant compte de la diversité des produits, nous avons couplé les fonctionnalités du SGDT à notre plate-forme, pour générer automatiquement des didacticiels spécifiques à chaque appareil référencé par le SGDT. Pour ce faire, nous avons conçu et développé un générateur de didacticiels dont le principe de fonctionnement est le suivant. Le générateur extrait du SGDT (au moyen de requêtes) les informations contextuelles au type de produit et les utilise pour générer le didacticiel correspondant en fonction d'une architecture prédéfinie (fig. 1).

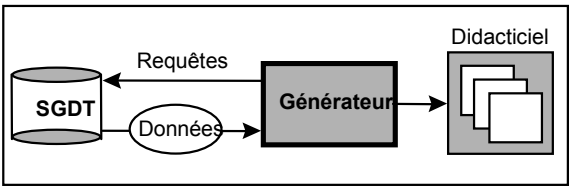

Figure 1. ***Principe de fonctionnement du générateur.***

PATTERNS DE PRÉSENTATION

Le générateur permet la production automatique de didacticiels spécifiques. Il résout le problème lié à la diversité des appareils à étudier grâce au couplage avec le SGDT. Néanmoins, un autre problème d'importance reste à traiter : celui de l'adéquation entre la présentation de l'information et niveau (qualification) de l'apprenant. Cette contrainte est en partie traitée dans le didacticiel par la possibilité de choisir un profil qui définit la stratégie d'utilisation de l'outil : restreinte et séquentielle dans le cas novice, libre lors du renforcement et d'utilisation pendant le travail de démontage. Ce choix d'un profil ne permet cependant pas d'afficher l'information de manière différente, selon que l'apprenant est un débutant ou un professionnel confirmé. Or, il nous semble que c'est justement un aspect fondamental du didacticiel. La présentation de l'information doit donc être fonction du niveau de l'élève. Pour résoudre ce problème et pour conserver les bénéfices du générateur de didacticiels, nous avons exploré la notion de « patterns de présentation ».

Un pattern (patron) se définit comme une façon générale, éprouvée et performante de résoudre un problème récurrent dans un contexte donné, en lui proposant des solution types (Alexander *et al.*, 1977 ; Eckel, 1999 et Riehle & Züllighoven, 1996). Les patterns sont largement utilisés dans le développement de logiciels mais leur application au domaine de l'hypermédia n'a pas encore été bien exploré, notamment au niveau de la conception des interfaces utilisateurs (Rossi *et al.*, 1997). Ce n'est que depuis quelques années que la recherche s'est intéressée à la définition de patterns de conception pour l'hypermédia et à leur classification (Nanard *et al.*, 1999).

Rossi *et al.* (1997) définissent deux familles de patterns de conception pour l'hypermédia : les patterns pour les **systèmes** hypermédias (systèmes auteurs) et les patterns pour les **applications** hypermédias (exemple : les didacticiels). Dans cette dernière famille, Garrido *et al.* (1997) distinguent les **patterns de navigation** qui décrivent des stratégies de navigations, et les **patterns d'interface** dont le but est de proposer la bonne combinaison d'éléments multimédias pour une présentation efficace de l'information, en tenant compte des aspects cognitifs et esthétiques (Van Welie *et al.*, 2000). Les patterns d'interface ne prennent cependant pas en compte la notion de « niveau » de l'utilisateur. Nous introduisons donc la notion de pattern de présentation qui décrit, en tenant compte du niveau de l'utilisateur, la façon dont des informations relatives à un domaine donné doivent être présentées afin d'obtenir une meilleure assimilation. Dans notre cas précis du désassemblage, nous pouvons par exemple considérer deux patterns de présentation : « apprentissage du démontage pour un novice » et « renforcement de l'apprentissage du démontage ». Ces deux patterns tiennent compte de la différence de comportement cognitif des acteurs (Vial, 2000).

Afin de capitaliser ces patterns, nous proposons de les stocker dans un catalogue, dans lequel ils sont classés et accessibles selon différents critères. les intérêts d'un tel catalogue est de faciliter la recherche d'une solution à un problème de présentation des données dans un cadre d'apprentissage et de permettre la réutilisation des patterns et leur spécialisation.

Nous voulons exploiter le contenu des patterns dans la génération des didacticiels. Pour cela nous associons à chaque pattern de présentation un document de référence qui sera utilisé lors de l'élaboration automatique des didacticiels par le générateur.

Ce document de référence est élaboré à l'aide d'un éditeur contextuel. Ce document est composé d'éléments invariants et d'autres éléments génériques qui peuvent être instanciés pour créer des documents spécialisés. Un document de référence est composé de différents objets de présentation (texte, image, son, film) que nous appelons « conteneurs ». Chaque conteneur est muni de comportements qui déterminent la façon dont ils seront affichés à l'écran. Par exemple, on pourra décider qu'un texte s'affichera ligne par ligne, qu'il pourra s'estomper après l'affichage et qu'il devra être affiché après n autres conteneurs (chronologie). Les documents de référence sont utilisés par le générateur lors de la construction du didacticiel spécialisé. Ces documents sont générés sous un format indépendant, ce qui permet de les adapter aux différents contextes logiciels et matériels.

CONCLUSION

Dans cet article, nous avons montré notre approche de la construction et du fonctionnement d'une famille de didacticiels industriels. Différents modes de formation ont été identifiés, ainsi que différentes situations, y compris matérielles (dispositif pouvant accompagner le « recycleur » pendant son travail). L'approche générateur a été choisie pour satisfaire le souhait de disposer d'informations précises (sur des appareils à démonter) et non seulement des principes de démontage. Le travail s'est effectué dans un contexte pluridisciplinaire à la fois au niveau du projet global, dans lequel le recyclage a été abordé selon trois sensibilités différentes (automatique, informatique et comportement de l'homme au travail), et au niveau de la conception et de la réalisation de DidaRex, qui a permis de confronter notamment des informaticiens aux psychologues. Nous avons pu ainsi étudier des formes de présentations les plus appropriées. Le premier prototype de DidaRex a été réalisé à l'aide de ToolBook Instructor II. Il sert à la validation auprès des utilisateurs potentiels des choix de présentation et d'interaction. La migration vers un format « Web » ainsi que la transposition vers des dispositifs miniaturisés sont en cours.

BIBLIOGRAPHIE

Alexander C. *et al.* (1977). *A pattern language*, New-York : Oxford University Press.

Blondel F. (2000). *Gestion industrielle, Aide-mémoire de l'ingénieur*, Dunod.

Boutros N. *et al.* (2000). *Conception et mise en œuvre d'un didacticiel professionnel*, RJC-IHM Ile de Berder.

David B., Boutros N.& Saïkali K. (1999), « Conception orientée recyclage des produits manufacturiers », *3ème Congrès International de Génie Industriel*, Montréal, Canada.

Dufresne A. (1992). « Ergonomie cognitive, Hypermédias et Apprentissage », *in* B. de La Passardière et G.-L. Baron (éds), *Hypermédias et apprentissages*, Actes des premières journées scientifiques Hypermédias et Apprentissages, Chatenay-Malabry, Paris : INRP/EPI, p. 121-132.

Eckel B. (1999). *Thinking in patterns with Java*.

Garrido A., Rossi G. & Schwabe D. (1997). « Patterns Systems for Hypermedia », *Proceedings of PloP'97*, Atlanta, USA.

Konan L. (1998). *Analyse de travail dans une entreprise d'insertion : Essai de conception d'une méthodologie de recueil et d'analyse de procédures de travail implicites lors du démontage d'appareils électroménagers*, Mémoire de Maîtrise en psychologie, Université Pierre Mendès-France, Grenoble, 56 p.

Maurino M. (1995). *La gestion des données techniques*, Paris : Masson.

Mousavi S. Y., Low R. & Sweller J. (1995). « Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes », *Journal of Educational Psychology*, vol. 87, n° 2, p. 319-334.

Najjar L. J. (1996). « Multimedia information and learning », *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, vol. 5, p. 129-150.

Nanard J. & Nanard M. (1999). « Toward an Hypermedia Desgin Patterns Space », *Proceedings of the HT99 Workshop on Hypermedia Development Design Patterns in Hypermedia*, Darmstadt, Germany.

Pyronnet J. (1998). *Analyse de travail dans une entreprise d'insertion : Identification des stratégies de désassemblage*, Mémoire de maîtrise en psychologie, Université Pierre Mendès-France, Grenoble, 65 p.

Randoing J. M. (1995). *Les SGDT*, Paris : Hermès.

Riehle D. & Züllighoven H. (1997). *Understanding and Using Patterns in Software Development. Theory and Practice of Object Systems 2*.

Rossi G., Schwabe D. & Garrido A. (1997). « Design Reuse in Hypermedia Applications Development », *Communication of the ACM, Hypertext 97*, Southampton UK.

Van Welie M., Van der Veer G. C. & Eliëns A. (2000). « Patterns tools for user interface design », *in* J. Vanderdonckt & C. Farenc, *Tools for working With Guidelines (TFWWG'2000)*, Springer, p. 314-324.

Vial I. & Dubois M. (2000). « Cognitive effects of multimedia presentation of technical information », *2nd Conference on Management and Control of Production and Logistics (MCPL*), MCPL' 2000, Grenoble.

Weidenfeld G. (1997). *Techniques de base pour le multimédia*, Masson.