



HAL
open science

Difficultés d'étudiants à trouver des archétypes de machines lors d'une recherche dans un hypertexte

Yves Cartonnet, Michaël Huchette

► **To cite this version:**

Yves Cartonnet, Michaël Huchette. Difficultés d'étudiants à trouver des archétypes de machines lors d'une recherche dans un hypertexte. Cinquième colloque Hypermédias et apprentissages, Apr 2001, Grenoble, France. pp.283-290. edutice-00000469

HAL Id: edutice-00000469

<https://edutice.hal.science/edutice-00000469>

Submitted on 11 Jun 2004

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

DIFFICULTÉS D'ÉTUDIANTS À TROUVER DES ARCHÉTYPES DE MACHINES LORS D'UNE RECHERCHE DANS UN HYPERTEXTE

Yves CARTONNET et Michaël HUCHETTE

École Normale Supérieure de Cachan
Laboratoire Interuniversitaire de Recherche en Éducation Scientifique
et Technologique

cartonnet@lirest.ens-cachan.fr, huchette@lirest.ens-cachan.fr

***Résumé :** Ce texte présente une formation, innovante par les changements d'outils et de méthodes, à la conception distribuée de machines industrielles mise en place depuis trois ans à l'ENS de Cachan, et donne les résultats de son évaluation didactique, en ce qui concerne la tâche de veille concurrentielle effectuée par les étudiants dans une base de données hypertexte.*

***Mots-clés :** génie mécanique, formation innovante, conception de machines, veille concurrentielle, navigation, instrument, contrat didactique.*

***Abstract :** This text describes an innovating training of distributed mechanical design at the « Ecole Normale Supérieure de Cachan », and gives the results of its didactic evaluation as regards the task of competitive watch made by the students in a data base hypertext.*

***Key words :** engineering design, innovating training, mechanical design, browsing, instrument.*

INTRODUCTION

L'objectif de ce texte est d'une part de présenter une formation innovante à la conception de machines industrielles mise en place depuis trois ans à l'ENS de Cachan, et d'autre part de donner les résultats de son évaluation didactique, en ce qui concerne la tâche de veille concurrentielle effectuée par les étudiants.

Cette formation, appelée CoDiMI (**C**onception **D**istribuée de **M**achines **I**ndustrielles), a été conçue pour prendre en compte, dans la formation d'ingénieurs-concepteurs, les évolutions des pratiques professionnelles de conception de produits industriels, à savoir l'informatisation des postes de travail avec une mise en réseau télématique des acteurs de la conception et l'organisation du travail en équipes-projet. C'est pourquoi les contenus d'enseignement y ont été modifiés par rapport aux formations précédentes dispensées en travaux pratiques de bureau d'études mécaniques à l'ENS de Cachan. Des outils informatiques y sont intégrés : une base

de données hypertexte, un logiciel de calcul pour l'ingénieur, une visioconférence avec banc-titre et une messagerie électronique. Le travail y est organisé de manière collective : d'abord groupés par 2 ou 3 pour effectuer une veille concurrentielle, chacun de ces groupes est ensuite jumelé avec un autre groupe, situé à distance dans un autre bâtiment avec lequel il fait équipe pour concevoir et dessiner ensemble une machine : une pompe doseuse.

En enseignement, les technologies d'information et de communication (TIC) peuvent être utilisées dans un but pédagogique, c'est-à-dire pour rendre plus efficace l'enseignement de tel ou tel contenu. Dans ce cadre, E. Bruillard (Bruillard, 1997) classe ces outils informatiques pédagogiques dans quatre catégories : les bases de données, les exercices, les micromondes et les tutoriels. Mais nous avons intégré l'utilisation des TIC dans les activités d'enseignement afin de former à la maîtrise de ces outils. Il s'agit dans ce cas d'un enjeu didactique plutôt que pédagogique.

Lorsque la psychologie cognitive a pour objet les processus cognitifs mis en œuvre lors de la recherche d'informations dans un hypertexte, c'est dans le but de les modéliser et de concevoir des systèmes d'information mieux adaptés à l'utilisateur potentiel (Rouet & Tricot, 1998). Notre point de vue, quant à lui, est didactique, parce que notre objectif est de repérer, dans les démarches adoptées par les étudiants, les difficultés qu'ils rencontrent, non pas dans une visée de modifier le système d'information (qu'il faut apprendre à maîtriser) mais d'améliorer la formation donnée aux étudiants. Etant donné que, dans CoDiMI, les contenus de formation ont changé par rapport aux situations de formation précédentes en particulier par l'utilisation d'outils informatiques, notre objet de recherche est ici constitué des difficultés rencontrées par les étudiants, causées par l'utilisation d'outils informatiques.

LA FORMATION CODIMI

La formation CoDiMI a été suivie par trois promotions d'étudiants en mars 1999, février 2000 et février 2001, en licence de Technologie mécanique, à l'ENS de Cachan. Le but prescrit aux étudiants sur l'ensemble des 20 heures de formation est de concevoir et dessiner le plan d'avant-projet d'une pompe doseuse à partir de son cahier des charges. Basée sur une simulation d'une situation de travail en PMI, cette formation se déroule en trois étapes. La première étape dure 4 heures et consiste à effectuer une veille concurrentielle par groupe de 2 ou 3. C'est cette étape qui est l'objet des résultats présentés dans ce texte. La deuxième étape (8 h) consiste à choisir comme point de départ de la conception un archétype de pompe doseuse parmi ceux trouvés dans la concurrence et de dimensionner l'architecture de la machine. La troisième (8 h) consiste à choisir les composants et dessiner la pompe. Lors des deux dernières étapes, les groupes d'étudiants sont jumelés deux à deux, à distance.

LA TÂCHE DE VEILLE CONCURRENTIELLE ATTENDUE

La consigne et les données

Les données de départ sont une lettre de mission et un cahier des charges, qui définissent les fonctions d'usage et les performances souhaitées de la pompe doseuse à concevoir. Il est demandé aux étudiants d'effectuer une recherche d'informations dans une base de données hypertexte, afin de repérer les produits du marché qui répondent aux exigences fixées. La lettre de mission liste 10 performances, le cahier des charges fonctionnel décompose la fonction d'usage de la machine en 6 fonctions, appréciables par 17 critères au total. Aussi les étudiants disposent-ils de plus d'informations que nécessaire pour effectuer la tâche de veille concurrentielle. Parmi les performances de la pompe à concevoir, citons le *débit maximal* et la *pression maximale*, dont les valeurs doivent être respectivement supérieures à 20 litres par heure et 400 bars.

La base de données hypertexte

La base de données documentaire est structurée en arborescence. Les 11 « branches » de départ de cette arborescence sont accessibles par la page d'accueil « liste des constructeurs » qui se présente sous la forme d'un menu listant les 11 noms de constructeurs de pompes doseuses. En plus de cette arborescence, des liens transversaux existent et certaines pages constituent des réseaux.

Une utilisation attendue de la base de données

Afin de préciser la tâche de recherche d'information qui permet de trouver les pompes doseuses répondant au cahier des charges, nous en donnons ici un modèle rationnel, au sens où Rouet et Tricot l'entendent : « il décrit la façon la plus efficace d'obtenir l'information souhaitée, dans un environnement donné » (Rouet et Tricot, 1995, p. 311).

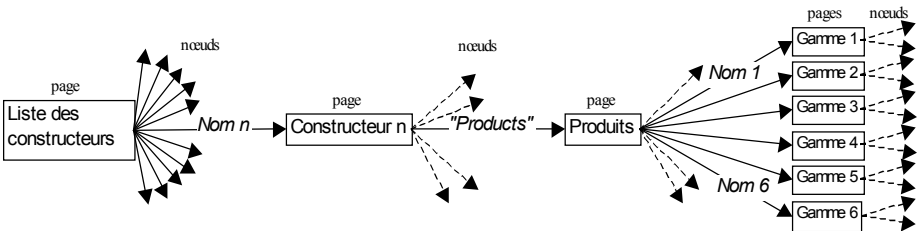


Figure 1. Extrait d'une « branche » de l'arborescence de la base de données hypertexte.

Pour effectuer ce modèle, nous prenons le point de vue de l'expert en pompes doseuses, qui maîtrise de plus un système d'information hypertexte type Internet (mais qui ne connaît *a priori* ni la structure, ni le contenu exact de la base de données utilisée). En tant qu'experts en pompes doseuses, nous pouvons, à cette étape de la conception, synthétiser la performance d'une pompe doseuse par ses caractéristiques de *pression maximale* et *débit maximal*. Ce sont ces caractéristiques qui serviront de critères de recherche et de sélection dans la base de données. La figure 1 montre un extrait de l'arborescence de la base de données. C'est un modèle

type d'une des 11 branches « constructeur ». Les flèches en trait plein sont les nœuds à ouvrir pour trouver, de manière exhaustive, les pompes doseuses produites par tous les constructeurs et dont le débit maximal et la pression maximale atteignent les valeurs requises. Les flèches en trait pointillé sont des nœuds qu'il n'est pas nécessaire d'ouvrir. Une page « gamme » étant atteinte, il faut garder en mémoire le nom de la pompe qui y est décrite si sa pression et son débit sont respectivement supérieurs à 400 bar et 20 l/h. Sinon, il faut l'éliminer. Lorsque toutes les pages « gamme » d'une branche « constructeur » ont été consultées et que les pompes produites par ce constructeur ont été retenues ou éliminées, il faut retourner à la page « liste des constructeurs » afin de suivre la même procédure dans chaque branche « constructeur ».

DIFFICULTÉS OBSERVÉES

Pendant 30 minutes, l'enseignant fournit aux étudiants les consignes et données décrites précédemment, et n'intervient que pour vérifier leur état d'avancement, sans proposer de guidage. Au bout de 15 minutes, un observateur fait formuler aux étudiants l'objectif qu'ils poursuivent et la procédure qu'ils mettent en œuvre. L'observation de 11 groupes de la promotion 2000 a été réalisée pendant toute la formation CoDiMI grâce à un camescope monté sur pied. Pendant les 30 minutes de veille concurrentielle « libre », nous avons relevé les discours, les manipulations de la souris et du clavier de l'ordinateur et les pages hypertexte consultées par les étudiants.

Après 30 minutes, seuls 3 groupes sur 11 (27%) ont trouvé et sélectionné les 4 pompes doseuses de la concurrence qui sont assez performantes pour répondre au cahier des charges. 9 groupes (82%) manquent de temps, en 30 minutes, pour consulter la totalité des 11 branches constructeurs de la base de données. En moyenne, seulement 57% des sites constructeurs (accessibles par le menu de la première page de la base de données) sont consultés. Quelles difficultés ont pu causer cette mauvaise performance globale des étudiants ?

Des schèmes d'utilisation non construits

Nous utilisons le concept d'instrument élaboré par P. Rabardel (Rabardel, 1995). Selon lui, l'utilisation d'un artefact comme instrument nécessite que l'utilisateur ait construit des schèmes d'utilisation. Ce sont des élaborations cognitives qui lui permettent d'une part de gérer les caractéristiques et propriétés particulières de l'artefact (schèmes d'usage) et d'autre part qui consistent à connaître les fonctions possibles de l'artefact, afin de penser à l'utiliser de manière appropriée lors de la réalisation d'une tâche (schèmes d'utilisation). Nous utilisons ce cadre d'analyse parce qu'il apparaît que des schèmes d'utilisation du logiciel de navigation ne sont pas construits par les étudiants, ce qui peut expliquer en partie leur défaut de performance. Trois fonctionnalités du logiciel sont mal connues par les étudiants : la « recherche par mot-clé dans une page », l'« ascenseur » comme indicateur de la parcellisation d'une page sur plusieurs écrans et les fonctionnalités de retour à une page déjà consultée.

Premièrement, la fonction « recherche par mot-clé dans une page » n'est pas utilisée par les étudiants. En moyenne, un groupe consulte 27 pages de la base de données. Dans 7,8 d'entre elles (en moyenne), il recherche une information précise (la pression et le débit d'une pompe), elle est repérée dans le discours d'un étudiant du groupe et la lecture de la page est interrompue dès la détection de cette information. Parmi ces pages, 5,4 ont nécessité de la « faire défiler » à l'écran car l'information recherchée ne se trouve pas en haut de la page. L'analyse des cassettes vidéo montre que dans cette dernière situation, l'unique mode opératoire utilisé est de « faire défiler » la page à l'écran au moyen de « l'ascenseur » prévu à cet effet dans le logiciel de navigation. Aucun étudiant n'a utilisé la « recherche par mot-clé dans une page » du logiciel de navigation, pourtant la plus efficace pour cette tâche. Il semble donc que son schème d'usage ne soit pas construit. Cela a pour conséquence une perte de temps et nous avons montré précédemment que les étudiants manquent de temps pour consulter l'ensemble des sites constructeur.

Deuxièmement des groupes considèrent que l'écran affiche une page entière alors que les informations utiles nécessitent de « faire défiler » la page à l'écran. En effet, l'échec de 2 groupes (18%) dans la veille concurrentielle s'explique directement parce qu'ils se contentent de lire la partie de la page qui se trouve à l'écran, alors que les informations pertinentes se trouvent « plus bas » dans la page. Il semble que les étudiants mettent en œuvre des schèmes d'action instrumentée préexistants, ceux du livre dont on tourne les pages. Mais l'adaptation de ces schèmes est incomplète. L'indication de la taille de la page et de la proportion et position de la partie affichée à l'écran, donnée par le curseur de « l'ascenseur » du logiciel de navigation, n'est pas prise en compte par les étudiants. Pourtant, « l'ascenseur » est utilisé par ces mêmes groupes dans d'autres pages. Nous formulons l'hypothèse que la mise en forme du texte de la page et l'endroit où s'effectue la coupure en bas de l'écran, entre ce qui est visible et caché de la page, est un facteur influençant la conscience de sa parcellisation sur plusieurs écrans. Par exemple si cette coupure se trouve au milieu d'une image, d'un mot ou d'une phrase, l'existence d'une suite ne fait aucun doute, elle est graphiquement visible à l'écran. Par contre, si cette coupure se trouve au milieu d'un espace vide, après un paragraphe de texte, rien n'indique, excepté l'ascenseur, qu'il y ait une suite, plus bas dans la page.

Troisièmement les boutons de retour aux pages précédemment consultées ne sont pas maîtrisés. Le retour à la page précédente n'est prévu par l'hypertexte dans aucune page, et il est donc nécessaire d'utiliser les fonctionnalités du logiciel de navigation. Afin de retourner à la page précédente, tous les groupes utilisent le bouton « page précédente » du logiciel. Mais pour remonter plus loin, cette fonctionnalité, répétée plusieurs fois, n'est pas la mieux adaptée par rapport à d'autres comme le « retour à une des pages consultées », listées dans un menu déroulant ou le « retour à la page d'accueil ». Pourtant ce mode opératoire inapproprié est utilisé dans 57% des cas, en cliquant jusqu'à 16 fois de suite sur le bouton « retour ». Six groupes (54%) n'utilisent jamais le menu déroulant « retour à une des pages consultées » et 10 (90%) n'utilisent jamais le « retour à la page d'accueil » qui permet l'accès direct à la page « liste des constructeur » (voir figure 1). Cela montre que les schèmes d'usage associés ne sont pas construits par une majorité d'élèves.

Au bilan, nous avons montré que les étudiants ont rencontré des difficultés dans l'utilisation du logiciel de navigation, parce qu'ils maîtrisent mal trois de ses fonctionnalités. Ont-ils aussi des difficultés à générer une méthode de recherche d'information ?

Une méthode systématique *versus* la poursuite des hyperliens appâts

Dans leur modèle des processus cognitifs de recherche d'information, Rouet et Tricot (1998, p.63) distinguent deux processus distincts de sélection de l'information : un processus *exhaustif* où « toutes les catégories d'information sont examinées avant qu'une décision ne soit prise », et un processus *auto-terminatif*, où « une décision est prise dès lors qu'une catégorie dépasse une certaine valeur-seuil d'intérêt ». Dans le cas de la recherche des performances des pompes doseuses dans la base de données hypertexte, le processus de sélection a lieu à deux niveaux. À un premier niveau, dans une page « produits » (voir figure 1), l'étudiant doit sélectionner le nom d'un produit dont il veut voir la page descriptive parmi les mots d'un menu hypertexte. À un deuxième niveau, dans une page « gamme » qui décrit les performances d'une pompe doseuse, les étudiants doivent décider si celle-ci doit être sélectionnée ou rejetée.

Les résultats suivants portent sur le premier niveau de sélection, celle des nœuds qui amènent aux pages « gamme », voir figure 1. Pour 60% des nœuds qui permettent l'accès aux pages « gamme », c'est le seul nom du produit qui sert de critère de sélection, et, par conséquent, une exploration exhaustive. Pour les autres (40%), la valeur de la pression ou/et du débit complète le nom de pompe.

Or on observe que le processus de sélection *auto-terminatif* prévaut au détriment du but d'exhaustivité de la veille concurrentielle. En effet, dans les pages « constructeurs » où tous les nœuds sont annoncés par des noms de pompe, sans indication de leurs caractéristiques (cela arrive en moyenne 2 fois par groupe, seul un n'est pas concerné). Dans 86% des cas, les étudiants ne réalisent pas une recherche exhaustive : ils ne visitent pas toutes les pages « gamme ». Ils ne sélectionnent qu'une partie des nœuds. L'analyse du discours des étudiants permet de formuler trois explications à ces comportements inattendus.

- Premièrement, dans 40% des cas, les étudiants sélectionnent un nœud qui a plus d'intérêt à leurs yeux que les autres, car le nom de la pompe contient les termes « high pressure » (« haute pression » en anglais). C'est un critère de performance relative à une catégorie de pompes doseuses, que les étudiants se sont appropriés au fur et à mesure de la consultation de la base de données, par comparaison à l'ensemble des pompes rencontrées. Ce serait un critère pertinent pour comparer uniquement une pompe « high pressure », d'une autre « low pressure ». Mais ce n'est pas le cas car cette pompe est en concurrence avec d'autres pompes dont le nom n'exprime pas sa performance relative. Notre hypothèse est que ces étudiants (répartis dans 8 groupes sur 11, i.e. 72%), utilisent un processus de sélection auto-terminatif de manière spontanée qui est plus prégnant que le respect du but d'exhaustivité de la veille concurrentielle.
- Deuxièmement, 18% des sélections non-exhaustives s'expliquent par l'abandon d'une page « produit » parce que les quelques pages « gamme » qui y ont déjà

été consultées désignent des pompes qui ne sont pas assez performantes. Ils généralisent donc les performances de celles-ci à l'ensemble des produits du même constructeur. Ce n'est en général pas pertinent.

- Troisièmement certains étudiants reconnaissent des noms de pompes en partie identiques à des pompes déjà rencontrées auparavant, et choisissent de ne pas sélectionner ces nœuds, même s'il y en a plusieurs différents, sans vérifier ce qui les différencie.

Ainsi des défauts de performance ont pu être expliqués par des problèmes de maîtrise du logiciel de navigation et par la prégnance d'un processus cognitif spontané de recherche d'information qui s'oppose au but de la consigne donnée par l'enseignant. Quelles autres raisons peuvent justifier que les étudiants ne suivent pas cette consigne ?

La déformation du contrat didactique et de la représentation du but

Comme nous l'avons déjà précisé, les étudiants manquent de temps pour consulter l'ensemble des 11 branches de la base de données. Cependant, on peut remarquer d'une part que 9 groupes (82%) consultent, après avoir sélectionné une pompe, des pages qui décrivent son fonctionnement alors que ce n'est pas demandé dans la consigne et d'autre part que 3 groupes (27%) ont une vigilance diminuée quant à la recherche des caractéristiques de débit et pression, dès qu'ils ont trouvé une pompe qui convient. Nous avons en effet observé qu'ils ne repèrent plus ces caractéristiques, même si elles correspondent justement aux performances souhaitées. L'analyse des discours dans ces 3 groupes explique leurs comportements : l'un d'entre eux est persuadé que l'exercice de conception n'aurait pas de sens si une pompe qui aurait déjà les performances souhaitées existait déjà. Un étudiant dit : *« Si la solution était sur le site, on n'aurait pas besoin de chercher, il va falloir faire un mélange de solutions »* et plus tard *« c'est surtout les architectures qu'on veut »*. Son but n'est donc pas de trouver des pompes qui répondent au cahier des charges, mais d'analyser des « architectures » de machines pour s'en inspirer. Deux autres groupes pensent que, comme dans un exercice scolaire de résolution de problème, le dispositif pédagogique a été construit pour qu'ils n'en trouvent qu'une seule et que c'est cette pompe qu'ils devront reconcevoir. Un étudiant dit : *« je pense qu'à la fin, il y en aura une qui tombera pil-poil. »* Un autre : *« on était tombé sur la bonne direct. »* Ainsi, une fois « la » pompe trouvée, l'exercice consiste pour eux à comprendre son fonctionnement et les éléments de machine qui la constituent.

Pour conclure nous avons observé des défauts de performance pour 3/4 des groupes dans la réalisation d'une veille concurrentielle dans une base de données hypertexte. Nous avons montré que ces défauts étaient causés par trois types de difficultés : des difficultés dues à l'utilisation d'un outil informatique, le logiciel de navigation ; des difficultés dues à l'incompatibilité d'un comportement spontané de recherche des étudiants et du but de l'activité et enfin des effets de contrat didactique et de modification implicite de la consigne.

BIBLIOGRAPHIE

Bruillard É. (1997). *Les machines à enseigner*, Paris : Hermès.

Rabardel P. (1995). *Les hommes et les technologies : approche cognitive des instruments contemporains*, Paris : Armand Colin.

Rouet J.-F. & Tricot A. (1995). « Recherche d'informations dans les systèmes hypertextes : de la représentation de la tâche à un modèle de l'activité cognitive. », *Sciences et techniques éducatives*, vol. 2, n° 3, p. 307-331.

Rouet J.-F. & Tricot A. (éds) (1998). « Chercher de l'information dans un hypertexte : vers un modèle des processus cognitifs », in *Les hypermédias, approches cognitives et ergonomiques*, Paris : Hermès, Hypertexte et hypermédias, p. 57-74.