Outil « multimédia »: une aide à l'approche fonctionnelle des systèmes

S. Mias¹, N. Barthen², R. Choulli³ et J.M. Mendousse⁴

¹ IUFM Midi-Pyrénées
Centre départemental de Tarbes
Département de Génie Électrique
57 avenue d'Azereix
F-65016 Tarbes, France

² Lycée Victor Hugo, Colomiers.

³ Lycée Jolimont, Toulouse.

⁴ IUFM Midi-Pyrénées.

Outil « multimédia » : une aide à l'approche fonctionnelle des systèmes

Serge Mias, IUFM Midi-Pyrénées, Centre départemental de Tarbes, Département de Génie Électrique, 57, Avenue d'Azereix, 65016 Tarbes. serge.mias@toulouse.iufm.fr

responsable du groupe recherche-formation de l'Académie de Toulouse, « Analyse fonctionnelle et outil multimédia », (2000-2003).

Barthen Norbert, professeur d'électrotechnique au lycée Victor Hugo de Colomiers.

Choulli Rachid, professeur d'électrotechnique au lycée Jolimont de Toulouse.

Mendousse Jean-Michel, formateur en construction mécanique à l'IUFM Midi-Pyrénées.

Résumé :

L'essentiel de l'horaire d'enseignement de l'électrotechnique, en première et terminale STI génie électrotechnique, doit être consacré à l'étude de systèmes techniques industriels, appréhendés selon les approches fonctionnelle, matérielle, temporelle. L'enseignant propose des travaux pratiques « tournants », une relative autonomie des élèves est donc indispensable. L'objectif de l'outil pédagogique présenté ici est de faciliter, dans le cadre d'une démarche descendante et inductive, la modélisation fonctionnelle du système, dès la phase d'approche globale du système, ou dès qu'une nouvelle étude nécessite de situer fonctions et constituants dans leur contexte. Le groupe recherche formation a fixé le cahier des charges de l'« outil », construit et testé des prototypes, choisi un logiciel support, accessible et largement diffusé, défini le scénario didactique, l'interface, le scénario de navigation. L'outil pour les enseignants est aujourd'hui disponible, accompagné de cinq exemples d'application, portant sur des systèmes didactisés inscrits au guide d'équipement de la filière.

Mots clés : électrotechnique, outil, pédagogique, système, fonctionnel, descendant, inductif, autonomie, logiciel.

1 Situation du problème :

L'enseignement de l'électrotechnique, dans les classes de préparation au baccalauréat STI Génie électrotechnique, s'appuie sur l'étude de systèmes techniques industriels, complexes et pluritechnologiques, appréhendés selon trois approches: fonctionnelle, matérielle, temporelle.

L'approche fonctionnelle, conduite selon une méthode d'analyse descendante, permet de modéliser les activités conduites par les différents sous-ensembles, (du "sous-système" au constituant), pour mettre en évidence les fonctions nécessaires au système et leurs interactions (flux de matière d'oeuvre, d'énergie, d'informations).

Chaque lycée assurant la préparation au baccalauréat Génie électrotechnique, pour des raisons de coût et d'encombrement, n'est généralement équipé que d'un seul exemplaire du système.

De ce fait, l'enseignant est contraint à proposer des travaux pratiques "tournants" à des groupes d'une quinzaine d'élèves, le plus souvent distribués en binômes, et donc occupés à des tâches différentes, sur des supports différents.

Cette méthode requiert une relative autonomie de chacun des élèves ou groupes d'élèves: ils disposent du système, d'appareils de mesure, d'un dossier technique, d'un texte de travaux pratiques (fiche contrat, fiche de guidance, documents ressources).

D'où l'hypothèse : de par ses possibilités, l'outil multimédia doit faciliter la mise en relation de la modélisation fonctionnelle, sous la forme d'une

analyse descendante et structurée, avec une description matérielle de ce système (photographies, identification des constituants, schémas électriques, plans mécaniques,...) grâce à l'utilisation de couleurs, d'animations, l'intégration d'images, de liens hypertextes entre modélisations fonctionnelle, matérielle, temporelle,...

2 Objectifs de la production :

A partir du constat et de l'hypothèse ci-dessus, le groupe de travail s'est fixé, sur trois ans, deux objectifs principaux indissociables :

- **produire**, à destination des **enseignants** en charge des classes concernées un « outil » configurable, facilement accessible, leur permettant de construire des aides multimédia et d'adapter les exemples proposés aux versions des systèmes dont ils disposent. L'utilisation de cet outil ne se concevra que par rapport à une démarche pédagogique plus globale. Le scénario pédagogique devra intégrer une séquence de travaux pratiques, permettant à l'élève de confronter les modèles proposés par la ressource multimédia à la réalité du système. Le contenu de la ressource informatisée dépendra des objectifs de formation et du niveau de l'élève .

- **produire** des exemples d'aides multimédia à l'approche fonctionnelle / structurale, **par l'élève** en début de formation, des principaux systèmes inscrits au guide d'équipement du baccalauréat génie électrotechnique (station d'irrigation, système de levage, transgerbeur, bain régulé en température), et système didactisé de traction électrique ferroviaire.

3 Travaux réalisés

Première année (2000-2001): élaboration du cahier des charges fonctionnel, production de prototypes (applications élèves).

Deuxième année (2001-2002): choix du logiciel support, élaboration du scénario didactique, du scénario de navigation, de l'interface, test des prototypes en établissement scolaire, en collaboration avec des enseignants de l'Académie de Toulouse, titulaires ou stagiaires.

Troisième année (2002-2003): production de l'outil définitif pour les enseignants, du guide d'utilisation ; production d'exemples d'applications élèves : un exemple « vide », quatre exemples complétés ; proposition de stage de formation continue au plan académique de formation 2003-2004 de l'Académie de Toulouse.

4. Le cahier des charges :

4.1 Fonctions de service de l' « outil », par ordre de priorité:

FS1 : L'élève s'approprie le système à partir de son analyse fonctionnelle / structurelle.

FS4 : Le professeur propose des activités aux élèves.

FS2 : L'élève modélise partiellement (fonctionnel / structurel) une partie du système.

FS3 : Le professeur configure l'OUTIL pour l'adapter au niveau de l'exploitation des élèves.

FS6 : L'ordinateur permet l'accès à l'OUTIL

FS5 : Le professeur adapte l'OUTIL à la version du système dont il dispose.

FS7 : Le professeur se procure l'OUTIL

fig 1 : Graphe des interacteurs

5. Description de l'outil:

5.1 Les bases du scénario didactique :

Le scénario didactique est construit en réponse aux quatre questions ci-dessous :

5.1.1 Pourquoi ?

Le programme du baccalauréat Génie électrotechnique, définit des compétences terminales liées à l'analyse fonctionnelle des systèmes :

5.1.1.1 en électrotechnique : « En présence d'un système automatisé, les schémas, le programme (ou

le type de commande) et la documentation technique étant fournis :

- Justifier une décomposition fonctionnelle du système automatisé selon la méthode d'analyse descendante (point de vue gestion d'énergie).

- Définir, sur la décomposition matérielle, la frontière des fonctions, repérer les contrôles énergétiques ou informationnels de chacune d'elles.

- Désigner, justifier, choisir, mettre en œuvre les constituants qui réalisent la synthèse des fonctions.

- Valider les propriétés définies par les modélisations du système automatisé au moyen de dispositions de mesures et essais.

- Proposer une modélisation du sous-système de gestion d'énergie, valider cette modélisation au moyen d'essais et de mesurages conduits sur le système automatisé

- Caractériser la commande du système et les sous-systèmes de traitement et d'acquisition des données.

- Désigner les relations qui permettent des rétroactions (régulations, asservissements)» ;

5.1.1.2 en construction mécanique : « En possession de tout ou partie du cahier des charges fonctionnel du système, des dessins et schémas le définissant, de différents niveaux de description fonctionnelle :

- Identifier les supports d'activité qui réalisent les fonctions.

- Pour l'activité directe sur la matière d'œuvre : Identifier les entrées, les sorties et les contraintes d'activité ».

5.1.2 Où ?

En salle d'étude des systèmes, en présence du système étudié.

5.1.3 Quand ?

Lors des séances de travaux pratiques, d'électrotechnique ou d'AIL, dès la phase d'approche globale du système, en première ou terminale, ou dès qu'une nouvelle étude nécessite de situer fonctions et constituants dans leur contexte.

5.1.4 Comment ?

L'élève ou le binôme travaille en autonomie, le professeur propose un texte de travaux pratiques Un ou plusieurs des objectifs terminaux est choisi dans la liste citée en 5.1.1, l'élève rédige un compte-rendu. Le document multimédia, élaboré à l'aide de l' « outil », constitue l'une des ressources

5.2 L'interface :

Les choix effectués (couleurs des liens hypertextes, forme et emplacement des boutons,...) reprennent des solutions « classiques », d'utilisation intuitive.

fig 2 : Barre de navigation

5.3 Le scénario de navigation :

L'outil propose par défaut un scénario de navigation, dont les deux principes spécifiques sont présentés en 5.3.2 et 5.3.3. Chacune des rubriques du sommaire

donne accès à une diapositive ou à un groupe de diapositives liées. Le passage par la page du sommaire est obligatoire pour accéder à une autre rubrique.

L'outil de base propose 21 diapositives, listées ci-dessous, les titres permettent de les identifier plus facilement lors de l'élaboration du diaporama et de la mise en place des liens : Sommaire(1), Règles de navigation (2), Présentation syst. réel 1/2 (3), Présentation syst.réel 2/2 (4), Système didactisé 1/2 (5), Système didactisé 2/2 (6), A-0 (7), Système réel 1/4(8), Système réel 2/2 (9), Support d'activité de A0 1/2(10), Support d'activité de A0 2/2 (11), A0 5 boîtes (12), Ax 5 boîtes (13), Axy 5 boîtes (14), Axyz 5 boîtes (15), Support d'activité de Ax.. 1/3 (16), Support d'activité de Ax.. 2/3 (17), Schéma du support d'activité de Ax. (18), Bibliographie, sites internet (19), Voulez-vous vraiment quitter le diaporama? (20), Auteurs (21).

5.3.2 Les diapositives « actigrammes » :

Les diapositives A-0, A0, Ax, Axy, Axyz doivent être configurées par l'enseignant. Il définit les Ax, Axy,... puis choisit le type de boîte, selon le nombre d'entrées-sorties souhaité, le nombre de boîtes, et paramètre les liens aller-retour, A0-Ax, Ax-Axy, etc. Il peut aussi créer d'autres niveaux de décomposition, au delà de Axyz.

Cliquer sur le lien « Axy » de la boîte mère Ax permet d'ouvrir l'actigramme correspondant :

fig 3 : Liens inter-actigrammes

5.3.3 Les diapositives « support d'activité » :

Trois diapositives liées sont proposées pour permettre la mise en évidence de l'élément matériel réalisant chacune des fonctions. L'enseignant pourra adapter le scénario pédagogique à ses objectifs, en insérant par exemple des diapositives supplémentaires, pour présenter des critères de choix, méthodes de détermination, notes de calcul... La diapositive 1/3 est prévue pour recevoir une représentation matérielle proche du système didactisé réel, une photographie par exemple. Le support d'activité peut être isolé par une frontière, analogue à la frontière de la représentation fonctionnelle. Les supports matériels véhiculant les flux peuvent aussi être mis en évidence. La relation fonctionnel-matériel est ainsi immédiate.

La diapositive 2/3 est prévue pour recevoir une autre représentation matérielle de tout ou partie du système didactisé, un dessin par exemple. L'élève est confronté à un premier niveau de représentation schématique.

La diapositive 3/3 est destinée à recevoir une représentation schématique plus spécialisée du sous-ensemble matériel concerné (schéma électrique, cinématique, ...). L'élève est confronté à un deuxième niveau de modélisation, dans le cadre d'une démarche inductive.

Cliquer sur le lien « support d'activité » le fait apparaître, isolé dans son environnement :

fig 4 : Liens actigrammes-supports d'activité 1/3

5.4 Les éléments graphiques élémentaires :

5.4.1 Les boîtes:

Les boîtes sont constituées de rectangles groupés et ordonnés. Elles comprennent quatre points d'accrochage pour les connecteurs « contrainte » ; 3, 4 ou 5 points pour les connecteurs « entrée de matière d'œuvre » d'une part, et « sortie de matière d'œuvre » d'autre part. L'enseignant peut renseigner les champs « fonction », « repère actigramme », « support d'activité », avec ou sans lien hypertexte.

fig 5 : Boîte élémentaire 4 entrées, 5 sorties possibles

fig 6 : Détail d'actigramme

5.4.2 Les flux :

Les flux (matière, énergie, information) sont représentés par des connecteurs ; les liaisons sont ainsi maintenues, en cas de déplacement des boîtes et éléments reliés par ces connecteurs.

fig 7 : Légendes de flux

Sept couleurs de flux sont proposées, en fonction de leur nature. Les flux peuvent être légendés par du texte, ou par « info-bulle » : la légende n'apparaît que si le symbole est pointé par l'utilisateur à l'aide de la souris. L'« info-bulle » permet d'afficher des informations jugées secondaires, ou de caractériser le flux, sans surcharge de l'écran initial.

5.5 Le logiciel :

Le logiciel de présentation assistée par ordinateur retenu pour cette application est relativement limité dans ses possibilités, par rapport aux logiciels d'enseignement assisté par ordinateur. Il a été choisi en raison de sa simplicité d'utilisation, et de sa diffusion dans les établissements scolaires. L'enseignant non informaticien peut ainsi facilement personnaliser sa production.

6. Les exemples :

Outre l'outil de base et les quatre exemples, (station d'irrigation, système de levage, transgerbeur, bain régulé en température), l'enseignant dispose d'un exemple vierge, composé de 156 diapositives. Si la structure proposée convient, l'adaptation pédagogique doit se réduire à la destruction de liens et à l'implantation des documents appropriés.

7 Bibliographie

1. Programme du baccalauréat Génie Electrotechnique, BOEN HS du 24 septembre 1992
2. CARTONNET Yves, "Apprentissage de schèmes d'usage et de schèmes d'action instrumentée, comparaison de populations d'étudiants et de types de médiations". In ASTER, n°28, 1999.
3. CHASSAING Jean-Paul, "Le concept de système authentique dans les enseignements technologiques et professionnels du secteur industriel" In Le pli, IUFM Toulouse, 1991.
4. CHASSAING Jean-Paul et TROCHET Jean-Luc, "Etudes de systèmes : des concepts autour du réel".
5. DE ROSNAY Joël, "Le macroscopie". SEUIL, 1975.
6. DURAND Daniel, "La systémique". PUF, 1979.
7. GRECH Jean-Marie, "Quelques réflexions sur la systémique". Document de cours, ENNA Paris Nord.
8. LE MOIGNE Jean-Louis, "Théorie du système général". PUF, 1984.
9. LAMBERT Jacques, "La modélisation dans l'enseignement des sciences et techniques industrielles". Rapport provisoire de synthèse. LEMME, Université Paul Sabatier, 1993.
10. MARTINAND Jean-Louis, "Pratiques de médiation". In Rapport d'activité du LIREST, 1999.
11. TRICOT André "Interactions homme-machine, cognition et environnements d'apprentissage" in "L'Ingénierie cognitive : IHM et cognition", Guy Boy, éditions Hermès Science.
12. WALLISER Bernard, "Systèmes et modèles". SEUIL, 1979.