

UN ENVIRONNEMENT MULTI-SITES POUR L'APPRENTISSAGE DES RESEAUX DE COMMUNICATION

Jean-Claude HOCHON

Département Informatique

ENSEEIH-IRIT

2, rue Camichel

31071 Toulouse Cedex - FRANCE

Tél : (+33) 61 58 83 68

Fax : (+33) 61 62 09 76

Email : hochon@enseeiht.fr

Souleymane OUMTANAGA

Département Formation scientifique

INSET

B.P. 1093

Yamoussoukro - COTE D'IVOIRE

Tel : (+225) 64 05 41

Fax : (+225) 64 04 06

Résumé :

Nous présentons dans ce papier, un système d'enseignement intelligemment assisté par ordinateur expérimenté dans un environnement multi-sites. Le domaine d'application de ce SEIAO est celui des réseaux de communication. Il est basé sur un modèle unique orienté objet permettant de spécifier puis de représenter les connaissances du domaine, et de concevoir ses différents modules. Cet environnement est conçu pour être doté d'une interface homme-machine hautement évoluée et adaptative.

Mots-clés :

SEIAO, Réseaux de Communication, Modèle Objet, Interfaces Homme-Machine.

Abstract :

We describe in this paper an intelligent tutoring system designed in a multi-site environment for teaching the networks. Based on an unique object-oriented model for representing the domain knowledge and for designing and implementing its different modules, this environment is designed in order to associate with it a sophisticated and adaptative man-machine interface.

Keywords :

ITS, Network Communication, Object-oriented Model, Man-Machine Interfaces.

UN ENVIRONNEMENT MULTI-SITES POUR L'APPRENTISSAGE DES RESEAUX DE COMMUNICATION

1. Introduction

On assiste depuis quelques années à un développement croissant des systèmes informatiques. L'une de ses branches, les réseaux de communication, n'échappe pas à cette règle. Les besoins évidents d'interconnexion de ces systèmes sont à l'origine du développement de grands réseaux informatiques au cours des années 70.

Un tel développement a été rendu possible par des progrès aussi bien sur le plan des matériels que celui des logiciels. Parmi ces derniers, les réseaux informatiques occupent une place prépondérante. Les années 80 ont vu la généralisation des systèmes des réseaux locaux et aujourd'hui, on parle de réseaux numériques à intégration des services (RNIS).

Il ressort également d'une étude de [Diaz 90] que le marché de l'emploi connaît actuellement une grande pénurie en Ingénieurs Réseaux. Ecartelés entre l'informatique et les télécommunications, les réseaux constituent un thème jugé trop appliqué. Il convient d'abord d'enseigner et de promouvoir le domaine. Ceci passe par un effort d'identification des concepts abordés dans une approche système, en mettant en exergue la richesse du domaine. Trois actions s'imposent :

- faire un effort exceptionnel de développement des formations doctorales afin de mettre fin à la pénurie d'enseignants-chercheurs ;
- développer dans toutes les formations scientifiques un enseignement en Réseaux venant en complément des bases informatiques ;
- promouvoir les enseignements de spécialisation (type 2^{ème} et 3^{ème} années d'écoles d'ingénieurs, Magistères, ...), soit par des outils d'enseignement, soit par des formations en présence d'un enseignant.

De ce constat, est née notre motivation de concevoir un environnement d'apprentissage permettant d'intégrer les connaissances en réseaux de communication. Cet environnement d'apprentissage que nous avons baptisé SYAPRECO (SYstème d'APrentissage des REseaux de COmmunication), a pour objectif le maintien de la formation technologique dans le contexte des réseaux informatiques. Cette formation peut se faire soit localement, soit à distance dans un cadre de télé-enseignement [Derycke et al. 90], [Mülhauser et al. 92]. Il s'adresse notamment à des étudiants de 2^{ème} et 3^{ème} années d'université et d'écoles d'ingénieurs, et aux enseignants souhaitant créer et diffuser leurs cours dans le domaine des réseaux informatiques à des apprenants situés dans des centres de formation.

La plupart des ouvrages de réseaux actuellement disponibles sur le marché sont plutôt théoriques. Une étude de l'existant nous a permis de dresser un état de l'art des systèmes d'enseignement des réseaux.

1.1. Les systèmes d'enseignement des réseaux

Le système SAFIR, développé par l'INSA de LYON sous l'égide de l'Agence De l'Informatique (ADI), permet de donner à l'étudiant un contact avec les protocoles de communication en éliminant complètement l'obligation de réaliser une implémentation. L'étudiant est confronté à un "simulateur" qui émule le comportement d'un système distant accessible à travers un service de communication. Il doit alors jouer le rôle du système local en générant les éléments de protocoles selon les fonctions à réaliser.

Avec SAPCAO [Benedouch et al. 87], une importante part est donnée à la compréhension des concepts relatifs aux protocoles de communication ; cependant, l'acquisition du savoir-faire au niveau de la programmation détaillée n'est pas abordée. L'objectif principal de SAPCAO est de simuler l'exécution d'un protocole dans un réseau imaginaire. Il a besoin, pour ce faire, que l'utilisateur lui fournisse des éléments concernant le protocole à étudier, tels que, par exemple, l'ensemble des procédures qui le constituent, la description du réseau et, d'une façon plus générale, de l'environnement imaginaire dans lequel il doit être expérimenté.

Les travaux de [Oliveira et Mauro 92] ont porté sur le maintien de formation technologique dans le domaine des réseaux informatiques et de systèmes distribués. Le système MINHONIX utilise une démarche pédagogique basée sur l'approche orientée objet. Le processus pédagogique de MINHONIX repose sur trois aspects :

- la sensibilisation : cet aspect pédagogique n'a pas pour objectif de tout expliquer mais plutôt de démystifier le sujet "réseau informatique" et de motiver les étudiants en leur présentant des applications classiques ;
- l'analyse : divisée en trois étapes, elle consiste à identifier un problème à travers les démonstrations faites par l'enseignant (première étape), à rechercher des solutions à ce problème posé (deuxième étape) et enfin, à analyser la réalisation qui a été démontrée par l'enseignant en réponse au problème identifié (troisième étape) ;
- la synthèse : ce dernier aspect s'inscrit dans le cadre de travaux pratiques utilisant le système MINHONIX.

1.2. Critiques

Les inconvénients majeurs de ces outils d'assistance résident au niveau de l'ergonomie de leur interface utilisateur (l'adaptabilité du système à l'utilisateur est rarement prise en compte) et de leur structuration (ces systèmes sont généralement structurés en termes de logique de fonctionnement plutôt qu'en termes de logique d'utilisation) [Hochon 92a].

De plus, les réseaux informatiques constituent un domaine complexe d'autant plus qu'il combine deux disciplines : les réseaux et les télécommunications. Les systèmes d'enseignement existant actuellement ont pour objectif de simuler l'exécution des concepts relatifs à ce domaine.

Partant de ces critiques, nous avons défini un environnement d'apprentissage des réseaux de communication ayant deux objectifs :

- mettre à la disposition des apprenants des services de formation flexibles, adaptés et disponibles dans des centres de formation afin de répondre aux besoins de formation spécifiques (acquisition du savoir et du savoir-faire sur les concepts des réseaux, des protocoles de communication, ...);
- doter les enseignants de moyens nécessaires (outils informatiques) de production de ressources pédagogiques, soit pour créer leurs propres ressources, soit pour réutiliser des ressources déjà existantes (créées par d'autres).

Nous nous proposons de présenter dans ce papier une description générale de l'environnement que nous avons conçu, puis de décrire les services qu'il offre. Suivront ensuite la description de la connaissance ainsi que sa représentation puis l'interface utilisateur qui permet de dialoguer avec notre environnement. Nous montrons qu'un environnement satisfaisant pour les utilisateurs, doit être doté d'une interface utilisateur assez conviviale et ergonomique. En conclusion, nous montrerons les avantages et les limites de cet environnement ainsi que les perspectives de nos travaux de recherche.

2. Description générale de l'environnement d'apprentissage

L'environnement d'enseignement assisté par ordinateur que nous nous proposons de présenter dans ce papier est destiné à être utilisé dans le domaine de l'enseignement des réseaux de communication. Il est conçu de manière à servir d'outil de base de télé-enseignement tant pour les utilisateurs enseignants que pour les apprenants. De ce fait, il offre des outils permettant d'alimenter la base d'informations en ressources pédagogiques ainsi que des moyens évolués de consultation de celles-ci. Nous décrivons dans ce chapitre l'architecture matérielle sur laquelle cet environnement a été réalisé, puis l'architecture logicielle qui le caractérise.

2.1. L'architecture matérielle

La mise en place d'un tel environnement d'apprentissage repose sur l'existence de deux types de centres de ressources pédagogiques : un *centre serveur* (centre de ressources principal) qui organise, administre et distribue la formation et des *centres de formation* qui mettent à la disposition des utilisateurs tous les moyens humains et techniques nécessaires à la formation. La figure 1 illustre l'architecture matérielle distribuée de l'environnement d'apprentissage. Cette architecture reflète la disposition des

quatre départements de formation de l'INSET⁽¹⁾ de Yamoussoukro en Côte d'Ivoire, site où est installé notre environnement. Le site est composé de quatre départements de formation : Chimie, Electronique, Energétique et Formation Scientifique (Informatique, Mathématique, Physique). Chaque département est doté d'un réseau local connecté au centre serveur qui, lui, est localisé au Service Central Informatique (SCI) qui a la charge d'administrer les réseaux informatiques de tout le site. Le passage du réseau du SCI à un réseau particulier se fait via un pont. Le pont intervient au niveau 2 (liaison de données) du modèle ISO⁽²⁾. Concrètement, il agit comme un filtre en faisant basculer d'un réseau sur un autre les trames dont l'adresse ne figure pas dans le premier réseau.

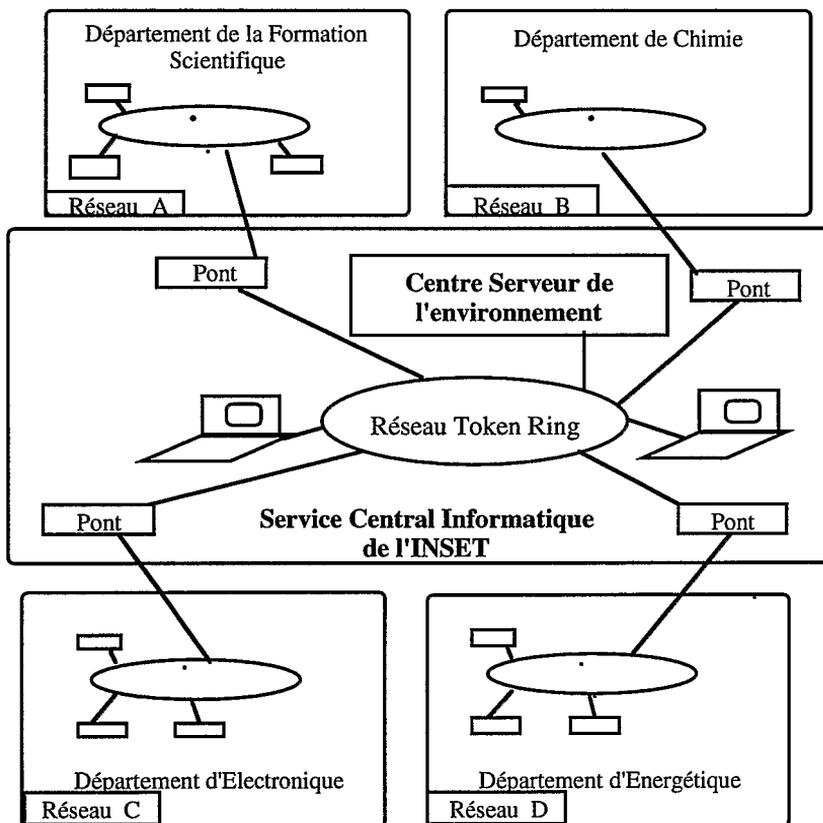


Fig. 1 : Architecture distribuée de l'environnement d'apprentissage

(1) INSET : Institut National Supérieur d'Enseignement Technique qui assure la formation d'ingénieurs et de techniciens supérieurs dans le domaine de la Chimie, l'Electronique, l'Energétique et l'Informatique.

(2) Interconnexion de Systèmes Ouverts.

La production de services pédagogiques par le personnel enseignant peut s'effectuer aussi bien au niveau du centre serveur, qu'au niveau des centres de formation. Il convient, cependant, de remarquer que les finalités de la production dans le centre serveur vise à la mise en oeuvre d'objets pédagogiques en vue de leur distribution dans les centres de formation.

La production dans un centre de formation débute par le téléchargement des objets créés dans le centre serveur. Aussi, les services de production permettent à chaque enseignant de chaque centre de formation d'adapter les ressources communes et de les reformuler pour les intégrer dans une stratégie pédagogique particulière afin de mieux répondre aux besoins émanant des apprenants eux-mêmes. Les outils d'apprentissage que nous allons décrire dans le paragraphe suivant, ne prennent pas en compte, dans l'état actuel de l'environnement, des sites éloignés du centre serveur.

2.2. L'architecture logicielle

L'architecture logicielle de l'environnement repose sur un ensemble de bases qui interagissent entre elles. Dans le souci de concevoir un système générique, nous avons partitionné la connaissance en différentes bases regroupant des entités homogènes. On distingue la base des cours, la base des exercices, la base lexicale et la base bibliographique. Les caractéristiques des utilisateurs sont rassemblées dans une base que nous appelons base des utilisateurs. Chaque base dispose des fonctionnalités de gestion de ses éléments. L'ensemble du système est donc modélisé sous la forme d'un système multiagent coordonné par un agent central qui définit le protocole de communication entre les différentes bases.

Le **noyau SYAPRECO** est un agent central qui permet aux différents agents (bases et utilisateurs) de dialoguer entre eux. Le protocole de communication est basé sur l'envoi de messages piloté par des événements. L'utilisateur dialogue avec le système en générant des événements (stimuli) au moyen de dispositifs de manipulation directe (ex : la souris, le clavier, ...). Les autres agents sont réactifs et répondent aux requêtes du noyau.

Le **gestionnaire des utilisateurs** est un agent qui permet d'identifier un utilisateur lors de la connexion ; il existe trois types d'utilisateurs : l'administrateur, les enseignants et les apprenants. Chaque utilisateur a son profil qui est géré par cet agent qui met à jour sa base dynamiquement.

Le **gestionnaire des cours** administre les éléments nécessaires à la compréhension des concepts, des méthodes et outils des réseaux de communication tels que les protocoles de transmission, les ponts, les passerelles, ... ; il gère l'ensemble des cours disponibles dans l'environnement.

Le **gestionnaire des exercices** a en charge tous les éléments nécessaires à l'apprentissage et à l'évaluation du savoir-faire ; il gère les exercices d'application des cours.

Pour regrouper les définitions et les références bibliographiques, nous avons défini le **gestionnaire lexical** qui contient la définition de tous les

termes relatifs aux réseaux et le **gestionnaire bibliographique** qui gère une liste de références d'ouvrages et de revues du domaine.

A chacun de ces gestionnaires, est associée une base contenant les objets informatiques de l'environnement.

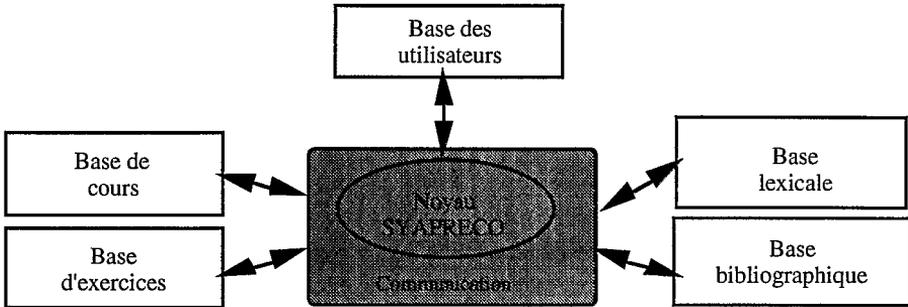


Fig. 2 : Les interactions entre les différentes bases et le système

3. Les services offerts par l'environnement

L'environnement d'apprentissage propose les services suivants (Fig. 3) :

- le **service pédagogique** regroupe l'ensemble des fonctionnalités permettant l'accès aux objets du domaine (bases de cours et d'exercices) ; en fonction des caractéristiques de l'apprenant, il permet donc d'accéder à tel ou tel objet des bases de cours et d'exercices ;
- le **service de production** met à la disposition des usagers enseignants des outils et fonctionnalités permettant de construire des ressources pédagogiques ;
- le **service de communication** (messagerie) permet aux divers usagers de communiquer entre eux ;
- le **service d'information** regroupant l'ensemble des fonctionnalités permettant aux utilisateurs de trouver un support à leurs activités ; ce support utilise les bases lexicale et bibliographique pour apporter de l'aide en ligne succincte et ciblée aux usagers [Hochon 92a].

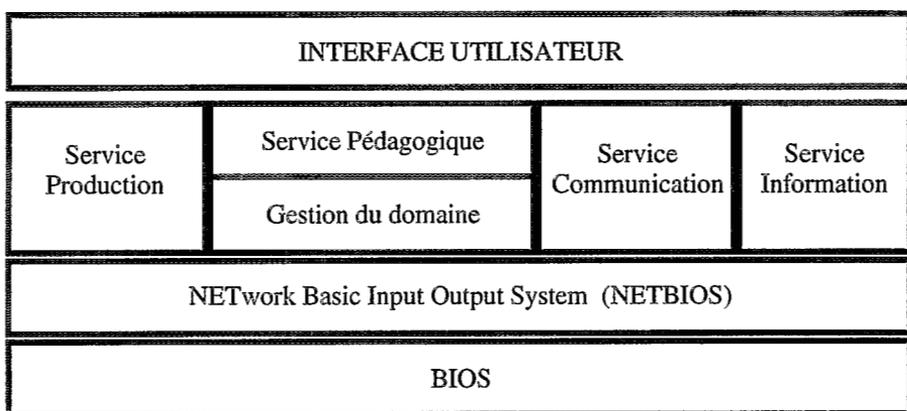


Fig. 3 : Le centre de ressources principal

4. La description de la connaissance

La modélisation des objets de l'environnement d'apprentissage consiste à identifier, classer et décrire toute entité nécessaire à la compréhension des réseaux de communication.

Les réponses à des questions simples telles que : “*que pouvons nous identifier dans un réseau ?*”, “*Qu'est-il nécessaire de connaître ?*”, “*Quels sont les éléments de réseaux (théoriques et pratiques) indispensables aux étudiants et aux élèves ingénieurs ?*” vont mettre en évidence un ensemble d'entités ou ressources qui seront représentées par des objets opérationnels.

Cette énumération d'objets reflète la capacité de l'environnement [Oumtanaga 93] à garder des informations sur les ressources représentées (physiques ou logiques) et à interagir avec celles-ci. Dans la modélisation suivante, cet ensemble sera ensuite classé (notion de classes), structuré (en hiérarchie) et enrichi d'une signification sémantique (relation entre classes d'objets) représentant le monde réel. Une importante part est portée dans cette phase sur les classes et les objets pour :

- obtenir une représentation abstraite du modèle le plus proche possible du monde réel à observer,
- créer un cadre de travail stable d'enseignement à distance,
- prendre en compte le caractère évolutif du modèle.

Notre expérience dans l'enseignement (en particulier à l'INSET) des réseaux nous a permis de structurer les concepts relatifs aux réseaux comme le montre le schéma de la figure 4. Cette organisation structurelle de l'information suivant une forme hiérarchique comprend deux aspects principaux : l'*aspect logique* et l'*aspect physique*. En effet, la compréhension des réseaux ne peut se faire sans se référer à ces deux aspects.

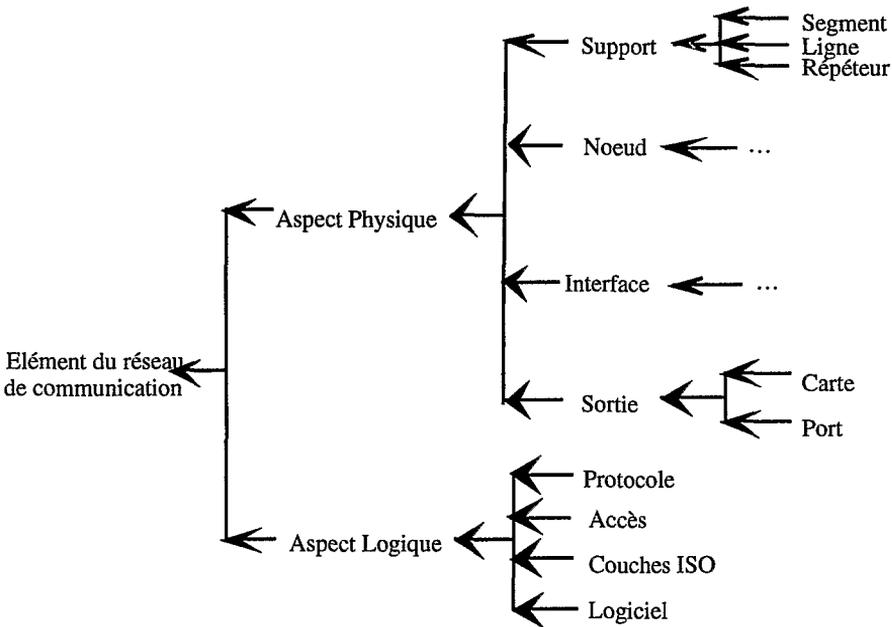


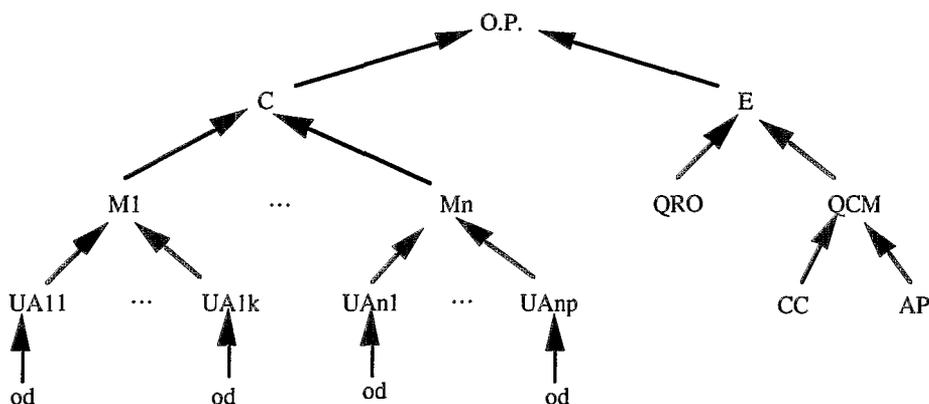
Fig. 4 : Modèle du système d'information dans l'environnement

4.1. La représentation des objets d'information

Le formalisme orienté objet défini par l'Organisation de Standardisation Internationale [ISO 10165], [Lecerf 93] nous a permis de représenter les objets de l'univers du système d'information. Un objet correspond à un élément du réseau. Les objets ayant même structure sont regroupés dans une classe. Chaque classe est définie par son nom et un ensemble d'attributs. Les objets sont reliés entre eux par deux types de liaisons : *les liaisons hiérarchiques* qui décrivent la structure hiérarchique des objets, et *les liaisons descriptives* qui font référence aux objets-composants.

Le formalisme objet [ISO 10165] nous a permis d'identifier et de construire les objets pédagogiques (Cours, Modules, Unités d'Apprentissage, Exercices, Solutions, Concept, Référence bibliographique, ...) manipulés par les différents agents de l'environnement.

Un cours (C) (figure 5) est composé de modules (M) eux-mêmes composés d'unités d'apprentissage (UA). En fait, les unités d'apprentissage sont ici des unités pédagogiques [Canut 90], c'est-à-dire des savoirs et/ou savoir-faire à enseigner impliquant la création d'au moins une sollicitation au niveau dialogue avec l'apprenant dont ils sont l'élément principal de la réponse. Ces unités d'apprentissage sont définies par un objectif d'apprentissage précis (exemple : "*comprendre la transmission d'un message entre un ordinateur A et un ordinateur B*").



Légende :

OP : Objet pédagogique

E : Exercice

U_{Ai} : Unité d'Apprentissage

CC : Compréhension du Cours

QRO : Question à Réponse Ouverte

QCM : Question à Choix Multiple

C : Cours

M_i : Module

od : objet didactique

AP : Application de Cours

Fig. 5 : Un aperçu de la structuration des connaissances

Un module est constitué d'un sous-ensemble d'unités d'apprentissage liées entre elles par des relations sémantiques. En effet, la connaissance en réseaux de communication est axée sur l'acquisition du savoir-faire et pour posséder ce dernier, il faut généralement aussi acquérir plusieurs savoirs (fonctionnement d'un réseau téléphonique mettant en communication deux postes, ...).

Ainsi, la notion de module a été introduite comme étant la réunion de plusieurs UA (savoir-faire et de savoir) reliées entre elles par un concept du domaine. Un cours est donc un ensemble de concepts du domaine à enseigner.

Pour des fins d'enseignement des unités d'apprentissage, nous avons introduit le type **objets didactiques**, défini comme étant un vecteur de présentation d'un savoir ou d'un savoir-faire. Pour ce faire, il regroupe des objets de types Cours et Exercices.

Nous présentons ici, sous le formalisme [ISO 10165], les spécifications des classes **Cours** et **Exercices** :

**COURS MANAGED OBJECT CLASS
CHARATERIZED BY**

ATTRIBUTE

DÉFINITION, EXEMPLE, APPLICATION, NOMBRE_DE_MODULES,
FICHE_PÉDAGOGIQUE, DIDACTICIEL, TUTEUR INTELLIGENTS

BEHAVIOUR

PRENDRE_RÉPONSE, AFFICHER_DÉFINITION, AFFICHER_EXEMPLE,
UTILISER_DIDACTICIEL, TÉLÉCHARG_COURS, ...

**EXERCICE MANAGED OBJECT CLASS
CHARATERIZED BY**

ATTRIBUTE

TEXTE_EXERCICE, TYPE_SOLUTION, LISTE_RÉPONSES_JUSTES,
LISTE_RÉPONSES_POSSIBLES, ...

BEHAVIOUR

AFFICHER_TEXTE_EXERCICE, AFFICHER_TYPE_SOLUTION,
AFFICHER_LISTE_RÉPONSES, EVALUER, ...

Tous les objets que nous utilisons dans l'environnement sont spécifiés selon ce formalisme objet. Dans cet exemple, la classe COURS que nous spécifions par **MANAGED OJECT CLASS** est caractérisé par des attributs (**ATTRIBUTE**) et des comportements (**BEHAVIOUR**).

4.2. La représentation des bases

Les bases sont, elles aussi, spécifiées au moyen du formalisme précédent ; l'avantage d'une telle modélisation est l'uniformité de la spécification des objets et des bases. Pour illustrer nos propos, nous présentons la spécification des bases LEXIQUE et BIBLIOGRAPHIE dans ce même formalisme :

**LEXIQUE MANAGED OBJECT CLASS
DERIVED FROM OE
CHARACTERIZED BY**

ATTRIBUTE

TERME, DÉFINITION,...

BEHAVIOUR

ENREGISTRER, MODIFIER, SUPPRIMER, CONSULTER, ...

**BIBLIOGRAPHIE MANAGED OBJECT CLASS
DERIVED FROM OE
CHARACTERIZED BY
ATTRIBUTE**

TITRE, NOM_AUTEUR, VILLE_EDITION, NB_PAGES, CHAPITRE, ...

BEHAVIOUR

ENREGISTRER, MODIFIER, SUPPRIMER, CONSULTER, ...

Cette représentation des objets et des bases est fidèlement implémentée grâce à l'utilisation de langages orientés objets (langage C++), ce qui nous assure la modularité de l'environnement. Celui-ci est un système client-serveur ouvert pour d'éventuelles extensions.

Un des principaux inconvénients que l'on reproche aux systèmes d'enseignement assistés par ordinateur (SÉAO) est le manque de convivialité de l'interface utilisateur [Hochon et Evrard 93]. Pour prendre en compte ces critiques, nous avons doté notre environnement d'une interface hypertextuelle intuitive et ergonomique.

5. L'interface homme-machine de l'environnement

Des recherches que nous avons menées sur les interfaces utilisateurs des systèmes intelligents d'aide en ligne [Hochon 92b], [Hochon et Evrard 93] nous ont permis de définir un modèle de conception et de réalisation d'interfaces homme-machine (IHM) que nous appliquons à cet environnement. L'émanation des techniques orientées objets des recherches en Intelligence Artificielle ont accéléré les développements d'IHM, créant ainsi un nouveau domaine, celui de l'humanisation des interfaces utilisateurs. La caractéristique principale du modèle est l'utilisation des interfaces graphiques et des dispositifs à manipulation directe (souris, menus, icônes, boutons, ...). L'avantage de ces techniques réside dans l'utilisation des métaphores (ex : métaphore du "bureau"), ce qui permet à l'utilisateur de concentrer sa charge cognitive sur l'application proprement dite, et non sur l'interface de dialogue.

La méthode que nous appliquons ici consiste à associer à chaque objet informatique, un objet de présentation qui sert de base de dialogue avec un utilisateur. Chaque objet de présentation est l'agrégation de trois types d'objets qui sont :

- le **modèle** : cet objet informatique contient une référence aux données manipulées par l'objet de présentation. Dans le cas d'une unité d'apprentissage, il contient les informations nécessaires à la présentation à l'écran (texte, profil de l'utilisateur, ...) de cette unité ;
- la **vue** : c'est l'objet informatique qui se charge de l'affichage de toute ou partie de l'information contenue dans le modèle. Cet objet représente ce qui est réellement affiché à l'écran (texte, formulaire, boutons, icônes, ...)

- le **contrôleur** : c'est l'objet informatique qui se charge de la gestion du dialogue entre l'environnement et l'utilisateur. Il assure la cohérence entre le modèle et la vue en utilisant des informations concernant le profil de l'utilisateur.

Ce modèle découle des paradigmes de conception d'interfaces homme-machine : MVC — Modèle-Vue-Contrôleur — développé dans l'environnement de Smalltalk [Goldberg 84] et PAC — Présentation-Abstraction-Contrôle — [Coutaz 90].

Ces objets sont gérés par l'agent central, le noyau SYAPRECO, qui se charge d'instancier les composants en fonction du type de connexion, selon que l'utilisateur est un enseignant (administration des bases) ou un apprenant (consultation des bases).

Pour illustrer ce modèle, prenons l'exemple d'un cours C1. L'objet de présentation associé sera composé d'un modèle M_{C1} , d'une vue V_{C1} et d'un contrôleur C_{C1} . Supposons que l'utilisateur courant est un enseignant ; le contrôleur associé à cet objet de présentation permettra de modifier le cours et de même, la vue permettra d'afficher toutes les informations relatives à ce cours. Par contre, si l'utilisateur est un apprenant, la vue pourra être légèrement différente (elle n'acceptera pas l'affichage de commentaires propres au créateur du cours par exemple) ; de même, le contrôleur ne permettra pas de modifier les modules associés au cours C1. Pour réaliser ces fonctionnalités, il suffit d'associer à l'objet de présentation, selon les cas, le composant "vue" ou le composant "contrôleur" adéquat.

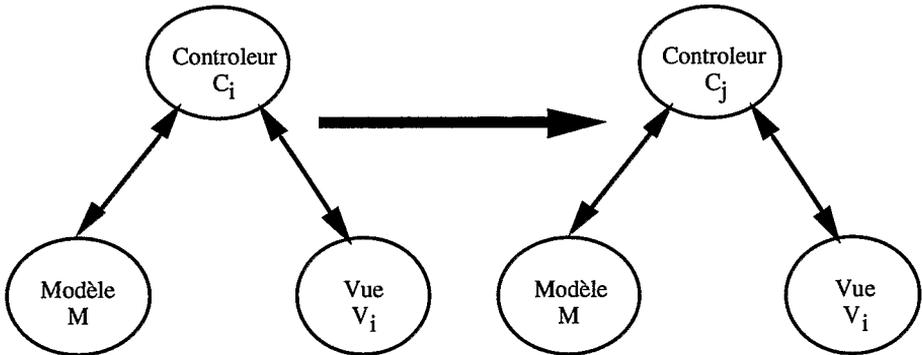


Fig. 6 : Passage d'un usager "enseignant" à un usager "apprenant"

Sur cette figure, on remarquera que pour passer d'un utilisateur de type "enseignant" à un utilisateur de type "apprenant", il suffit de remplacer le contrôleur C_i (contrôleur spécialisé "enseignant") par le contrôleur C_j (contrôleur spécialisé "apprenant"). On conserve le même objet de présentation mais on obtient des comportements différents dans les deux cas.

6. Conclusions et perspectives

L'environnement ici présenté se veut une réponse aux besoins, présents et futurs des demandeurs de formation. Il peut être utilisé par les centres de formation : départements, filières d'études, institutions de formation continue. Le modèle utilisé permet de réaliser des spécifications et conceptions uniformes dans un langage unique et ceci, que ce soit au niveau des connaissances manipulées qu'au niveau des objets de l'interface. Une première version de cet environnement a été développée sur une plateforme PC en utilisant une interface utilisateur simple non graphique (les composants "vue" ont des caractéristiques alphanumériques) et actuellement nous envisageons de développer une interface graphique telle que nous l'avons précédemment présentée. La modularité de l'analyse et de la conception orientée objet, tant de l'application elle-même que de son interface utilisateur, nous permet de modifier aisément le module interface utilisateur. D'autre part, cet environnement nous sert de support très enrichissant pour les cours dispensés à l'INSET même.

En perspective, nous envisageons de développer la couche de communication afin de prendre en compte des sites distants et des recherches sont en cours pour la diffusion des objets pédagogiques via le réseau SYTRANPAC⁽³⁾.

7. Références bibliographiques

- [Benedouch et al. 87] : BENDEDOUCH Fe., BENDEDOUCH Fa., CABANEL J.-P., "Un système de simulation pour l'apprentissage des Protocoles de communication", Congrès francophone sur l'EAO, Cape d'Adge, France, 1987.
- [Canut 90] : Canut M.F. : "Spécification formelle de systèmes d'EIAO pour l'Atelier de Génie Didacticiel Intégré", Thèse de doctorat de l'Université Paul Sabatier, Toulouse III, France, Juin 1990.
- [Coutaz 90] : Coutaz J., Interfaces homme-machine : conception et réalisation, Ed. Dunod, Avril 1990.
- [Derycke et al. 90] Derycke C., Vieville C., Villiers P., "Cooperation and communication in open learning : the coconut project", Computer in education, Elsevier Science Publishers B.V, IFIP, 1990.
- [Frasson 91] : Frasson C., "Systèmes Tutoriels intelligents : états et perspectives en Amérique du Nord", Génie Educatif, N° 1, Mai 1991.

(3) SYTRANSPAC : système de transmission de données par paquets ; c'est le réseau public ivoirien de transmission de données.

- [Diaz 90] : Diaz M. : "La recherche et les réseaux informatiques", Revue Technologie des Sciences Informatiques, n° 9, Paris, France, 1990.
- [Goldberg 84] : Goldberg A., "Smalltalk-80 : The interactive programming environment", Addison-Wesley, 1984.
- [Hochon 92a] : Hochon J.-C., "Un modèle de systèmes d'aide intelligente pour un environnement informatique", Actes du Premier Colloque Africain sur la recherche en Informatique CARI'92, Yaoundé, Caméroun, Octobre 1992.
- [Hochon 92b] : Hochon J.-C., "Une nouvelle génération d'aides intelligentes à l'écran : une architecture et un modèle", Actes des Cinquièmes Journées Internationales "Le Génie Logiciel et ses applications", Ed. Jean-Claude RAULT, Toulouse, France, Décembre 1992.
- [Hochon et Evrard 93] : Hochon J.-C., Evrard F., "MAYDAY+ : un générateur de systèmes d'aide en ligne basé sur la structuration de textes", Actes du congrès international en Informatique Cognitive des Organisations ICO'93, Montréal, Québec, Canada, Mai 1993.
- [Hochon et Evrard 94] : Hochon J.-C., Evrard F., "Lecture professionnelle et gestion personnalisée de documents textuels", revue ICO, vol. 6, n° 1 et 2, Montréal, Québec, Canada, Printemps 94.
- [Lecerf 93] : Lecerf C. : "Les normes de gestion de réseaux à l'ISO", Ed. Masson. Paris, France, 1993.
- [Mülhausser et al. 92] : Mülhausser M., Schaper J., "Projet NESTOR : new approach to cooperative multimedia authoring/learning", 4th International Conference on Computer and Learning ICCAL'92, Wolfville, Nova Scotia, Canada, Juin 92.
- [Oliveira et Mauro 92] : Oliveira M., Mauro JP., "MINHONIX : un environnement d'apprentissage des réseaux informatiques et systèmes répartis", Laboratoire MASI, Université Paris VI, France, 1992.
- [Oumtanaga 93] : Oumtanaga S. : "Using computer assisted teaching network", International conference of Teleteaching 93, Trondheim, Norway, August 1993.