

# SIDARI : UN SYSTEME INTELLIGENT DISTRIBUE APPLIQUE AUX RESEAUX INFORMATIQUES

Souleymane OUMTANAGA

Laboratoire LARIMAY

B.P. 1093 INSET Yamoussoukro Côte d'Ivoire Tél: 64 05 41, Fax : 64 04 06,

E-Mail Oumtana@larima.inset.ci

Mots Clés : Réseaux de communication, Système Tutoriel Intelligent, Modèle Objet, pédagogie

**Résumé :** Cet article présente le projet SIDARI, un système intelligent distribué appliqué aux réseaux informatiques. Après avoir exposé les besoins et les contraintes en formation des réseaux informatiques, nous proposons une solution issue des techniques de l'intelligence artificielle, de l'approche orientée objets, et des tuteurs intelligents.

## I Introduction

Depuis quelques années on assiste au développement de plus en plus croissant des systèmes informatiques. L'une des branches, les réseaux de communication n'échappent 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 75.

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. Dans les années 80, nous avons vu la généralisation des systèmes des réseaux locaux et aujourd'hui on parle de réseaux numériques à intégration des services.

Il ressort également d'une étude [Diaz 90 ] que le marché de l'emploi connaît actuellement une grande pénurie en ingénieur 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'enseignant-chercheurs;

- développer dans toutes les formations scientifiques un enseignement réseau venant en complément des bases informatiques.

- promouvoir les enseignements de spécialisation (type 2<sup>ième</sup>, 3<sup>ième</sup> année d'école d'ingénieur, DESS, MAGISTERES,...) 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 réseau de communication. Les expertises impliquées ne pourront effectivement coopérer que si les concepts relatifs à chaque expertise sont séparés du savoir-faire qui les manipulent.

L'environnement SIDARI présenté ici, 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 le cadre du télé-enseignement. Il s'adresse notamment à des étudiants de deuxième et troisième année d'université et aux enseignants souhaitant créer et diffuser leurs cours à des apprenants situés dans des centres de formation dans le domaine des réseaux informatiques.

La plupart des ouvrages de réseaux actuellement disponibles sur le marché sont assez théoriques. Aussi une étude de l'existant nous a permis de dresser les systèmes d'enseignements 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 pour lui de réaliser une implémentation. De ce fait, 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 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 trois éléments concernant le protocole à étudier :

- 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 contraintes qu'il doit satisfaire.

Les efforts de [Oliveira 92] ont porté sur le maintien de formation technologique dans le domaine des réseaux informatiques et de systèmes distribués. Le système MINHONIX [OLIV 92] 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 : divisé 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 posé identifié.

-la synthèse : ce dernier aspect s'inscrit dans le cadre de travaux pratiques utilisant le système MINHONIX.

## I.2. Critiques

Les inconvénients majeurs de ces outils d'assistance résident au niveau (Hochon 92b):

- des interface utilisateurs et de leur ergonomie : l'adaptabilité du système à l'utilisateur est rarement pris en compte (Frasson, 91);
- de leur structuration: ces systèmes sont généralement structurés en termes de logique de fonctionnement plutôt qu'en termes de logique d'utilisation;
- 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 et de ces constats, nous avons défini un environnement d'apprentissage des réseaux de communication.

L'objectif de cet environnement est double :

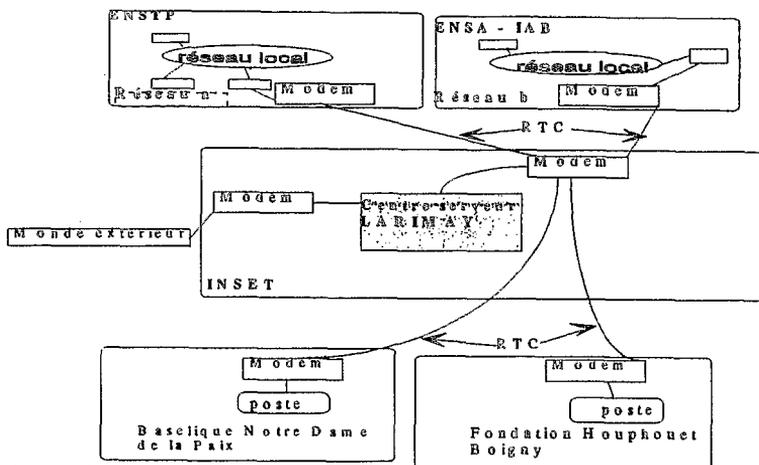
- mettre à la disposition des apprenants des services de formation flexibles, adaptés et disponibles dans des centres de formation afin de répondre aux besoins de formation spécifiques (acquisition des savoir et de savoir-faire sur les concepts des réseaux, des protocoles de communication...),
- mettre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

Nous nous proposons de présenter dans la partie deux, une description générale de SIDARI suivie des stratégies pédagogiques dans la troisième partie. La quatrième et cinquième partie sont consacrées aux services offerts et à la modélisation des connaissances manipulées par SIDARI.

## II - Description générale de l'environnement de SIDARI

### II-1 L'architecture Matérielle

La mise en place d'un tel environnement repose sur l'existence de deux types de centres de ressources pédagogiques : un centre de ressources principal (centre serveur) qui organise, administre et distribue la formation et un centre de formation qui met à la disposition des utilisateurs tous les moyens techniques et humains nécessaires à la formation. La figure 1 représente l'architecture matérielle distribuée de l'environnement d'apprentissage. Cette architecture reflète la disposition des établissements de formation, et d'action culturelle de Yamoussoukro. Les enseignements sont dispensés dans chaque établissement. Afin d'éviter les problèmes de conversion de format de trame, les réseaux des différents établissements sont identiques à celui de l'INSET ou est localisé le centre serveur.



**RTC:** Réseau Téléphonique Commuté  
**ENSA :** Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie  
**IAB :** Institut Agricole de Bouaké  
**ENSTP :** Ecole Nationale Supérieure des travaux Publics  
**INSET :** Institut National Supérieur de l'Enseignement Technique  
**LARIMAY :** Laboratoire de Recherche en Informatique et Mathématiques Appliquées

**Figure 1 : Architecture distribuée de SIDARI**

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

## II-2 L'architecture Logicielle

L'architecture logicielle de l'environnement repose sur un ensemble de base qui interagit avec le système. Dans le souci de concevoir un système générique, nous avons défini une architecture permettant à chaque utilisateur d'intégrer sa propre base.

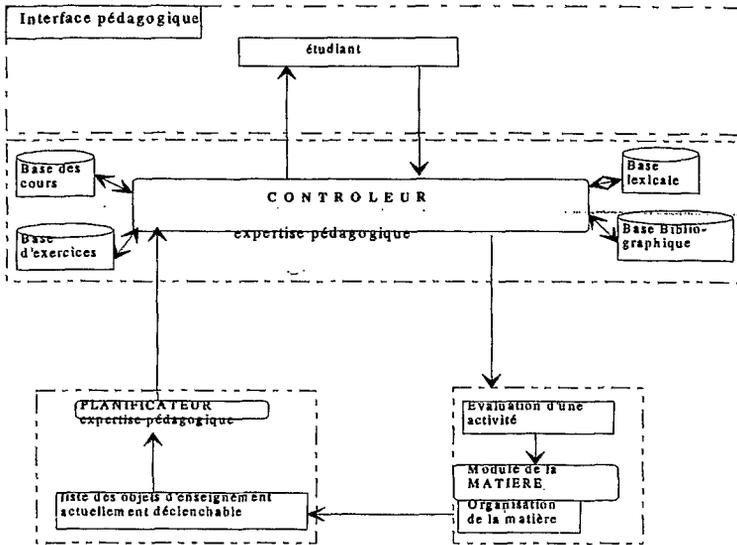


Figure 2 : Les interactions entre les différents modules du système

La base de connaissances qui contient les éléments nécessaires à la compréhension des concepts, des méthodes et outils des réseaux de communication tel que les protocoles de transmission, les ponts, les passerelles etc,  
 la base didactique d'exercices qui comprend tous les éléments nécessaires à l'apprentissage et à l'évaluation du savoir-faire,  
 la base lexicale contenant la définition de tous les termes relatifs aux réseaux,  
 la base bibliographique qui est constituée par une liste d'ouvrages et de revues de savoir et de savoir-faire.

A ces éléments ci-dessus cités, s'ajoute une messagerie permettant d'une part, l'accès à chaque composante du système et d'autre part assure la communication entre les différents usagers (apprenants, enseignants et administrateurs de l'environnement d'apprentissage).

### III. Pédagogie dans SIDARI

L'expertise pédagogique représente les connaissances mises en oeuvre par le pédagogue pour permettre à l'apprenant d'acquérir des connaissances sur le savoir et le savoir-faire dans le domaine des réseaux de communication. Elle consiste d'abord à clarifier les objectifs de l'enseignement puis à identifier le prérequis nécessaires avant l'introduction de ces nouvelles connaissances. Son rôle est de placer à chaque instant, l'apprenant dans une situation d'apprentissage optimale par rapport à lui-même, par rapport à ses connaissances et les modalités de raisonnement qu'il maîtrise et à déterminer les moyens à mettre en oeuvre afin qu'il puisse apprendre et comprendre.

Le problème fondamental en pédagogie est de savoir quand intervenir, sur quel point le faire, quelle quantité d'informations fournir et quel degré d'initiative laisser à l'élève.

Dans le cas des tuteurs tel que SCHOLAR (CARBO 73), l'apprenant est autorisé à intervenir quand il le souhaite. Cette potentialité est très intéressante car elle fournit un terrain d'aide à la découverte et permet de maintenir en éveil la curiosité de l'élève et son attention à l'enseignement qui lui est dispensé. L'apprenant peut ainsi conduire localement son apprentissage lorsque naît en lui le besoin de connaître et de comprendre.

Mais afin de ne pas disperser le cheminement de la pensée de l'apprenant, cette liberté d'apprentissage doit être contrôlée par le module pédagogique qui évalue l'intérêt de l'intervention de l'apprenant par rapport au sujet en cours. Il accorde la requête de l'élève puis revient au sujet initial ou au contraire la rejette tout en la mémorisant afin de lui en donner la réponse par la suite.

### **III.1 Principe général de la pédagogie dans SIDARI**

Le domaine des réseaux étant vaste, il est illusoire de prendre en considération tous les aspects dans le tuteur. Nous sommes limités à certains concepts.

Le souhait initial de construire un tuteur capable d'évaluer la progression de l'apprenant et de choisir une stratégie pédagogique conforme à cette progression, nous a amené à analyser les difficultés intrinsèques à l'apprentissage des réseaux de communication et à représenter une expertise pédagogique sous forme de règles.

Nos réalisations actuelles se sont limitées à l'implémentation d'une stratégie pédagogique correspondant à des débutants, des apprenants de niveau moyen, niveau maîtrise et niveau confirmé.

Avant de présenter les principes pédagogiques qui sont à la base du comportement de SIDARI, nous proposons au lecteur, un énoncé concis en quatre points :

- 1- placer l'apprenant en situation d'apprentissage en le faisant résoudre lui-même des exercices
- 2- laisser à l'élève l'initiative de ses actions,

### III.2.2. Le contrôle

Le contrôle de l'étudiant est assurée de plusieurs façons. Les principales phases sont:

- générer et présenter des exemples ou des exercices,
- observer et diagnostiquer les actions de l'étudiant,
- intervenir auprès de l'étudiant si nécessaire,
- évaluer les solutions proposées par l'étudiant.

Le contrôleur entre en fonctionnement à partir du moment où une activité a été choisie par le planificateur vis-à-vis du modèle de la matière, par échange de messages entre le contrôleur et les autres modules.

Le comportement de SIDARI se fonde sur un certain nombre de préceptes pédagogiques généraux qui impliquent des modes d'interaction particulier avec l'élève ainsi que les moyens à utiliser pour leur mise en oeuvre.

Les activités de l'étudiant s'effectuent via une interface que nous décrirons plus loin. Cette interface va simuler un environnement à l'aide duquel l'étudiant réalise l'acquisition de savoirs et de savoir-faire en solutionnant des exercices ou en étudiant des exemples particuliers.

Le modèle d'enseignement offre un cadre d'exploitation du module de la matière en vue d'une adaptation dynamique de l'apprentissage à l'apprenant.

Le système doit être capable de déterminer les contenus des connaissances qu'il faut enseigner à l'apprenant ainsi que les exercices nécessaires à son évaluation. Cette adéquation touche à la fois le type d'exercices à proposer (savoir, savoir-faire).

Le système doit aussi être capable de déterminer l'action pédagogique à engager pour mener à bien l'apprentissage et l'évaluation.

Dans SIDARI, le contrôle est la capacité d'observer l'étudiant qui résout un exercice dans un domaine particulier via une interface, de comprendre la solution proposée et d'évaluer la pertinence en fonction des prérequis dans ce domaine et de pouvoir intervenir ponctuellement pour assister l'étudiant dans le processus d'apprentissage.

Certains spécialistes en EAO ont renforcé la fonction de contrôle en y ajoutant une expertise pédagogique. Lors d'une session le contrôleur doit mener un certain nombre d'actions qui sont les suivantes :

#### **Gagner l'attention de l'étudiant:**

il doit pour ce faire mentionner les liens avec les savoir-faire acquis, structurer la présentation de façon à ce qu'une étape du processus de résolution soit exposée à la fois,

#### **Clarifier la perception de l'étudiant:**

Il s'agit de bien faire ressortir les liens entre les savoir-faire présentés et ceux à acquérir ou ceux dont il doit se rappeler.

#### **Maximiser la capacité de l'étudiant:**

Le contrôleur devrait éviter de surcharger les présentations; présenter un savoir-faire à la fois et regrouper les contenus similaires.

#### **Motiver l'étudiant:**

C'est faire en sorte qu'il puisse déceler explicitement quels sont les enseignements qu'il peut tirer de chaque intervention. La motivation de l'étudiant, peut se faire par l'introduction progressive de l'expertise, par la formulation de messages d'encouragement. Motiver l'étudiant consiste, par exemple, à lui indiquer qu'il est en mesure de décrire le

fonctionnement d'un réseau, à le féliciter en cas de bonnes actions ou bien à l'aider à poursuivre son raisonnement.

Introduire progressivement l'expertise consiste à proposer à l'apprenant des exercices de difficulté croissante tout en tenant compte de son niveau initial.

#### **Mener un dialogue cohérent**

Le dialogue doit être conduit en fonction des prérequis de l'apprenant et des indications que le tuteur lui a transmises.

Nous pensons toutefois que les fonctions de contrôle et d'enseignement devraient être intégrés. Un moyen d'y parvenir est de disposer d'un tuteur intelligent contenant en particulier une partie du modèle étudiant guider par un planificateur.

### **III.2.3. La planification**

Le planificateur a pour rôle de déterminer la nature des sujets qui sont enseignés, de planifier les activités d'apprentissage et de les adapter en fonction des connaissances de l'étudiant. Cette opération passe par plusieurs phases successives auxquelles sont associées des règles distinctes. Ces différentes phases sont organisées de la façon suivante :

- Détermination d'un niveau pédagogique
- Détermination d'un ensemble de sujets
- Sélection d'un Objet d'enseignement
- Détermination d'une activité (exemple, exercice)
- Révision du plan (éventuellement)

## **IV. Les services offerts par SIDARI**

L'environnement SIDARI propose quatre catégories de services qui sont :

### **Les services pédagogiques**

L'objectif du service pédagogique est de gérer l'accès aux blocs de construction (objets réutilisables). Ces blocs sont des entités fonctionnelles qui peuvent être télé chargées pour être intégrés à une stratégie particulière (en vue d'une séance de formation). Les blocs de construction pédagogique sont organisés sous forme d'un graphe représentant le découpage des réseaux de communication adaptés aux cours de l'INSET. Les modules de réseau de communication constituent des blocs diffusables les plus complexes. Les blocs pédagogiques de chaque niveau peuvent être réutilisés pour créer de nouvelles ressources ou séquences de formation à diffuser. Par exemple, un ensemble de questions à choix multiple peut être télé chargé par un centre de formation et regroupé pour créer un questionnaire complet. Le service pédagogique est donc constitué des fonctionnalités permettant de gérer le regroupement et la mise à disposition des blocs de construction pédagogique appartenant aux différents niveaux de granularité.

### **Les services de production**

Le service de production qui met à la disposition des enseignants des outils pour construire des ressources pédagogiques tel qu'un cours dont la structuration est décrite dans la suite.

Un cours (figure 4) est un Objet d'Enseignement dont la structuration hiérarchique peut s'apparenter à celle d'un livre qui présenterait différents chapitres présentant des notions dans différents paragraphes à l'aide d'exemples. Le parcours d'une telle structure peut être

réalisé à différents niveaux d'abstraction selon les objectifs d'apprentissage envisagés. Une fois ces objectifs fixés les éléments à parcourir et leurs niveaux d'abstraction fixés, il reste à parcourir le livre en répondant au mieux aux objectifs d'apprentissage.

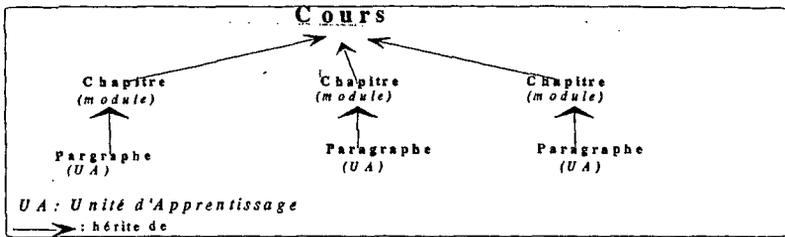


Figure 3. Structure hiérarchique d'un cours

L'environnement d'apprentissage offre une interface permettant aux auteurs développeur de confectionner les cours à partir de la structure de la figure 3. Ces cours seront ensuite diffusés par le service de communication. A partir des objectifs pédagogiques fixés, l'auteur définit les Unités d'Apprentissage qui sont regroupés pour constituer des modules. De plus, il est possible d'importer des services produits par d'autres outils tels que SEAO [Meng 90], AGDI [Goua 90]

**Le service de communication** (messagerie) qui permet aux divers usagers d'interagir entre eux. Il gère par exemple la coproduction des blocs de constructions pédagogiques entre les différents enseignants, tant dans le centre de ressources principal que dans chaque centre de formation.

**Les services d'information** : Ces services sont destinés à l'apprenant pour le renseigner sur les services de formation disponibles en réseau de communication (modules et cours produits) et support aux activités d'apprentissage (lexique et bibliographie: revue, livres, et manuels).

Ces différents services puisent les informations dans les différentes bases (II-2). Nous présentons la structuration de ces bases par le système d'information de l'environnement.

## V. Le système d'information de SIDARI

### V.1. La modélisation des connaissances

La modélisation des objets de l'environnement d'apprentissage consiste à identifier, classier et décrire toute entité qui soit nécessaire à la compréhension des réseaux de communication [Tanenbaum90] [Rolin 93].

Les réponses à des questions simples telles que : que pouvons nous identifier dans un réseau ? Qu'est-t-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 (physique ou logique) et à interagir avec celle-ci. Dans la modélisation suivante, cet ensemble sera ensuite classifié (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 leur objets :

-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 et

-le modèle doit être évolutif : Il doit pouvoir s'adapter à l'évolution des réseaux.

Notre expérience dans l'enseignement des réseaux (particulièrement à l'INSET) 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 aspect 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.

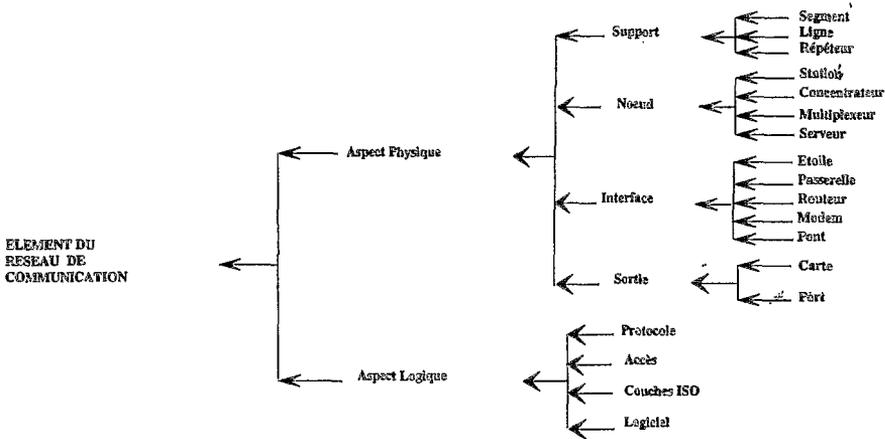


Figure 4 : Modèle du système d'information dans l'environnement

## V.2. Représentation des objets

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 dans notre étude à un élément du réseau. Les objets ayant les mêmes structure sont regroupée dans une classe. Chaque classe est défini par son nom et un ensemble d'attributs. Les objets sont reliés entre eux par deux type de liaisons : *Les liaisons hiérarchiques* qui décrivent la structure hiérarchique des objets, et *les liaisons descriptives* qui font références aux objets-composants.

Le modèle défini précédemment et le formalisme objet [ISO 10165] vont nous permettre de construire les objets pédagogiques ( Cours, Modules, Unités d'Apprentissage, Objets Didactiques, Exercices, Lexique, Bibliographie).

Un cours (C) (figure 5) est composé de modules (M) qui lui même est composé d'unités d'apprentissage (UA). En fait les unités d'apprentissage sont ici des unités pédagogiques [Canut 90], c'est à dire des Savoirs 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'apprentissages sont définies par un objectif d'apprentissage précis. Exemple: "comprendre la transmission d'un message entre un ordinateur A et un ordinateur B.

Les unités d'apprentissage peuvent alors être regroupés en modules. Un module étant constitué d'un sous-ensemble d'Unités d'Apprentissage liées entre elles par des liens sémantiques. En effet, la connaissance en réseau 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 somme d'une unité d'Apprentissage de savoir-faire et des unités d'apprentissage de Savoirs nécessaires à l'acquisition du Savoir-faire.

Pour des fins d'enseignement des unités d'apprentissage, nous avons introduit le type "objets didactique", défini comme étant un vecteur de présentation d'un savoir ou d'un savoir faire.

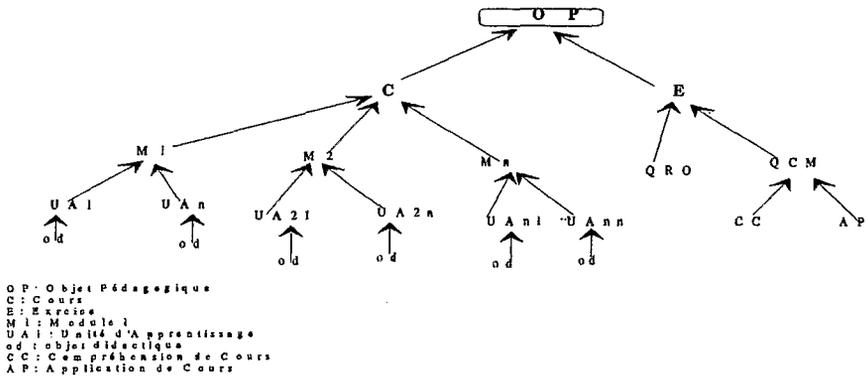


Figure 5 : un aperçu de la structuration des connaissances

### V.3. Exemple

Cet exemple porte sur la spécification de la classe cours selon le formalisme [ISO 10165]. De la classe OP (Objet Pédagogique) sont dérivées les classes Cours.

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 ...

## V. Conclusion

L'environnement SIDARI 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, institution de formation continue. Cet environnement représente un effort d'optimisation des formations (souple, ciblée, adaptée...). Le système d'information développée dans ce papier à partir de l'approche orientée objet, a donné naissance à un modèle très avantageux : Ce modèle a pu être validé avec des spécialistes en réseau. Nous avons pu étudier tous les cas possible et existant de configurations de réseau et ce, par une approche simple, réaliste et sans explication lourde de termes techniques. Ce modèle répond à tous les problèmes structurels et relationnels. En effet, il peut être étendu à n'importe quel type de système des réseaux.

## Bibliographie

[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, Laboratoire A.P.I. Juin 1990.

[Benedouch 87] : Fe. BENDEDOUCH, Fa. BENDEDOUCH, J.P. CABANEL "Un système de simulation pour l'apprentissage des Protocoles de communication" Congrès EAO, Cape d'Adge 1987

[Diaz, 90] : Diaz M.: "La recherche et les réseaux informatiques", Revue TSI. Paris 1990.

[Frasson, 91] : Frasson C., Systèmes Tutoriels intelligents: états et perspectives en Amérique du Nord, Génie Educatif, N° 1, Mai 1991.

[Hochon, 92]: 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.

[ISO 10165] : ISO/IEC DIS 10165 "Information technology-Open Systems Interconnection-Management Information service- Structure of management information".

[Lecerf, 93] : Lecerf C.: "Les normes de gestion de réseaux à l'ISO", Ed. Masson. Paris.

[Oumtanaga, 93]: Oumtanaga S.: "Using computer assisted teaching network", International conference of Teleteaching 93, Trondheim, Norway, Août 1993, Norvège.