

eDalgo *(eDidactique de l'Algorithmique)*

Support interactif de cours pour l'apprentissage autonome de l'algorithmique et la programmation

Contexte d'utilisation prévu

L'objectif de ce projet est la réalisation d'un support de cours interactif francophone pour l'enseignement de l'algorithmique de base et l'apprentissage de la programmation, pour débutants en informatique, permettant un **apprentissage autonome (Self Regulated Learning)**.

Besoins à satisfaire

Le besoin à satisfaire est de pouvoir **modifier la pédagogie des enseignements magistraux, grâce à l'utilisation de meilleurs supports de cours**, permettant d'accroître les possibilités **d'auto-formation des étudiants et de formation auto régulée**. Le but visé est une plus grande implication et responsabilisation des étudiants dans leur formation. De plus, ces supports permettront également une formation à distance, et contribueront à améliorer la visibilité de nos enseignements à l'extérieur de nos établissements, à augmenter le rayonnement de notre image dans les pays francophones. Le choix de l'UV de programmation et d'algorithmique de base repose sur le fait que tous nos établissements enseignent cette discipline, que l'élève ingénieur passe obligatoirement par cet apprentissage et qu'il serait possible de proposer quelque chose de réellement innovant du fait du contenu à enseigner (l'informatique). *Ainsi, un tel projet permettrait un travail en commun et un partage du savoir entre nos établissements respectifs ainsi que la mise en commun de cours francophones*. De plus, les enseignants d'informatique impliqués dans ce projet sont extrêmement motivés par une telle expérience, qui pourra servir de vitrine pour d'autres disciplines.

Démarche pédagogique proposée

L'idée est de développer un cours magistral plus interactif, contenant essentiellement des rappels sur les points importants du cours, et sur les pièges classiques. Ce résumé sera ensuite suivi d'un forum de questions, permettant à chacun d'approfondir les points obscurs décelés lors de l'utilisation du support interactif. Les TD et TP utiliseront également le support interactif de cours, autour de machines. Les étudiants pourront de plus accéder à ce support de manière autonome, afin de préparer le cours magistral et de travailler sur le prochain chapitre à traiter en cours. Enfin, un tel système permettra également une formation à distance, ce qui est important à fois pour les étudiants cherchant à rattraper une absence en cours ou en TD (un peu comme les livres, polycopiés, et cassettes vidéo).

Développements nécessaires

Un site web a été constitué par le passé mais il comporte cependant de nombreuses lacunes : peu d'interactivité, nombre limité d'exercices, pas d'auto-évaluation sérieuse, vision UTCéenne de la discipline (participation d'un seul enseignant), pas de travaux pratiques, pas de quiz, pas de jeux interactifs éducatifs, pas de simulations pédagogiques, cours de programmation en Pascal et non en C...

L'objectif de ce projet est donc de pallier ces lacunes en regroupant nos forces et nos moyens matériels et humains, pour intégrer tous ces éléments (en HTML, XML et JavaScript), et de **développer complètement un nouveau site, intégrant beaucoup plus d'interactivité.**

La tâche à réaliser consistera dans un premier temps à définir une charte pédagogique pour le **cours** à diffuser, les **exercices** associés (ainsi que leurs corrections), les **travaux pratiques** intégrés dans le logiciel, ainsi que des **Quiz** et divers **QCM** permettant d'évaluer les connaissances de l'apprenant. De plus, il faudra intégrer dans le didacticiel diverses **simulations** pédagogiques, afin de mieux illustrer certains concepts du cours. Des **animations** graphiques permettront également de définir une pédagogie orientée sur la base d'**exemples**. Un environnement d'apprentissage, quelle que soit la nature de l'apprentissage, doit, entre autres, offrir à l'apprenant la possibilité d'expérimenter, de "prendre des risques", de pratiquer et d'avoir des retours de ses performances. Dans cette optique nous souhaitons développer un environnement multimédia complet pour l'aide à l'acquisition des concepts de base. On pourra également réaliser des exercices interactifs, des simulations et des quiz et autres QCM (sur les boucles, les tableaux, les fichiers, la récursivité, les procédures et fonctions, la portée des variables locales et globales, le passage de paramètres par valeur ou par adresse, les diagrammes de Conway et la syntaxe du langage ...).

Une attention particulière devra être portée à la partie 'évaluation' (ou auto-évaluation). En effet, dans un logiciel éducatif, comment vérifier si l'utilisateur a compris ce qui lui est enseigné ? Comment le programme peut-il s'adapter à l'utilisateur, en fonction du niveau de compréhension de ce dernier ? Comment donner un feed-back à l'utilisateur sur ce qu'il a réellement compris et ce qu'il croit avoir compris ? L'utilisation des possibilités multimédia, d'aspects ludiques pour une meilleure pédagogie et pour faire travailler l'apprenant, de la prise en compte de l'intérêt de l'utilisateur, de l'évaluation de l'apprenant par le logiciel (quiz, jeux interactifs...), sont quelques éléments de réponse. La conception du site sera orientée dans un but d'apprentissage autonome (ou auto-formation), inspiré des réseaux européens TACONET (Targeted Cooperative Network on Technology Enhanced Learning Environments that Support Self-regulated Learning: <http://tv-lmi.ub.es/taconet/>) et TELEPEERS (Technology Enhanced Learning Environments that support Self-Regulated Learning: <http://tv-lmi.ub.es/telepeers/>), auxquels nous participons.

Les diverses étapes de prototypage et de maquettage seront effectuées en utilisant la méthode CEPIAH (Conception et Evaluation de Produits Interactifs pour l'Apprentissage Humain), développée à l'UTC, et en particulier l'outil NetUniversité. Cette méthode englobe différents domaines (ergonomie du logiciel, pédagogie, multimédia, écriture interactive, scénarisation, design graphique, qualité informatique, spécificités web...) et cela sous formes de questionnaires à profondeur variable, et d'une base de connaissances sur le sujet.

L'objet de notre proposition est de prendre en compte le point de vue du self-regulated learning (SRL) dans les scénarios pédagogiques utilisés dans NetUniversité (projet CEPIAH). Pour ce faire, il s'agira, dans un premier temps, de réaliser une étude sur le SRL ainsi que sur les scénarios pédagogiques. A partir de ces études, il faudra mesurer l'intérêt d'utiliser des scénarios pédagogiques dans un contexte de self-regulated learning.

Enfin, une analyse sur l'exploitation et la représentation de scénarios pédagogiques dans le projet CEPIAH devra être menée, avant la réalisation d'un site interactif de formation autonome à la programmation.

Le guide interactif CEPIAH

Le guide interactif CEPIAH comporte les parties « Aide à la Conception » et « Aide à l'Evaluation » ainsi qu'un ensemble de Modèles Prédéfinis pour les enseignants (trois niveaux d'expérience en informatique : débutant, intermédiaire et avancé).

Dans le module d'aide à la conception, c'est défini une structure hiérarchique arborescente, basée sur : thèmes, méta-critères et critères. Les thèmes sont situés au plus haut niveau dans cette structure. Chaque méta-critère est formé de critères. Il y a six thèmes principaux : Gestion de Projet, Qualité Technique, Ergonomie du Web, Eléments de l'IHM, Structuration Pédagogique et Environnement Pédagogique.

Le thème **Gestion de Projet** détermine les étapes de conception et développement d'un produit hypermédia pédagogique. Le thème **Qualité Technique** concerne la mise au point informatique du logiciel : rapidité, compatibilité, téléchargement, etc. En effet, pour faire un bon usage d'un site Web pédagogique, l'utilisateur ne doit pas se soucier des problèmes techniques dues à un dysfonctionnement dans le système. Le thème **Ergonomie du Web** fournit des recommandations générales pour la conception ergonomique de l'IHM et de sites Web. Le thème **Eléments de l'IHM** se réfère aux éléments de design graphique ainsi qu'aux éléments multimédias (tels que l'image, son etc.) pouvant être les plus adaptés pour un hypermédia pédagogique. Le thème **Structuration Pédagogique** concerne la qualité de la présentation et la structuration du contenu ainsi que les outils pédagogiques (outils de lecture, outils interactifs) pertinents dans un environnement hypermédia d'apprentissage. Le thème **Environnement Pédagogique** concerne des recommandations sur les éléments caractéristiques des multimédias pédagogiques comme par exemple, les activités pédagogiques proposées aux apprenants ainsi que les outils permettant la communication, l'évaluation et le suivi des apprenants pendant le processus d'instruction.

Pour la structuration des informations dans le module « Aide à la Conception », le corps de chaque unité est constitué d'éléments représentant divers blocs de texte. Un bloc de texte est une unité d'information contenant quatre éléments : définitions, approfondissement, listes d'exemples et références bibliographiques. Les définitions décrivent des recommandations à prendre en compte par l'auteur du cours durant le processus de conception. Les recommandations correspondent aux différents domaines tels que : l'ergonomie des IHM, les environnements multimédias pédagogique etc. Les approfondissements apportent une présentation détaillée de chacune des recommandations du cours. Les exemples peuvent exprimer ce que l'auteur doit éviter de faire - exemples négatifs et/ou ce qu'il est conseillé de respecter lors de sa conception du cours - exemples positifs. Les annexes, quant à elles, fournissent des informations sur les sources employées pour la réalisation du module d'aide à la conception des sites Web éducatifs ainsi que les références supplémentaires si besoin.

Le module « Aide à l'Évaluation » est constitué de questionnaires interactifs portant sur les thèmes présentés dans la partie d'aide à la conception. Les questionnaires sont accessibles en ligne sur le site web CEPIAH. Un élément important dans ces questionnaires est qu'ils fournissent des explications à l'évaluateur. Ainsi on peut remarquer trois niveaux d'informations différentes potentiellement utiles à l'évaluation : l'explication de chaque thème ainsi que de chaque méta-critère, la re-formulation de la question et la théorie sous-jacente (voir figure 1). Il est important que ces aides soient le plus neutre possible, de façon à guider l'évaluateur dans son choix sans l'influencer outre mesure.

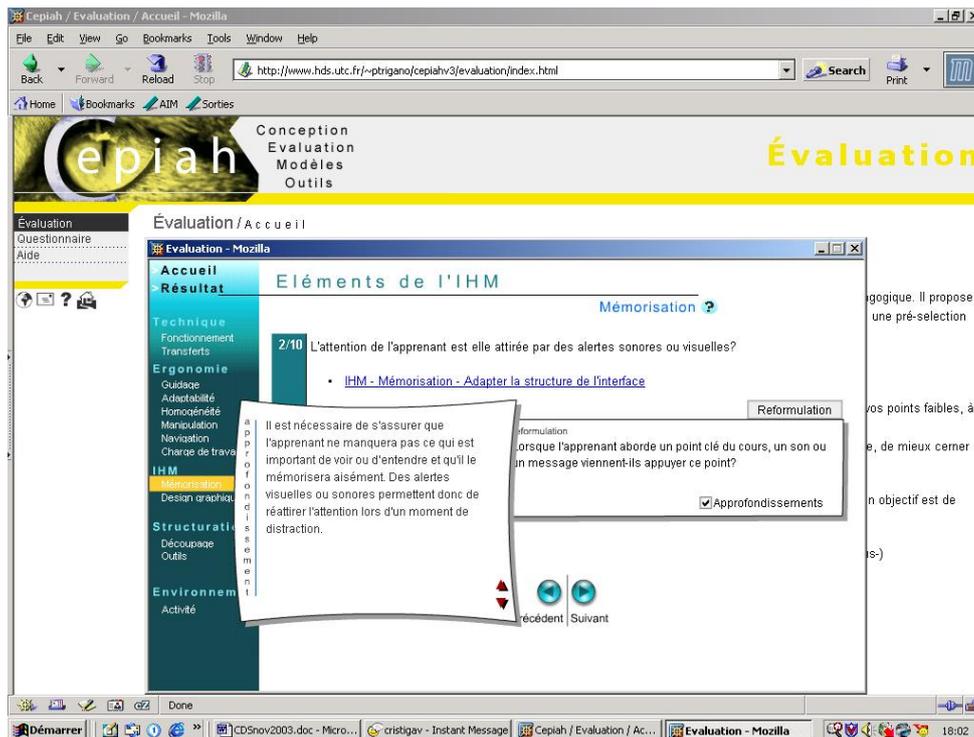


Figure 1. Exemple de question avec re-formulation et approfondissement

Un élément important dans ces questionnaires est qu'ils fournissent des explications à l'évaluateur (figure 2). Afin de réduire le problème de désorientation des utilisateurs dans l'environnement et de les aider à évaluer et si besoin améliorer leur prototype durant le processus de conception, on est proposé une navigation à « double sens ». Ainsi à partir du résultat d'évaluation de chaque questionnaire, le système propose une synthèse de chacune des questions ainsi qu'une possibilité de navigation, au niveau des critères, vers la partie Conception. Principalement pour les faibles résultats d'évaluation, ces synthèses pourraient aider l'utilisateur dans la compréhension et l'amélioration des défauts que son application comporte.

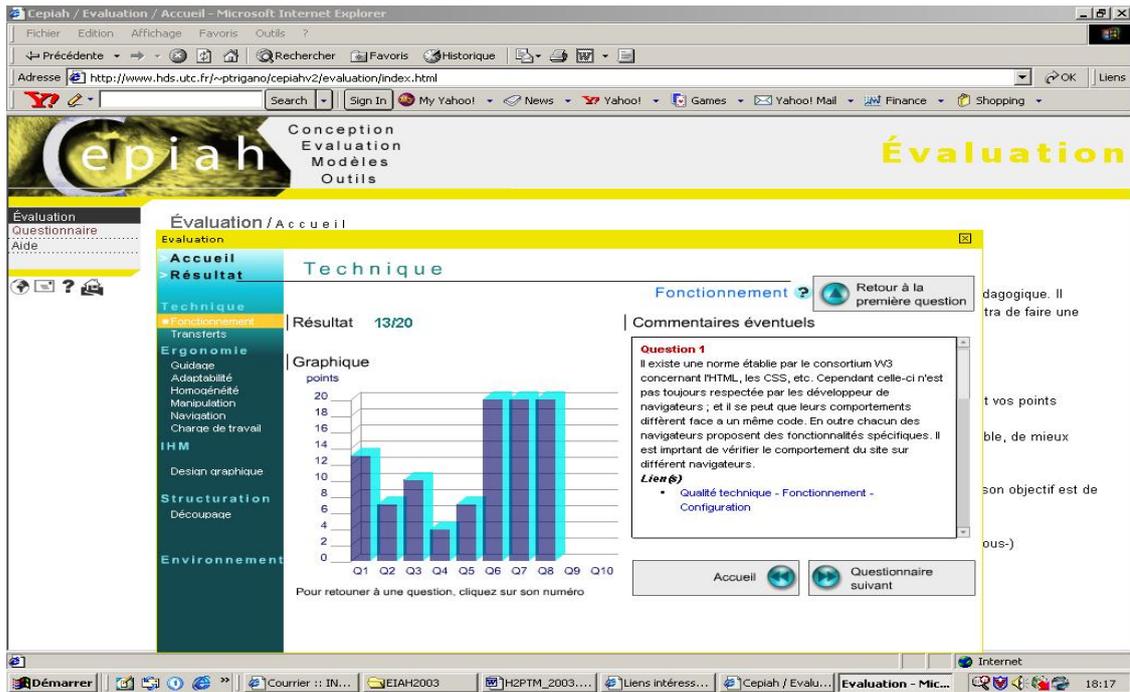


Figure 2. Les résultats d'évaluation avec synthèses

Afin de rendre le résultat d'évaluation plus juste et plus fiable, le système prend en compte la subjectivité de l'utilisateur (impression positive ou négative). Pour mesurer cette subjectivité, le module Evaluation intègre un nouveau thème « Impressions Générales » (voir figure 3). A noter que ce thème est positionné en premier, afin d'amener l'utilisateur à répondre à ce questionnaire avant d'être influencé par les autres questions. Ce thème est composé de différents qualificatifs pour les sites éducatifs, comme : rassurant/déroutant, luxuriant/dépouillé, ludique/académique, actif/passif, simple/complexe, innovant/traditionnel. Ces qualificatifs permettent à l'utilisateur de revenir vérifier ses impressions « à chaud » au cours de l'évaluation. La partie « Votre avis » permet d'avoir une note globale instinctive qui se retrouve dans la partie « Résultats » du module Evaluation.

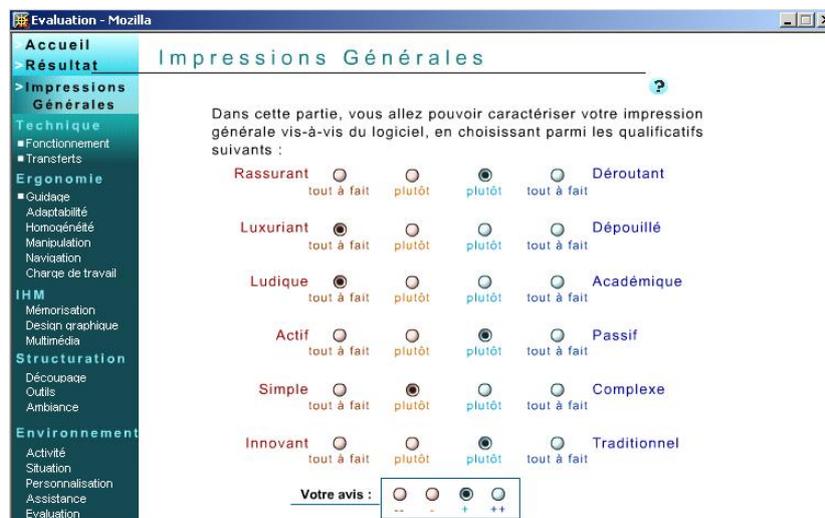


Figure 3. L'interface du thème Impressions Générales

Au niveau de thèmes et méta-critères, l'utilisateur peut également donner une note instinctive avant de répondre aux questionnaires. Le résultat final (figure 4) prend en compte la note calculée par la moyenne des notes pondérées par thème et méta-critère et la note globale instinctive à partir du thème Impressions Générales.

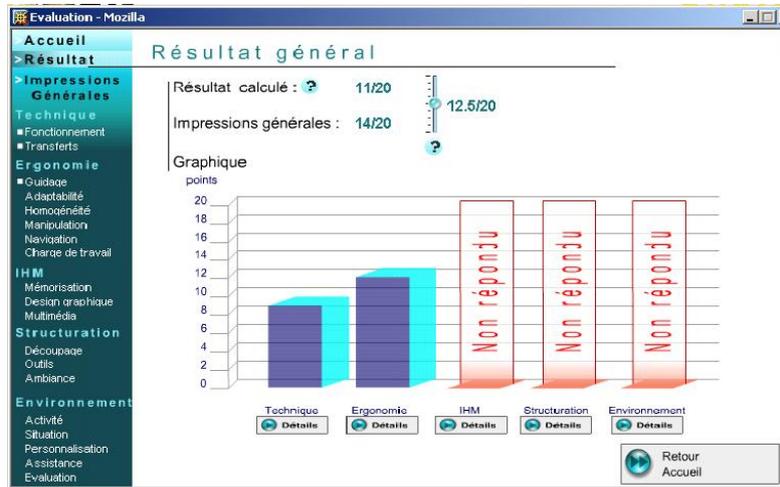


Figure 4. Le résultat final d'une évaluation

Le troisième module, Modèles Pédagogiques, offre deux fonctionnalités en tenant compte du niveau de compétence en informatique des utilisateurs (niveau « débutants » ou niveau « avancé »). Pour les utilisateurs ayant un niveau avancé en ce qui concerne l'utilisation des outils de développement, le système propose une bibliothèque de modèles prédéfinis de structures de sites web pédagogiques (figure 5) qui doivent être téléchargés et développés en utilisant les outils comme Dreamweaver, Macromedia Flash, etc.

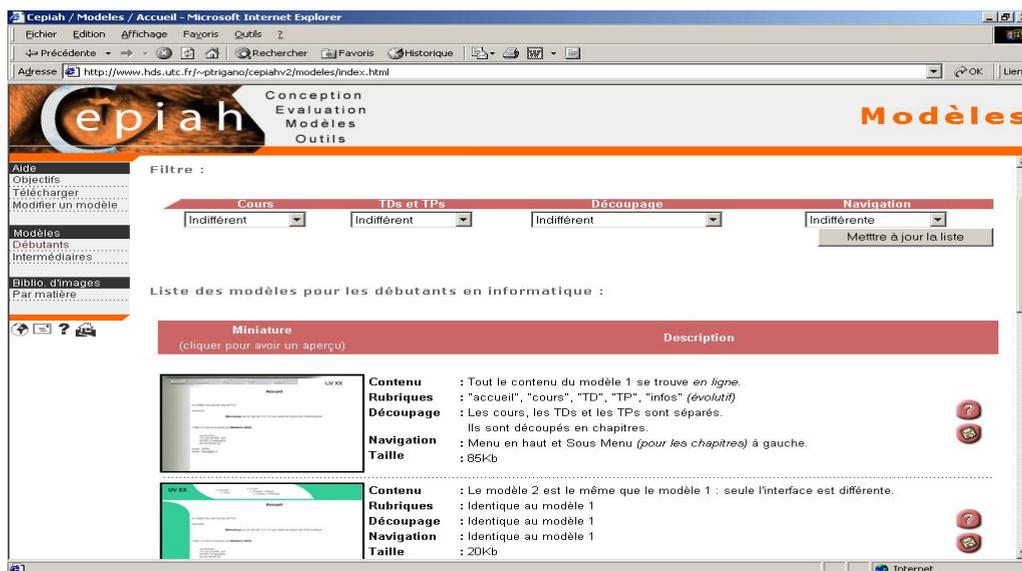


Figure 5. Modèles prédéfinis des sites web éducatifs

NetUniversité : un portail web utilisant le standard IMS Learning Design

Afin d'aider les enseignants du niveau débutant ou qui n'ont aucune compétence en informatique à concevoir leurs cours en ligne, on a également développé un outil de génération dynamique des structures de sites web éducatifs. Cet outil de génération automatique de structures de sites web est un portail web, netUniversité, qui fait partie intégrante du guide interactif CEPIAH. En effet, on a développé un outil composé de trois parties principales : un module de génération dynamique de structures de sites web, un module d'édition et d'administration des cours ainsi qu'un module de navigation.

Par le biais de ce portail, l'enseignant peut générer des structures de sites web éducatifs, éditer le contenu de cours dans ces structures et puis visualiser et administrer ses cours (figure 6). Les étudiants peuvent visualiser et participer aux cours à partir du navigateur intégré dans netUniversité. Le portail peut être donc utilisé soit comme support complément de cours en présentiel soit pour appuyer l'enseignement à distance.

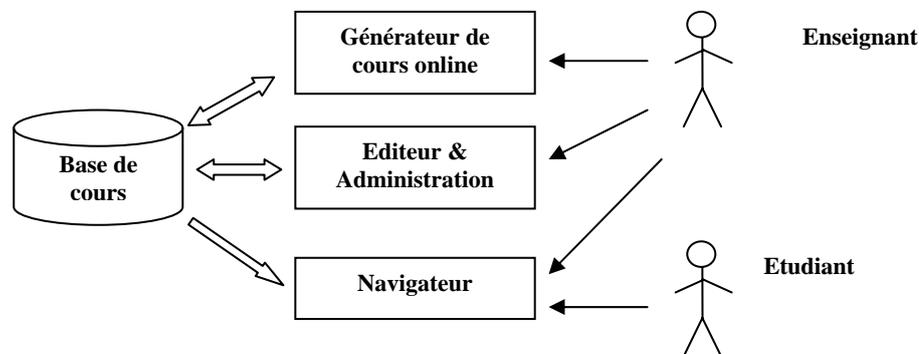


Figure 6. Présentation générale du portail netUniversité

Pour générer les structures de sites pédagogiques, le système utilise en entrée les réponses aux deux questionnaires interactifs représentés en fichiers XML : le questionnaire pédagogique et le questionnaire pour les aspects de design graphique. Chaque site web généré est représenté par deux fichiers XML dont l'un pour la représentation graphique des modèles d'interface (IHM) et l'autre pour stocker les contenus pédagogiques en format IMS LD.

Le questionnaire pédagogique permet à l'utilisateur de choisir dynamiquement les éléments qui seront intégrés dans son site web éducatif. Ce questionnaire est structuré sur trois niveaux de granularité : une question proprement dite, sa re-formulation ainsi qu'un approfondissement lié à cette question-là. Dans l'approfondissement, c'est une courte synthèse sur les concepts théoriques d'enseignement et d'apprentissage qui sont en liaison avec cette question, en expliquant également quelle peut être l'incidence sur la structure du site web qui sera générée par la suite. La figure 7 représente l'affichage d'une question pédagogique dans le module de génération de structure de cours en ligne qui fait partie intégrante du portail *netUniversité*.

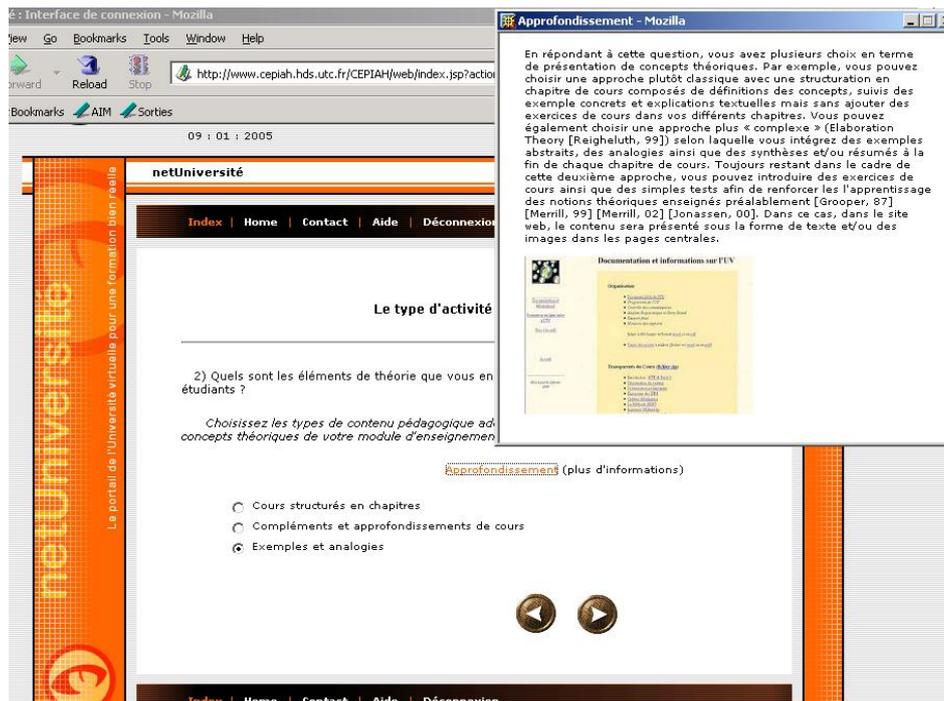


Figure 7. Questionnaire pédagogique interactif

Cette question permet de choisir les types d'unités pédagogiques (par exemple, présentation de concepts théoriques et exercices applicatifs ou bien présentation de concepts théoriques et travail par projets) que l'enseignant souhaite proposer aux étudiants.

Le questionnaire IHM est également utilisé pour la génération automatique de structures de sites web éducatifs. La figure 8 présente une page web qui guide l'utilisateur dans le choix du type de menu graphique pour la navigation principale dans la structure de son site web.

Les aspects graphiques des IHM pour le Web

1) Quel est le type de navigation general (menu principal) que vous préféreriez ?

- un menu vertical (à gauche) par page [voir image](#)
- un menu horizontal, en haut de page [voir image](#)
- par la page centrale [voir image](#)



Figure 8. Questionnaire pour l'interface de site web

Le standard IMS LD

Learning Design est une spécification très récente (apparue en 2003) qui décrit les scénarios d'apprentissage que l'on puisse mettre sur le Web et partager entre usagers et systèmes. IMS LD propose un cadre permettant de prendre en compte la diversité des approches pédagogiques tout en assurant l'échange et l'interopérabilité des matériaux d'apprentissage et des unités d'apprentissage les mettant en scène.

A quoi sert l'IMS LD ?

1. Décrire et mettre en application des activités d'apprentissage basées sur différentes pédagogies, y compris le travail de groupe et l'apprentissage collaboratif.
2. Coordonner plusieurs apprenants et plusieurs rôles dans un modèle multi- apprenants, ou alternativement, soutenir les activités d'un seul apprenant.
3. Coordonner l'utilisation du contenu avec des services de collaboration.
4. Soutenir les multiples modèles de distribution, y compris l'apprentissage mixed-mode.
5. Le transfert des conceptions pédagogiques entre systèmes.
6. La réutilisation des conceptions pédagogiques et des ressources.
7. La réutilisation des parties d'une conception pédagogique, par exemple des activités ou des rôles spécifiques.
8. L'internationalisation, l'accessibilité, le suivi, l'enregistrement, et l'analyse de performance, par l'utilisation des "propriétés" pour des personnes, des rôles et des conceptions pédagogiques.

Comment fonctionne IMS LD?

IMS LD est un langage qui permet de décrire et d'organiser les activités d'apprentissage. Il prend en charge une vaste gamme de modèles pédagogiques, y compris le travail de groupe et l'apprentissage collaboratif. Il est à noter cependant que IMS LD ne définit pas des modèles pédagogiques sur le plan individuel mais le langage nous permet de décrire des modèles divers.

Le noyau du langage comprend des:

- rôles (qui fait quoi)
- activités (ce qu'ils font)
- environnements (un rassemblement de ressources destinées aux activités)
 - services
 - objets d'apprentissage

L'essence d'IMS-LD peut être résumée par le « slogan » : « Les personnes s'engagent dans des activités avec des ressources »

Les dynamiques d'IMS LD

Concevoir un scénario commence par l'élaboration d'un élément de méthode, qui décrit la pièce avec des actes et des partitions. L'élément de méthode se réfère aux autres éléments dans la conception pédagogique, qui sont localisés séparément de sorte qu'ils puissent être réutilisés et mis à jour facilement. Par exemple, à l'intérieur d'un acte, chaque élément de partition rejoint un rôle à une activité élémentaire. Ceci est analogue au scripte utilisé par un

acteur pendant une pièce. La fin d'un acte fournit un point où il est possible de synchroniser les rôles pendant la pièce, de sorte que tous les participants commencent un nouvel ensemble d'activités en même temps. Si ce n'est pas nécessaire, alors la pièce peut avoir juste un acte. Comme dans une pièce de théâtre, un acte comprend un ou plusieurs rôles, qui se réalisent « sur scène » en même temps.

- Une partition réfère au rôle et à l'activité élémentaire qui doit s'exécuter dans l'acte. Effectivement elle assigne une activité élémentaire à un rôle, analogue au scripte que le rôle doit jouer dans l'acte.
- Des joueurs multiples peuvent être assignés au même rôle de telle façon que beaucoup d'apprenants jouent le même rôle. Les objets et les activités d'apprentissage sont assignés à chaque rôle séparément chaque fois que la conception pédagogique est lancée ; ils peuvent également être partagés entre les rôles. Les rôles s'exécutent simultanément, et peuvent faire différentes choses en même temps ; on peut également avoir des interactions entre eux.
- Une activité élémentaire comprend une description d'activité et normalement une indication vers un « environnement ». La description d'activité indique ce que le rôle doit faire avec les objets compris dans l'environnement, bien qu'elle puisse ne pas avoir d'environnement, par exemple quand elle décrit simplement une activité élémentaire «offline».
- Les activités élémentaires sont organisées en structures d'activités, qui peuvent être assemblées en une séquence ou en une sélection. Une sélection signifie que des activités élémentaires peuvent être effectuées dans n'importe quel ordre. Une séquence signifie que des activités élémentaires sont présentées dans un ordre précis (la suivante est disponible une fois que la précédente est complétée). Une activité peut avoir ses propres objectifs et/ou pré-requis d'apprentissage.
- Un environnement peut comprendre des objets d'apprentissage (contenu, paquets de contenu etc.), et/ou des services.
- Les services offrent des fonctions génériques telles que le courriel, les conférences, la recherche ou les annonces. Les emplacements des services ne sont pas précisés pendant la conception, mais sont rendus disponibles au moment de l'exécution. Les services et les objets d'apprentissage sont mis en référence par des activités élémentaires. Ceci signifie que ces éléments sont localisés séparément de sorte qu'ils puissent être réutilisés et mis à jour facilement.

Il y a trois niveaux d'exécution dans la conception pédagogique d'IMS LD :

- Le Niveau A contient le noyau de la conception pédagogique d'IMS : les personnes, les activités élémentaires et les ressources, et leur coordination grâce aux éléments méthode, pièce, acte et partitions. Ceci prévoit simplement une série d'activités d'apprentissage ordonnées temporellement pour être exécutées par des apprenants et des formateurs, en utilisant les objets et/ou les services d'apprentissage.
- Le niveau B ajoute un plus grand contrôle et une plus grande complexité avec l'utilisation des *propriétés* et des *conditions*. Les propriétés peuvent être internes (« local ») ou externes (« global »). Elles sont utilisées pour stocker des informations sur une personne (telle que des résultats des tests ou des préférences d'apprentissage), sur un rôle (on peut savoir si un rôle est pour un apprenant à temps plein ou à temps partiel), ou sur une conception pédagogique elle-même. Les propriétés internes persistent seulement pendant un passage d'une conception pédagogique, alors que les propriétés externes retiennent leurs valeurs au delà de la fin d'un passage, et peuvent

être consultées pendant différents passages et/ou différentes conceptions pédagogiques. Les conditions permettent au déroulement de l'apprentissage (« learning flow ») d'être contraint selon des circonstances, des préférences ou des caractéristiques spécifiques de l'apprenant. Par exemple, un apprenant peut être présenté avec des ressources dans un ordre aléatoire, si leur style d'apprentissage ou leur préférence l'exige.

- Le niveau C intègre le niveau B en y ajoutant les *notifications*. Ainsi il permet de transmettre des messages d'un rôle à l'autre ou d'ajouter de nouvelles activités associées à un rôle, conséquences de l'apparition des événements pendant le processus d'apprentissage.

L'outil netUniversité intègre tous les 3 niveaux de l'IMS-LD, en offrant un maximum de flexibilité à l'utilisateur.

L'approche pédagogique

Afin de proposer des scénarios pédagogiques, il faut étudier les approches théoriques de l'enseignement et de l'apprentissage. Les dernières décennies ont vu l'apparition et le développement de théories, modèles et méthodes d'instruction, à partir des travaux de Piaget concernant l'approche constructiviste et de Vygotski sur l'approche socioculturelle jusqu'aux travaux de Gagné et Medsker sur les conditions de l'apprentissage et Merrill, sur l'identification des principes fondamentaux d'enseignement et d'apprentissage. Nous pouvons également mentionner l'ouvrage de Reigeluth, qui regroupe plusieurs modèles et méthodes d'enseignement intégrant différents scénarios pédagogiques ainsi que les travaux de Paquette sur l'ingénierie pédagogique pour les systèmes de télé apprentissage.

Plusieurs méthodes d'enseignement suggèrent que la plupart des environnements d'apprentissage soient basés sur la résolution de problèmes et impliquent les étudiants dans quatre phases d'apprentissage que Merrill distingue : (1) l'activation d'une connaissance antérieure, (2) la démonstration des compétences, (3) l'application de compétences et (4) l'intégration de ces compétences dans les activités du monde réel. Ainsi, selon Merrill, l'apprentissage est facilité quand les apprenants sont engagés dans la résolution des problèmes (dans le monde réel). Pour favoriser l'acquisition des compétences dans la résolution des problèmes les apprenants doivent se confronter avec des problèmes moins complexes, de manière progressive, afin de résoudre des problèmes plus complexes.

En ce qui concerne la phase d'« *activation* », Merrill considère que l'apprentissage est facilité quand des expériences précédentes pertinentes sont activées. Par rapport à la phase de « *démonstration* », l'apprentissage est facilité quand l'enseignant démontre aux étudiants ce qu'ils doivent apprendre. Concernant la phase d'« *application* », l'apprentissage est facilité quand les étudiants sont amenés à utiliser leurs nouvelles connaissances ou compétences afin de résoudre des problèmes. Dans la phase d'« *intégration* », l'apprentissage est facilité quand les apprenants sont encouragés à transférer la nouvelle connaissance ou compétence dans la vie courante. Il est également favorisé quand les étudiants peuvent réfléchir sur un problème, discuter avec leurs pairs et défendre leurs nouvelles connaissances ou compétences.

Un exemple qui inclut toutes les phases d'apprentissage proposées par Merrill, est l'approche par résolution collaborative de problèmes, proposée par Nelson. Cependant, dans ce cas, la

phase d'application est plus accentuée que celle de démonstration. Afin d'aider les concepteurs de scénarios pédagogiques de type « travail par projet » ou « résolution collaborative de problèmes », Nelson propose un guide de recommandations organisées sur plusieurs étapes d'activités telles que : définir les objectifs et le plan du projet, former des groupes d'apprenants, définir la problématique, définir et attribuer les rôles, engager les apprenants dans un processus itérative de résolution de problèmes, finaliser le projet, réfléchir, synthétiser et évaluer les résultats obtenus.

L'approche constructiviste de Jonassen est également centrée sur la résolution de problèmes ou de projets en incluant tous les principes d'apprentissage mentionnés par Merrill. Jonassen souligne que l'apprentissage est favorisé quand les élèves découvrent le contenu du domaine à travers la résolution de problèmes, tout en recommandant une progression du simple vers complexe.

Schank propose un modèle de simulation d'apprentissage par action (« learning-by-doing ») nommé GBS (« goal-based scenario »), centré sur la résolution des problèmes en utilisant du raisonnement à partir de cas (« case based reasoning »). Le modèle GBS inclut plusieurs composants comme : l'*objectif d'apprentissage*, la *mission*, la *partie narrative*, le *rôle des acteurs*, les *ressources* et le *feedback* incluant les tuteurs et les experts. Ce modèle met l'accent sur les phases d'application, d'activation et de démonstration tandis que la phase d'intégration est moins accentuée bien qu'elle reste effectivement présente. Dans ce modèle, les apprenants doivent atteindre les objectifs d'apprentissage en exerçant leurs compétences et en utilisant des contenus pertinents de connaissances (présentés sous forme de cas) qui peuvent les aider dans l'accomplissement de leurs objectifs.

Un autre exemple d'approche théorique d'enseignement et d'apprentissage, nommé « Elaboration Theory », est proposé par Ch. Reigeluth. Dans la même optique que Jonassen, Reigeluth recommande une organisation de type « *simple vers complexe* » du contenu pédagogique. De plus, selon Reigeluth, l'apprentissage des concepts théoriques est amélioré quand on intègre dans un cours de formation des éléments pédagogiques « exemples concrets » avant les éléments « exemples abstraits », des éléments « contre-exemples », des « tests d'évaluation » et des « tests d'auto-évaluation », des « synthèses » et des « résumés » à la fin de chaque leçon qui compose un chapitre ou bien à la fin de chaque chapitre de cours. Par ailleurs, Reigeluth intègre le fait qu'au début d'un cours il est souhaitable d'évaluer les pré-requis des étudiants qui y participent.

De manière générale, on peut observer que toutes ces approches prennent en compte les principes fondamentaux de l'apprentissage énoncés par D. Merrill. Un autre point commun vise l'aspect centré sur la résolution de problèmes ou le travail par projet, ceci pouvant se réaliser individuellement ou par groupe d'apprenants. En revanche, les différences sont dans la scénarisation pédagogique de ces approches.

Il faut alors évaluer toutes ces approches afin de choisir une qui s'adapte le mieux à l'apprentissage autonome ou SRL (Self Regulated Learning)

Self Regulated Learning (formation auto régulée)

SRL représente une modalité d'apprentissage dans laquelle les étudiants prennent le contrôle de leur propre apprentissage. Schunk et Zimmerman définissent le SRL comme: une forme d'apprentissage largement influencée par les réflexions, émotions, stratégies et comportements des étudiants qui sont orientés vers l'atteinte de leurs buts.

Par le biais de SRL les étudiants s'approprient la réalisation de leurs tâches avec confiance et motivation. Ils sont conscients de leurs propres compétences, cherchent les informations dont ils ont besoin et suivent les pas nécessaires pour les acquérir. Quand ils rencontrent des obstacles (des conditions inappropriées d'apprentissage, des leçons pas bien expliquées etc) ils sont capables de trouver une modalité pour y réussir.

SRL et les Technologies de l'Information et de la Communication

- L'Internet aide les étudiants à s'impliquer activement dans le processus d'apprentissage.
- L'utilisation d'environnements hypermédia facilite l'enchaînement des idées.
- L'existence des technologies de l'information facilite la communication et le travail coopératif.
- Les habilités de l'apprentissage autonome sont essentielles pour acquérir des compétences à l'aide des environnements hypermédia.

Tous ces aspects de SRL et hypermédia présentés précédemment font l'objet du projet Telepeers (www.lmi.uib.es/telepeers). Dans le cadre de ce projet a été développé l'outil PRET pour l'évaluation du potentiel de support pour SRL d'un TELE (Technology Enhanced Learning Environment). En effet, tout environnement d'apprentissage qui utilise les technologies de l'information et de la communication associées avec d'autres méthodologies d'enseignement, peut être un TELE.

PRET est un outil pour les chercheurs et les enseignants qui les aident à évaluer les capacités des environnements à supporter l'apprentissage autonome. Quand même, ce sont les étudiants qui donnent l'appréciation finale d'un environnement d'apprentissage. En ce sens, a été développé un autre outil, nommé TELESTUDENTS, qui peut être utilisé par les étudiants afin d'évaluer les bénéfices offerts par l'environnement d'apprentissage lors du processus d'apprentissage autonome.

PRET est un outil simple et facile à utiliser. Il contient trois parties :

1. Des questions sur les généralités concernant le TELE. Ces informations sont utilisées pour une meilleure compréhension du contexte d'utilisation du TELE et pour faciliter la comparaison avec d'autres TELES.
2. Un ensemble des questions en rapport avec le SRL. Ces questions correspondent aux trois phases du processus d'apprentissage (la phase de planification, la phase d'exécution et d'assistance ainsi que la phase d'évaluation) ainsi qu'aux quatre aspects du SRL (cognitif, motivationnel, émotionnel et social).
3. Le résumé des réponses de la deuxième partie en tenant compte de l'impression générale qui résulte de l'évaluation du TELE. Enfin, on demande aux utilisateurs de donner leurs avis sur les différents aspects positifs et négatifs de TELE ainsi que de donner des suggestions pour son amélioration.

Aspects de coopération

Historique des coopérations entre les partenaires

Depuis 1999, plusieurs coopérations impliquant des chercheurs des établissements participant au projet eDalgo ont été définies :

- **Convention de coopération bilatérale entre l'Université de Technologie de Compiègne et Université de Craiova (signée en 2000).** Le cadre général de la coopération prévoit l'échange d'étudiants en 2^e et 3^e cycle et des chercheurs sur des financements propres (Compiègne ou Craiova) ou au niveau national (français ou roumain) ou au niveau européen. Dans ce cadre, Pr. V. RASVAN de l'Université de Craiova est venu en 2000 pour une période de 3 mois. Il faut noter que le cadre de la coopération a été défini pendant le précédent séjour du Pr. RASVAN (1999, 7 mois) sur un financement du CNRS.
- **Programme d'échange inter-universitaires SOCRATES Université de Technologie de Compiègne – Université de Craiova (période : 2004-2007 ; 3 ans).** Dans le cadre de ce programme, trois professeurs à l'Université de Craiova sont venus en Novembre, Décembre 2004 pour mettre en place plusieurs coopérations scientifiques entre les établissements pour la période 2005-2006. Ensuite, 3 étudiants 2^e cycle à l'Université de Craiova sont venus pour 3 mois (mars - mai) pour effectuer leur stage de fin d'études (dont 2 vont participer dans le cadre de ce projet). En même temps, une étudiante en thèse à l'Université de Technologie de Compiègne effectuera un stage à Craiova en automne 2005.
- **Collaboration avec l'INI (Institut National d'Informatique) en Algérie.** Dans le cadre d'un travail commun sur un projet de recherche relatif à l'évaluation de l'apprenant dans les EIAH (Environnements Informatique pour l'Apprentissage Humain), un chercheur algérien, Amar BALLA, a été accueilli du 9 décembre au 20 décembre 2002, dans le laboratoire HEUDIASYC; il reviendra à l'UTC pour un séjour de recherche pour une période d'un mois (du 7 Novembre au 7 Décembre 2005). Le laboratoire co-encadre aussi des étudiants de l'INI sur la même thématique.
- **Collaboration avec l'IHEC (l'Institut des Hautes Etudes Commerciales de Carthage) en Tunisie.** Plusieurs étudiants en master sont venus pour faire des stages d'études/recherche dans le cadre du laboratoire HEUDIASYC, surtout sur des thèmes concernant le e-learning.

Repartitions des tâches entre les partenaires :

L'Université de Technologie de Compiègne sera chargée de la coordination pédagogique du projet, tout en apportant le support méthodologique (SRL - TACONET et CEPIAH – netUniversité). Ils vont aussi contribuer avec le contenu algorithmique du cours et les exercices QCM.

L'Université de Craiova va gérer le projet. Ils vont développer le contenu du cours en C, ainsi que les simulations et la scénarisation pédagogique.

L'Institut National d'Informatique d'Alger sera chargé de rédiger le contenu de cours.

L'Institut des Hautes Etudes Commerciales de Carthage va concevoir les exercices d'applications et va les intégrer dans le site.

En même temps, tous les quatre établissements vont contribuer à valider et tester le site obtenu. L'expérimentation consistera en l'utilisation du cours développé soit comme support de cours soit pour appuyer l'enseignement à distance. Le test en grandeur nature sera ensuite évalué en utilisant l'outil PRET dans le cadre de projet TELEPEERS.

Tenant compte de la région géographique et l'organisation de la recherche, l'homogénéisation s'impose comme nécessaire. Elle se fera à l'aide des échanges et des travaux communs, étape par étape, par le biais des contacts et travaux théoriques et expérimentaux, facilités par les trois réunions prévues.

Intérêt du projet - Avantages de l'action pour les établissements impliqués

Le ***transfert de savoir*** entre les quatre universités participantes est le but principal du projet. Pour les partenaires de Craiova, d'Alger et de Carthage, l'homogénéisation des équipes de recherche signifie non seulement ***l'accès aux technologies avancées de formation***, mais aussi une valorisation de leurs propres capacités de recherche dans un environnement nouveau. Les expériences en présentiel et à distance, l'apprentissage électronique (e-learning) et les autres éléments aboutissant à une université sans murs ont une importance et un intérêt exceptionnels pour les enseignants participants. Il faut aussi noter que la problématique des projets partagés de formation rentre parfaitement bien dans la politique de recherche et d'enseignement de l'Université de Technologie de Compiègne et notamment du laboratoire HEUDIASYC (voir programme DoC – Documents et Connaissance qui est surtout centré sur le développement de eLearning).

C'est important de mentionner aussi ***l'impact social et formatif*** par l'intermédiaire de la formation à la recherche (notamment les ***stages prévus pour les jeunes chercheurs*** des trois Universités de Sud et ***l'expérience de travail dans des équipes mixtes***).

En même temps, le fait que le site sera conçu en français ouvre la possibilité d'être ensuite utilisé dans d'autres universités des pays francophones. De plus, ***ce projet va se constituer comme un premier pas pour le développement des outils pour la formation à distance tout en favorisant la coopération scientifique entre les universités francophones.***