

Travaux pratiques pour les dispositifs de formations scientifiques et techniques utilisant les TICs

Mr. BOUABID Mohamed El Amine (Ingénieur chercheur)
Ingénieur Cherhceur
DTRI-CERIST
E-Mail :bouabid@dtri.cerist.dz

Mme. SALMI-BOUABID Louiza (Doctorante en sciences de l'éducation)
DTRI-CERIST
E-Mail : lsalmi@dtri.cerist.dz

Mots clés : E-Learning, Travaux pratiques à distance, télé-TP, E-Work, socioconstructivisme.

Résumé :

Au cours du projet personnel UTICEF j'ai eu à mettre en place un dispositif de formation à distance « E_NETSEC » pour former les administrateurs sur la sécurité avancée des réseaux et systèmes, qui est en fait une évolution d'un projet UTICEF antérieur réalisé en 2002 par Mme Bouabid Louiza baptisé « E_FCAR » qui vise la formation à l'administration avancée des réseaux et systèmes sous LINUX.

Les deux expériences ont été basées sur le socio-constructivisme et proposaient des activités d'apprentissage alternant travail individuel et collaboratif. Bien que les deux expériences ont bien fonctionné sur les plans techniques et pédagogiques, nous avons senti un grand besoin de la part des apprenants pour mettre en pratique les concepts du cours et nous avons rapidement compris que beaucoup d'apprenants (qui s'y attendait en fait) ont été frustrés du fait qu'il n'y en avait pas.

Cependant la mise en place d'un dispositif pour des formations scientifiques et techniques utilisant les TICs et complètement à distance (et voulant remplacer une structure de formation en présence) doit inclure dans les activités d'apprentissage, des activités pratiques sous forme de TPs qu'ils soient individuels ou collectifs, tutorés ou pas, sachant que les travaux pratiques constituent des enseignement indispensables dans ce genre de formations, nécessitant la pratique et mettant en œuvre (entre autres) le principe de « l'apprentissage par erreur ». Le besoin est encore plus pressant dans le cadre de formations sur des dispositifs industriels où le pilotage de ces systèmes est impératif pour en maîtriser le fonctionnement et où il n'est pas question de déplacer ni de reproduire des installations lourdes ou faire des travaux pratiques sur des installations opérationnelles.

Cet article revient sur les deux expériences du DESS en voulant répondre à la question suivante : Comment introduire les travaux pratiques dans le contexte de dispositif utilisant les TICs et basé sur l'approche socioconstructiviste pour E_FCAR et E_NETSEC? Cette question s'intéressera particulièrement sur les travaux faits ou en cours sur les modalités de conception/modélisation et d'utilisation des activités de travaux pratiques dans les FOADs et nous essaierons de proposer un modèle pour l'intégration des travaux pratiques en ligne dans le contexte des deux dispositifs de formation E_FCAR et E_NETSEC.

1. Introduction

Les travaux pratiques dans l'enseignement sont une forme d'activité d'apprentissage qui se fait dans un laboratoire et qui permet à un groupe d'étudiants d'expérimenter les principes théoriques appris en suivant les consignes de l'enseignant.

L'importance des travaux pratiques a été démontrée par les théories socioconstructivistes comme étant un élément favorisant les interactions entre apprenants et apprenants-tuteurs d'un coté et mettant en œuvre le principe de l'apprentissage par essai/erreur d'un autre coté (Level, 2002).

Les objectifs pédagogiques derrière les travaux pratiques sont (Cooper, 2002):

- Fournir illustrations et démonstrations des principes enseignés et donc une meilleure assimilation des apprenants
- Motiver les étudiants et focaliser les interactions entre étudiants et entre étudiant-tuteurs
- Développer des compétences pratiques considérées comme importantes d'un point de vue professionnel
- Développement des compétences du travail collaboratif en équipe
- Introduire les étudiants dans la communauté de pratique des ingénieurs et des scientifiques
- Donner un contexte pour l'enseignement de l'analyse de données

Une véritable offre de formation professionnelle ou académique à distance qui soit souple et ouverte ne peut ignorer l'importance de l'intégration des travaux pratiques à coté des autres activités. Les avancées considérables en matière de développement et de mise en place de dispositifs de formation à distance qui semblent maîtriser de mieux en mieux la distribution de supports et activités d'apprentissages en ligne, sont très peu développées pour la mise en ligne de situations d'apprentissages nécessitent la pratique de laboratoires (manipulations d'outillage spécifiques pour la construction, l'analyse le diagnostique industriel), indispensable pour les formations aux ingénieurs dans les domaines scientifiques et techniques

Divers travaux existent mais sont encore peu nombreux à proposer des formations en ligne intégrant des travaux pratiques (Level, 2002). Cet article essaye de poser la problématique de mise en ligne de TP en commençant par une définition d'une situation d'apprentissage de ce type, en expliciter les fondements théoriques, ces avantages/apports par rapport à un TP classique, ces besoins et exigences ainsi que ses limites. Ensuite on va résumer quelques expériences de mise à distance de TP jugées intéressantes en expliciter les principes et la démarche suivie, les résultats obtenus et les limites et/ou problèmes rencontrés. On terminera par une discussion sur les possibilités d'application des résultats de ces recherches sur deux projets UTICEF, avant de conclure.

2. Contexte et problématique

2.1 Définition d'un télé-TP

Une activité de travaux pratiques en ligne ou télé-TP désigne (Level, 2002) un TP classique (qu'on peut trouver dans un lycée ou une école d'ingénieurs) qui a été éventuellement modifié mais surtout étendu afin d'être accédé à distance (via *Internet*, par exemple).

Les avantages immédiats des télé-TPs découlent des limites de ce type d'activités dans un contexte classique qui sont :

Le temps: les tranches horaires sont limitées dans l'emploi du temps et les rotations de TP (du fait du faible nombre de systèmes accessibles comparé au nombre d'élèves) peuvent ne pas avoir lieu dans l'ordre le plus approprié pour certains groupes. En outre, les contraintes des emplois du temps font que certains TP arrivent avant le cours magistral.

La documentation : Le sujet est donné (au plus tard) au moment de la séance et est parfois indisponible en dehors des séances de TP,

L'équipement : certains TP nécessitent des équipements lourds et onéreux que l'on ne peut pas dupliquer (robotique, mécanique, etc.)

Les environnements de *télé-TPs* devraient offrir aux apprenants, aux encadrants ainsi qu'aux concepteurs de nouvelles perspectives à la fois du point de vue *temporel* (accès à tout instant, adaptation dynamique du scénario, documentation contextuelle, simulation simultanée pour comparaison théorie-réalité) et du point de vue *spatial* (accès individuel ou collectif à partir d'un autre établissement). Ils peuvent être une réponse intéressante aux limitations précédentes tout en apportant de nouvelles fonctionnalités (par ex., retours d'usage : évaluation systématique et suivi des apprenants, démonstrations en ligne lors d'autres modes d'enseignement et pour d'autres publics, utilisation à des fins de recherche scientifique, ...)

2.2 Typologie d'un TP

Rappelons que généralement, une situation d'apprentissage collective selon (Faerber, 2005) peut appartenir à l'un des types suivants :

1. *La situation – problème*
2. *Le débat*
3. *Le projet*
4. *La résolution de problème*
5. *L'étude de cas.*
6. *L'analyse critique*
7. *La cyber-enquête*
8. *Exercices*

Un TP est une situation qui pourrait bien prendre une des formes présentées ci-dessous, mais l'aspect pratique, consistant en la manipulation d'objets pédagogiques avec des instruments spécifiques (au domaine de l'apprentissage) à l'intérieur d'un laboratoire conçu à cet effet en vue d'observer un comportement, produire un effet, assimiler les concepts théoriques avec des essais/erreurs, ou réaliser un projet, favorise plutôt les types 1,3,4,5,8

La section suivante expose trois expériences de mise en ligne de TP en explicitant les principes sur lesquels ses expériences ont été réalisées, et en montrant les problèmes que peut engendrer cette mise en ligne et les éventuelles propositions d'amélioration.

3. Quelques travaux réalisés

3.1 Un méta modèle pour les TP en ligne (Level,Meyer,Prevaut, 2002)

C'est un projet visant la modélisation d'un Télé-TP. Les Objectifs scientifiques derrière cette recherche est de réunir tous les outils scientifiques utiles à la modélisation d'un *télé-TP* : expression des besoins, formulation des objectifs, définition des contenus pédagogiques et des environnements – afin de proposer un noyau générique (le plus ouvert possible) proposant une architecture informatique, une méthode de mise à distance de TPs, un appui pédagogique, un environnement flexible d'animation à distance. Cette approche est au carrefour de plusieurs disciplines :

- L'informatique liée à l'e-learning du point de vue de la diffusion et de l'intégration de contenus pédagogiques dans un module de formation à distance.
- La construction d'interfaces homme-machine efficaces tant sur le plan pédagogique qu'ergonomique (reconstruction d'environnements en 2D, 3D, réalité virtuelle, rendu haptique, ...).
- La didactique propre aux sensations d'expérimentation dans les disciplines scientifiques et techniques.
- La robotique en matière de téléopération d'un système, en l'occurrence une plate-forme de manipulation à but pédagogique.

Ce projet est passé par un certain nombre d'étapes :

- L'établissement d'un modèle ouvert (définitions, acteurs, liaisons, interactions, recherche des invariants, ...) de TP présentiel d'après les besoins, les objectifs, une observation de la réalité d'un tel enseignement.
- La définition d'un modèle similaire de TP mais cette fois-ci à distance, qui, sous une forme dégradée ou non pourra répondre à la plupart des besoins de l'ensemble des disciplines scientifiques.
- L'étude d'une passerelle entre TP présentiel et *télé-TP* en analysant les difficultés et les caractères essentiels et optionnels qui risquent de se dégrader lors de la mise à distance, tant du point de vue pédagogique (perte de contact humain, de contexte, ...) que technique (perte de commandabilité et d'observabilité), mais également ceux conduisant à un renforcement de l'efficacité pédagogique (plus grande responsabilité, accès à des sessions enregistrées, détachement de la contrainte du temps).
- La validation de ces modèles sur un magasin vertical (cf. §5) accompagnée d'un retour d'usage.

Cette étude s'est intéressée aux différents aspects liés au télé-TP : D'un point de vue **pédagogique**, les télé-TPs sont considérés comme des éléments nécessaires pour les disciplines relevant des sciences de l'ingénieur. La mise en œuvre pourra être une reproduction aussi fidèle que possible du système à manipuler ou bien au contraire les conceptualiser à travers une interface IHM pédagogique spécifique. D'un point de vue **technologique**, les télé-TPs posent un certain nombre de problèmes quant à leur mise à distance. En effet un des problèmes majeurs est la mise en œuvre de toute la chaîne de télémanipulation de bout en bout, de la plate-forme (laboratoire etc.) aux apprenants et enseignants et surtout l'interconnexion de la partie informatique et la partie physique. Une partie de la solution passera par une IHM spécifique.

Les auteurs de ce travail ont défini une première modélisation du système basé sur deux éléments principaux : la plate-forme de télé-TP les acteurs humains et informatique : apprenant, encadrant, techniciens et les concepteurs de scénarii pédagogiques

Les activités possibles pour ces acteurs au sein d'un télé-TP peuvent être classifiées en 4 catégories :

- **La perception de la manipulation** (qui est devenue prédominante à distance), grâce à des capteurs et autres : par visualisation, par des sons, par d'autres sens (toucher, retour de force) par l'observation de l'état des capteurs,
- **Le pilotage** : par l'action direct ou par programmation.
- **La communication entre les acteurs** : synchrone ou asynchrone
- **La documentation** : scénarii de l'activité, supports de cours, autres ressources

3.2 Le projet PEARL (Open University) (Cooper, 2002)

Il s'agit d'un projet européen réalisé à l'Open University (Angleterre) visant le développement d'un système permettant des expérimentations réelles à distance dans un contexte de E-Learning où les apprenants seront capables de :

- 1- Interagir avec l'expérimentation à distance, changer des paramètres et dans certains cas modifier et remodeler les expérimentations.
- 2- Discuter de leurs actions, leurs prévisions, observer et analyser les résultats à travers des outils de communication/collaboration embarqués dans le système PEARL.

Ce processus a de particulier qu'il est réel c'est à dire original et non prédictible, chose qu'une simulation ne peut reproduire.

L'approche PEARL est basée sur une interface client-leger du coté utilisateur et concerne quatre domaines d'application: la biochimie (accès à distance à un microscope électronique), physique fondamentale, inspection visuel PCB et électronique.

Dans notre article on ne va citer que l'application au domaine de l'électronique.

Le système PEARL se compose de trois principaux composants :

- Le système de délivrance de contenus pédagogiques, d'outils de communication/collaboration et de gestion de la formation basé sur WebCT. Ce système établi le lien avec le serveur du laboratoire qui contrôle l'infrastructure du laboratoire.
- Le LabServer : le serveur de laboratoire responsable du contrôle à distance du l'infrastructure du laboratoire. Pour le domaine de l'électronique, il s'agit d'un contrôleur de Boundary-Scan, un générateur de fonctions, un multimètre, un oscilloscope à 2 canaux 100MHz.
- L'infrastructure de laboratoire à distance composée d'une carte digitale pour chacune des contrôleurs

Les interfaces aux instruments décrits sont accessibles via le web à travers une Aplet Java.

Les tests d'utilisabilités de ce dispositif ont permis d'en vérifier ses avantages et en déceler les limites. Un des obstacles d'utilisation de ce dispositif est la dissociation entre la fenêtre de l'activité et les autres fenêtres de travail (communication, collaboration, consultation etc.) ce qui a induit une charge cognitive importante pour les apprenants. Cette expérience a montre combien la solidité des liens réseaux est importante pour mener a bien ce genre d'activité à distance. L'équipe du projet a procédé à des améliorations en vue de ré expérimenter le dispositif de nouveau. L'expérimentation du dispositif est un point primordiale pour maîtriser le fonctionnement réel de ce genre d'activités, les disfonctionnement éventuels ou les problèmes techniques imprévus ont incité les développeurs du projet à mettre en place une infrastructure et une organisation pour la surveillance et le monitoring de l'infrastructure réseau et l'infrastructure du laboratoire. Un accompagnement tutorial a été rajouté afin d'aider les apprenants dans leurs activités d'apprentissage.

3.3 La Robotique Pédagogique au LIUM (Université du Maine - France) (Leroux, 2002)

« La robotique pédagogique vise principalement l'acquisition d'habiletés générales et de notions scientifiques dans des domaines comme les sciences expérimentales et la technologie. Elle se caractérise par un usage de l'ordinateur dans ses fonctions de scrutation, d'analyse, de contrôle et de modélisation de différents processus physiques. Les robots pédagogiques peuvent prendre diverses formes allant d'un simple ordinateur contrôlant un objet périphérique jusqu'à l'automate intelligent. » (Paul D'Amour, 1990)

La robotique pédagogique au LIUM s'est basée sur plusieurs environnements technologiques, la plus abouti est celle du Micro-Monde piloté par un logiciel spécifique ROBOTTEACH. Un micro monde est un environnement inspirés des travaux de S. Papert c'est un « Environnements où les apprenants construisent leurs connaissances en explorant et/ou construisant un monde constitué de micro-robots à formes multiples (tortue de plancher, micro-robots modulaires, grues, etc.) pilotés par des ordinateurs »

La robotique pédagogique au LIUM est un projet de recherche et développement visant le développement d'environnements d'apprentissage avec ordinateur s'appuyant sur la conception, la construction et le pilotage de micro-robots pédagogiques »

Les micro-robots pédagogiques sont des « *Objets techniques physiques qui sont une réduction aussi voisine et signifiante que possible des procédés et machines automatisées réellement utilisés en milieu industriel* »

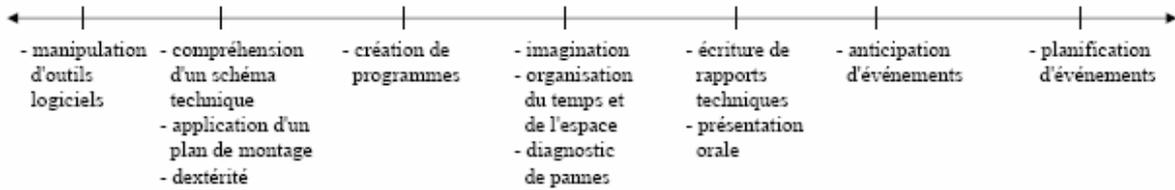
3.3.1 La méthode ATRIUM

Le projet utilise divers supports pédagogiques (micro robots modulaires, bras manipulateurs pédagogiques, ateliers flexibles miniaturisé) permettant un large éventail d'activités pédagogiques possibles (pilotage de micro robots pré assemblés, construction d'un micro robot à partir d'une notice de montage, conception de micro robots à partir d'un cahier des charges, réception des machines produites)

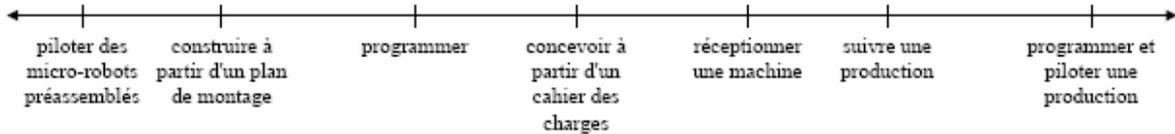
Les compétences visées peuvent être : la compréhension de schémas d'objets techniques, la précision dans l'application d'un plan de montage, le diagnostique des pannes, la maintenance, l'organisation de l'espace et du le temps etc.

L'équipe du LIUM a développé une méthode appelée ATRIUM pour la scénarisation des situations d'apprentissage, basée sur la projection sur trois axes parallèles des : compétences visées, les activités associées à chaque compétence et les outils nécessaires pour l'accomplissement de chaque activité (Figure 1)

COMPÉTENCES



ACTIVITÉS



OUTILS

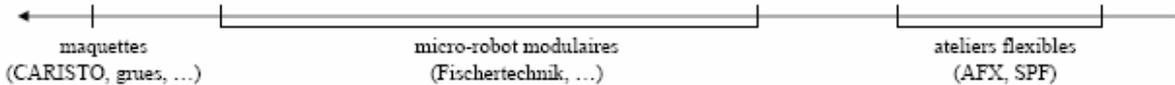


Figure 1. La méthode ATRIUM

3.3.2 Modèle de l'environnement d'apprentissage

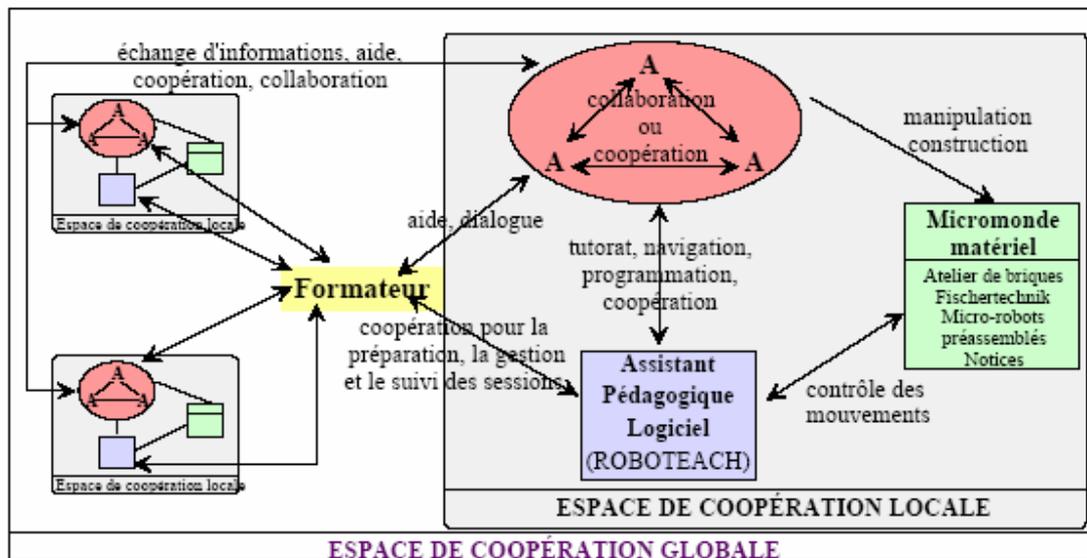


Figure 2 modèle de l'environnement d'apprentissage

Dans ce modèle les équipes d'apprenants disposent d'un environnement de coopération local, composé d'outils de communication/collaboration et des outils de production (assistant pédagogique logiciel RoboTeach et un Micro-monde matériel). Au centre du dispositif le tuteur joue différents rôles au sein d'un espace de coopération global qui consiste à transmettre des informations, enseigner des concepts de programmation, aider les apprenants dans leurs activités, gérer les activités pédagogiques etc.

Une des limites observées dans cette démarche est la sur sollicitation du tuteur qui n'arrive plus à accomplir convenablement sa tâche, d'un autre coté les erreurs de programmation du logiciel ont perturbé l'apprentissage d'où la nécessité de changer d'approche pédagogique et la correction des erreurs de programmation du logiciel (Leroux 2002, LIUM, 2005)

3.3.4 Environnement support des activités collectives SPLASH

Afin de pallier aux insuffisances observées, une nouvelle approche pédagogique est adoptée, basée sur la pédagogie par projet. Cette approche consiste à faire collaborer les apprenants sur des projets spécifiques avec un objet visé (une connaissance, une production technique ou artistique) (Leroux 2002) Le projet doit aboutir à une réalisation qui peut prendre différentes formes et fera l'objet d'une évaluation interne ou externe. Le projet est fruit d'un travail de groupe donc favorise l'apprentissage social en incluant naturellement des conflits socio-cognitifs. Cette approche permet aussi de développer chez les apprenants d'autres compétences que celles liées au domaine d'apprentissage (conduite de projet, etc.)

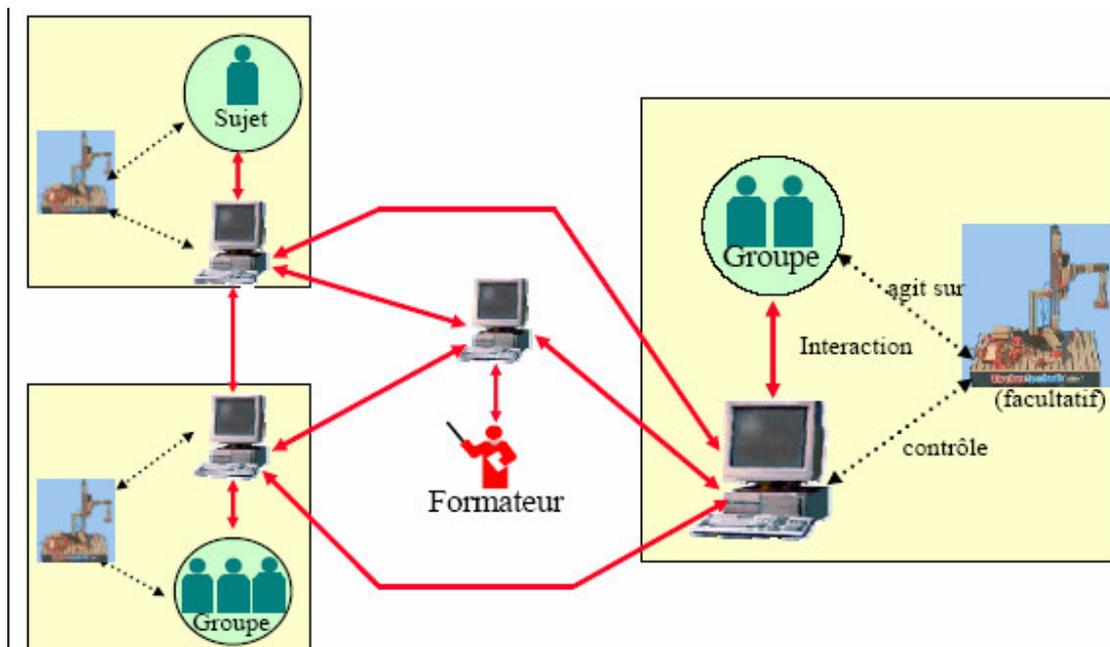


Figure 3. L'environnement SPLASH

4. Discussions et application sur deux projets du DESS UTICEF

Ce travail est le résultat d'une réflexion menée après la réalisation de deux projets de dispositif de formation à distance dans le cadre du DESS UTICEF. Le premier concerne la mise en ligne d'un module de formation sur l'administration avancée des réseaux et système sous LINUX (Salmi, 2002) et le deuxième concerne la mise en ligne d'un module de formation sur la sécurité informatique pour les réseaux et systèmes (Bouabid, 2005). Les deux dispositifs touchaient le même public cible : des administrateurs réseaux et/ou système. Après la phase du test d'utilisabilité, une évaluation des deux dispositifs a été réalisée sur la base des observations des tuteurs/concepteurs, le bon déroulement des deux formations et l'évaluation des apprenants à travers les questionnaires remis en fin de formation. Un des points communs de l'évaluation de

ces deux dispositifs, est la forte demande par les apprenants d'activités pratiques en ligne accompagnant l'activité d'apprentissage proposée. En se basant sur les recherches faites sur le domaine, sur l'évaluation des deux projets UTICEF et surtout sur les spécificités du domaine enseigné nous avons essayé de dégager un modèle pour la mise en ligne de TPs en profitant de l'existence sur le marché d'outils pouvant être exploités à des fins pédagogiques. Le modèle décrit un certain nombre d'éléments qui sont :

4.1 Type d'activités :

Il y a deux grandes catégories d'activités pratiques dans notre contexte : des activités mono-poste et des activités nécessitant plusieurs postes reliés à un réseau.

- Les activités mono-poste sont des activités d'installation et de configuration d'un OS, d'un pilote de périphérique, d'une application etc. le point commun entre ces activités est que le résultat peut être visible sur un seul poste (celui où on a fait la manipulation) par exemple résoudre un exercice consistant à appliquer une commande sur des fichiers et attendre un résultat particulier, etc.
- Les activités multi-postes sont des activités dont le résultat doit être vérifié à partir d'au moins deux postes de travail, par exemple vérifier si un service Internet (comme le DNS, la messagerie) est visible ou utilisable à partir d'un autre poste etc.

4.2 Acteurs :

Apprenants travaillant par équipes de 2 à 3 tutorés par un tuteur. Un technicien pour la maintenance des machines, du câblage et de la configuration des PCs. Enseignant concepteur du scénario pédagogique, enseignant tuteur pour le suivi des apprenants, ingénieur réseau et système comme expert support à la scénarisation des activités.

4.3 Outils technologiques nécessaires pour l'accomplissement des activités

Dans une salle de formation (présentiel), on utilise généralement autant de PCs que d'équipes d'apprenants. Dans un contexte à distance On pourra procéder de deux manières :

1. Mettre en place un serveur de contrôle qui permettra aux apprenants d'accéder à distance aux PCs de la salle de formation (de la même manière que le projet PEARL) l'inconvénient est qu'on aura à bloquer une salle de formation avec des machines pré installées. Une maintenance coûteuse en temps et en personnel est nécessaire, en plus les apprenants n'auront pas la possibilité de faire certaines manipulations (comme l'installation/désinstallation de l'OS ou d'un pilote de driver) sous peine d'altérer le fonctionnement de la machine.
2. Il est possible de simuler une salle de formation grâce à un serveur de machines virtuelles (comme VMWARE ou VirtualPC) qui permettent d'installer autant de machines virtuelles qu'on veut (en fonction des performances du serveur) chacune des machines virtuelles aura une configuration propre et permettra à l'apprenant de faire toutes les manipulations possibles (de l'installation de l'OS aux manipulations sur les périphériques physiques). Cet outil permet en plus d'installer des machines virtuelles pré configurées, de retourner vers une configuration si un problème ou un blocage est détecté etc. ce qui permettra aux concepteurs une variété de scénarii pédagogiques, par exemple mettre à disposition des apprenants de machines pré configurés avec des erreurs, des paramètres bien spécifiques, des paramètres incomplets pour diverses utilisations : réparation, découverte et exploration d'une configuration seigne etc.

4.4 Outils de la perception de l'activité par l'apprenant

L'apprenant possède un accès à une interface d'une machine virtuelle ou réelle, mais dans tous les cas rien ne la différencie d'une machine existante. La particularité de ce genre d'enseignement où l'ordinateur est l'objet de l'expérimentation est que les interfaces de

perception sont celle disponibles sur n'importe quel ordinateur c'est-à-dire les périphériques d'entrée/sortie. L'apprenant pourra percevoir les résultats de son activité ainsi que celle des autres apprenants grâce à l'usage des commandes systèmes adéquates (consultation des journaux de login historique des commandes, commandes actuelles etc.), des outils de monitoring (Sniffer de trafic) et surveillance, de debuggage etc. Dans certaines situations la perception fait partie des compétences visées par la formation.

4.5 Outils de la perception de l'activité par le tuteur

La perception, par le tuteur, des activités des apprenants est plus compliquée, bien que le système offre diverses sources d'informations (fichiers de configuration, historique des accès, historique des commandes, logs, alertes etc.), applications de surveillance, de monitoring et de debuggage, le tuteur aura besoin de corréliser entre ces données afin de re tracer le chemin parcouru par les équipes d'apprenants, que se soit pour les orienter ou les évaluer. L'enseignant concepteur devrait tenir compte de cette tâche et devrait en collaboration avec un expert du domaine (administrateur système et réseau) définir les sources de données susceptibles de renseigner le tuteurs sur les activités réalisées par les apprenants.

4.6 Outils de la manipulation

L'apprenant se connecte à sa machine (réelle ou virtuelle) avec un login et un mot de passe et à partir de là il a plein accès à toutes les fonctionnalités de la machine (selon ses droits et privilèges attribués par le concepteur de l'activité). Les outils de la manipulation sont les périphériques d'entrée/sortie de l'ordinateur (clavier, souris, écran) L'apprenant doit avoir accès à toute la documentation technique nécessaire aux manipulations et exploitation du système. Rappelons que l'une des compétences visées par les deux dispositifs, est la recherche d'informations et de documentations sur les divers aspects du système afin de résoudre un problème donné par exemple.

4.7 Intégration dans le dispositif global E-Learning

Une IHM spécifique intégrant les outils de communication/collaboration ainsi que l'interface d'accès et de manipulation de la machine (réelle ou virtuelle) est un point clé de la réussite de l'intégration des télé-TPs dans le dispositif global. De nombreux travaux ont démontré que d'une manière générale les interactions entre apprenants, censées être un facteur renforçant l'apprentissage collaboratif, sont rarement observées à cause de la dissociation entre l'espace de production (l'activité elle-même) et les outils de communication, cette même séparation crée souvent une surcharge cognitive chez l'apprenant qui doit gérer plusieurs fenêtres de travail. La conception de l'environnement de télé-TP doit dès le départ faire participer les utilisateurs de ce système qu'ils soient enseignants ou apprenants afin d'arriver à un résultat abouti [8]. Un test d'utilisabilité devrait ensuite faire apparaître les éléments qui ont bien fonctionné et ceux qui ne l'ont pas.

5. Conclusion

Une offre de formation à distance qui se veut souple et complète doit inclure des situations d'apprentissage de type travaux pratiques en particulier pour les dispositifs de formation scientifiques et techniques. Les télé-TPs sont une alternative très intéressante aux TP classiques grâce au gains économiques réalisés et l'ouverture à des publics qui n'avaient pas accès à un matériel technologique sophistiqué pour ce genre de situation d'apprentissage. En plus un TP est l'occasion par excellence pour des échanges intenses entre apprenants et tuteurs favorisant les conflits sociocognitifs et donc facilitant l'apprentissage individuel à travers les interactions sociales

Cependant les télé-TPs peuvent poser des problèmes aussi bien techniques/technologiques que pédagogiques, liés à la détérioration de la qualité de la perception et de la manipulation causés par l'effet de la distance et le manque de maîtrise technique de l'accès à distance aux laboratoires. La clé de la réussite d'un environnement de télé-TP reste la recherche et le développement d'IHMs spécifiques centrés utilisateurs, réalisées en collaboration avec les futurs utilisateurs du système (enseignants et/ou apprenants) et respectant les spécificités du domaine d'apprentissage. Ce développement doit inclure une équipe pluridisciplinaire composée d'informaticiens, de didacticiens, de pédagogues d'ergonomes etc.

7. Bibliographie

LELEVE Arnaud & MEYER Cécile & PREVOT Patrick (2002) « Télé-TP :Premiers pas vers une modélisation »

FERREIRA J. M. Martins & COSTA Ricardo J.& ALVES Gustavo R.& COOPER Martyn (2002) "The PEARL Digital Electronics Lab: Full Access to the Workbench via the Web

COOPER Martyn & COLWELL Chetz (2002) "Accessibility and usability in complex web based learning applications: lessons from the PEARL project"

COOPER Martyn (2002) "REMOTE CONTROLLED EXPERIMENTS FOR TEACHING OVER THE INTERNET: A COMPARISON OF APPROACHES DEVELOPED IN THE PEARL PROJECT"

LEROUX Pascale 2002 HDR (2002): "Machines partenaires des apprenants et des enseignants, Etude dans le cadre d'environnements supports de projets pédagogiques"

LIUM (2005) "Quinze ans de recherche informatique sur les sciences et techniques éducatives au LIUM"

D'AMOUR Paul (1990) « 2ème Congrès International sur la Robotique Pédagogique, Montréal, 1990 »

FAERBER Richard EIAH (2005) « Caractérisation des situations d'apprentissage en groupe »

CAELEN Jean « La conception participative d'objets interactifs : principes, méthodes et instrumentalisation »

SALMI Louiza (2002), mémoire de DESS UTICEF« formation continue à distance destinée aux administrateurs réseaux sous LINUX »

BOUABID Mohamed Amine (2005), mémoire du DESS UTICEF « mise en ligne d'un module de formation sur la sécurité avancée des réseaux et systèmes »