

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET INFORMATIQUE

DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE



Mémoire de fin d'études



En vue de l'obtention du diplôme de Master en informatique

Option : Systèmes Informatiques

Thème

Conception et réalisation d'un laboratoire virtuel en ligne

Pour les travaux pratiques à distance

Cas : l'électronique

Proposé par :

M^r M.RAMDANE

Réalisé par :

M^{lle} HAMADOUCHE SALIHA

Promotion 2011-2012

Table des matières

Résumé	1
Abstract	2
Introduction générale	3
 Chapitre 1 : Travaux pratiques à distance	
I. Introduction	5
II. Situation des téléTPs en e_learning	6
III. Les travaux pratiques (TP)	6
III.1. Les objectifs pédagogiques d'un TP	7
III.2. Les interactions dans les Tps	7
III.3. Typologie d'un TP	8
III.4. Cycle de déroulement d'un TP	9
III.5. Limites des Tps	9
IV. Les travaux pratiques à distance (télé-TP)	10
IV.1. Les apports des téléTPs	10
IV.2. Les limites des téléTPs	11
IV.3. Situations pédagogiques dans un télé-TP	11
IV.4. Quelques travaux sur les téléTPs	13
IV.4.1. Un méta-modèle pour les téléTPs	13
IV.4.2. Le projet PEARL (Open University)	14
IV.4.3. La Robotique Pédagogique au LIUM (Université du Maine - France)	15
V. Taxonomie des travaux pratiques assistés par ordinateur	15
V. 1. Laboratoires locaux assistés ou non par ordinateur	16
V. 2. Laboratoires distants	17

V.3. Laboratoires virtuels	18
V.3.1. Définition d'un laboratoire virtuel	18
V.3.2. Architecture d'un laboratoire virtuel	19
V.3.3. Les interactions dans un laboratoire virtuel	21
V. 4. Laboratoire hybride	21
V.5. Comparatif des différents types de laboratoire	22
VI. Conclusion.....	23
 Chapitre 2 : Modélisation des travaux pratiques à distance	
I. Introduction	24
II. Modélisation d'un télé-TP	24
II.1. Approches existantes	24
II.1.1. Approche documentaliste	24
II.1.1.1 ARIADNE	25
II.1.1.2. LOM	25
II.1.1.3. SCORM	27
II.1.2. Approche centrée sur les processus	29
II.1.2.1. EML	29
II.1.2.2. IMS LD.....	30
II.2. Approche et standard retenue	32
II.2.1 Approche retenue	32
II.2.2. Standard retenu	32
III. Modèle de TP proposé	33
IV. Proposition d'un modèle de télé-TP	35
V. Conclusion	36
 Chapitre 3 : Conception du laboratoire virtuel	
I. Introduction	37

II. Description du système d'enseignement	37
III. Objectif du projet	38
IV. Architecture générale du système	38
IV. 1. La plate-forme du télé-TP	38
IV. 2. Le laboratoire virtuel	39
IV. 3. Le scénario du télé-TP	39
V. La démarche d'élaboration de notre projet	39
V. 1. Identification des acteurs et des besoins	40
V. 1.1. Identification des acteurs e leurs besoins fonctionnels	42
V. 1.2 Les besoins non fonctionnels	42
V.2 Diagrammes représentatifs	42
V.2.1 Le diagramme de contexte de l'application.....	42
V.2.2 Diagrammes des cas d'utilisation	43
V.3. Détermination des diagrammes de cas d'utilisations	43
V.4. Diagrammes de séquence	51
V.5.Diagrammes de classes	55
V.5.1. Structuration en packages	55
VI. Conclusion.....	60
Chapitre 4 : Réalisation et mise en œuvre	
I. Introduction	61
II. L'environnement de développement	61
II.1.Présentation du matériel utilisé	61
II.2.Présentation du système d'exploitation utilisé	61
II.3 Langages de programmation	61
III. Les outils de développement	64
III.1. Le serveur Web Apache_1.3.24	64

III.2. Serveur de base de données	64
III.3. Diagramme de déploiement	65
IV. Les logiciels utilisés	66
IV.1. EasyPHP_1.6.....	66
IV.2. Macromedia Dreamweaver	67
IV.3. L'environnement eclipse 3.5.2	67
V. Présentation des interfaces du Site	68
V.1. La page d'accueil	68
V.2. Espace apprenant	70
V.3. Espace auteur	74
V.4. Espace administrateur	75
V.5. Espace formateur	76
VI. Conclusion	76
Conclusion générale	77
Annexe.....	79
Table des illustrations	88
Références bibliographiques.....	92

Résumé : les technologies liées à l'Internet sont désormais assez évoluées pour permettre aux établissements des formations en ligne complètes, ainsi les travaux de recherche concernant les environnements d'apprentissage à distance (EAD) foisonnent mais le concept d'« enseignement pratique à distance » semble relativement sous-développé. Pourtant ce type d'enseignement est indispensable dans les formations scientifiques et techniques et répond à un véritable besoin complémentaire.

L'un des points forts des travaux pratiques en présentiel (en salle) est l'interaction et les échanges entre les différents acteurs. Pour une mise en ligne efficace des travaux pratiques, la reproduction des activités de communication et de collaboration existantes dans les travaux pratiques en salle est nécessaire.

Notre travail traite de la mise en œuvre d'un environnement collaboratif dédié aux travaux pratiques à distance, dans le domaine de l'électronique.

Ce système devrait permettre en particulier de :

- Administrer les données relatives aux usagers du système ;
- Gérer les points d'entrée dans l'hypermédia en fonction des utilisateurs (ayant des droits d'accès différents) ainsi que des objectifs et des caractéristiques de chaque usager ;
- Aider les utilisateurs du système est prouvée par la réalisation d'une maquette dans un environnement orienté objets.

Mots clés : e_learning – Télé-TP – Travail collaboratif – Outils de communication – .laboratoire virtuel.

Abstract : Web-based technologies from now on enable education establishments to provide online courses. Therefore related research abounds except for laboratory experimentation topic which seems to be underdeveloped despite a real educational need.

One of the strengths of practical work in face (indoors) is the interaction and exchange between the different actors. For efficient on-line tutorials, a reproduction and communication activity in existing collaborative work practices is required room. Our work deals with the implementation of a collaborative environment dedicated to practical work remotely in the field of electronics.

This system ought to permit privately of :

- To administer relative datas to users of the system ;
- To manage stiches point-blank in the hypermédia acting users (having different ingresses) and objectives and features of each user ;
- To help users of the device is proved by the application of a model in a facings objects environment.

Key words : e_learning – Remote practical work - Collaboration - Communication Tools -. Virtual laboratory.

Introduction :

Depuis quelques années, les applications des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC) s'intègrent de plus en plus profondément dans les environnements d'apprentissage. Comme noté par Weise : « les technologies les plus avancées sont celles qui disparaissent et qui se tissent dans le tissu de la vie quotidienne jusqu'à ce qu'elles soient indissociables de celle-ci » (Weise, 1999). Largement utilisés en Formation Ouverte et A Distance (FOAD), ils le sont aussi en présentiel en tant qu'outil support principal (simulations animées, démonstrations en ligne du fonctionnement de systèmes, ...) ou complémentaire (exemples, exercices, notices, bibliographies en ligne, ...).

Ces outils et environnements ont prioritairement concerné les télé-cours (enseignement conceptuel), les télé-TD (exercices, classes virtuelles), et plus récemment les télé-projets (environnements de travail coopératif). Ce n'est que progressivement, que les STIC ont donné vie à une plus grande variété d'activités pédagogiques dont de réelles activités pratiques à distance : les téléTPs. Cette ouverture a répondu à la fois : à un besoin d'activités pratiques naturel dans les disciplines scientifiques et techniques, à un souci de rentabiliser par mutualisation des équipements onéreux et à une impossibilité de remplacer le dispositif physique autrement que par un simulateur qui éloignerait de la réalité de terrain.

L'intégration des téléTPs dans l'enseignement à distance présente un grand défi pour l'informatique, cela a cause de la complexité que présente ces derniers, des divers projets d'étude et de conception sont menés afin de bien maîtriser ce domaine.

Contexte de l'étude

Notre objectif est de concevoir un laboratoire virtuel pour des travaux pratiques en électronique et de réaliser une plateforme web intégrant l'activité de téléTPs.

Cette plateforme devra s'intégrer de manière homogène dans un environnement pédagogique général comprenant notamment télé-Cours et télé-TDs. Cet environnement doit favoriser le travail collaboratif en offrant les outils nécessaires pour ce genre d'activité.

Plan du mémoire

Afin de mener à bien notre travail, nous avons organisé notre mémoire de la manière suivante :

Le premier chapitre présente un cas particulier de l'e_learning : ce sont les travaux pratiques à distance. Ce chapitre est une synthèse des aspects techniques et pédagogiques des Tps puis des téléTPs et des principaux travaux menés dans ce cadre.

Le deuxième chapitre s'intéresse à la présentation d'un modèle de téléTPs qui a été proposé par M^r Mohamed Ramdane [1].

Le troisième chapitre est consacré à la conception de notre plate-forme pour l'enseignement et la formation à distance en définissant l'architecture du laboratoire virtuel.

Le quatrième chapitre décrit l'environnement de développement et l'implémentation de notre application.

L'annexe définit les principales notions de la méthode de modélisation UML.

I. Introduction

Les services de formation à distance se sont particulièrement développés avec l'essor d'Internet. Parmi les Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC) sont apparues les Technologies de l'Information et de la Communication dans les Enseignements (TICE) dont une des thématiques est l'Enseignement à Distance (EAD).

Les services actuels en formation à distance reposent encore essentiellement sur des enseignements conceptuels ou des études de cas, sous la forme d'activités pédagogiques :

- télé-cours : suivi des cours ou de conférences.
- télé-TD : réalisation de travaux dirigés, d'exercices.
- télé-projets : mise en place d'une architecture permettant le travail collaboratif, et ce, sans possibilité de réelle activité pratique.

Et, ce n'est que récemment que les TICEs ont donné vie à un autre type d'activités pédagogiques permettant des travaux pratiques à distance : les téléTPs.

A l'instar des travaux pratiques classiques, les travaux pratiques à distance constituent un pan de l'enseignement à distance qui n'a été que peu abordé dans les recherches scientifiques actuelles.

Pourtant ce type d'enseignement s'est révélé indispensable dans les formations scientifiques et techniques en présentiel et répond à un véritable besoin : les installations industrielles lourdes et onéreuses ne peuvent ni être déplacées ni être dupliquées.

L'enseignement à distance se doit donc de répondre à ces besoins, besoins d'autant plus accrus que la distance induite par ce type d'enseignement les rend difficiles à mettre en œuvre : il ne suffit pas de créer un site web plus ou moins interactif, encore faut-il que les conditions d'expérimentations soient réalistes, productives et sécurisées.

II. Situation des téléTPs en e_learning :

Situés au même niveau que les télé-cours, les télé-TDs, les télé-projets, les intranets pédagogiques et les jeux de rôle, les téléTPs sont considérés comme un pôle pratique de l'e_learning comme le montre la figure suivante :

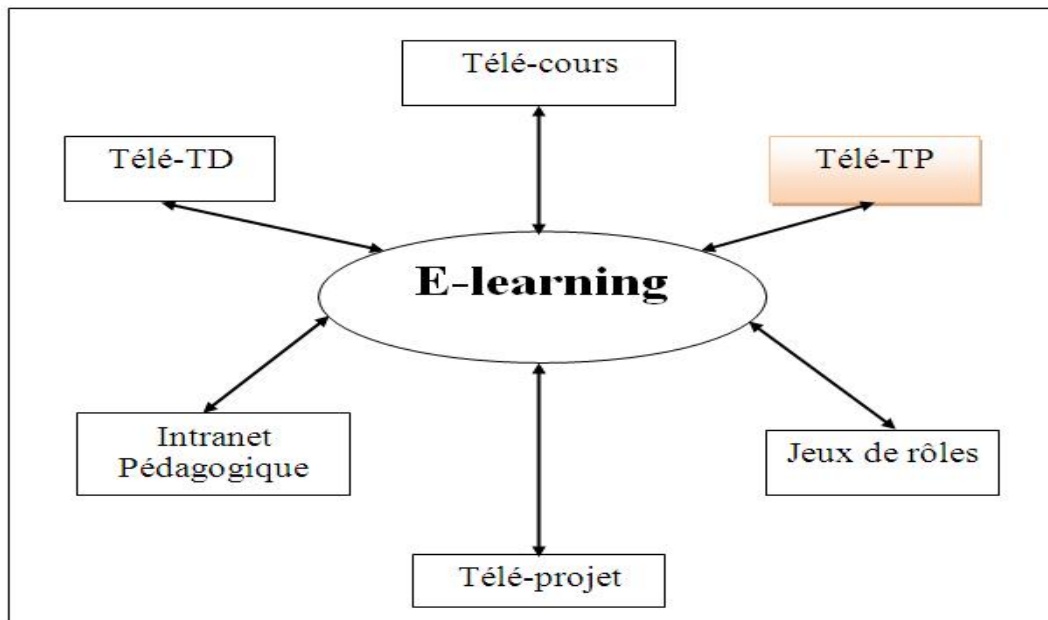


Figure II.1 : Situation des téléTPs en e_learning

- **Télé-cours** : suivi des cours ou de conférences à distance.
- **Télé-TD** : réalisation de travaux dirigés et d'exercices à distance.
- **Télé-projet** : réalisation de projets collectifs et à distance grâce à une architecture permettant le travail collaboratif.
- **Intranet pédagogique** : Un intranet pédagogique est un réseau local d'ordinateurs constitué d'au moins un serveur Web et d'un ensemble de clients connectés à ces serveurs. Les clients sont munis d'un logiciel de navigation permettant de consulter les documents disponibles sur le ou les serveurs [2].
- **Jeux de rôle** : méthode de formation qui vise une mise en situation imaginaire autour d'un thème de la vie courante ou professionnelle [3].

III. Les travaux pratiques (TP)

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'élèves 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 [4] comme étant un élément favorisant les interactions entre apprenants et apprenants-formateurs d'un côté et mettant en œuvre le principe de l'apprentissage par essai/erreur d'un autre côté [5].

III.1. Les objectifs pédagogiques d'un TP

Les objectifs pédagogiques des travaux pratiques sont [6] :

- Fournir illustrations et démonstrations des principes enseignés et donc une meilleure assimilation des apprenants.
- Motiver les élèves et focaliser les interactions entre apprenants et entre apprenants-formateurs.
- Développer des compétences pratiques considérées comme importantes d'un point de vue professionnel.
- Développer des compétences de travail collaboratif en équipe.
- Introduire les élèves dans la communauté de pratique des scientifiques.

III.2. Les interactions dans les Tps

Dans un TP les apprenants peuvent manipuler et visualiser le matériel (le dispositif). La séance de TP est le lieu d'un échange privilégié avec l'enseignant. Les apprenants posent plus facilement des questions profitant du fait d'être encadrés en petits groupes. C'est aussi l'occasion de plus nombreux échanges avec les autres apprenants et d'un travail en groupe. Pour les enseignants, il s'agit d'aider les apprenants à construire un référentiel expérimental, d'évaluer leurs réactions, leur capacité de travail et leur évolution de façon individuelle, leur capacité à travailler en groupe, de leur faire prendre conscience de la performance et de l'importance de la sécurité. La figure 2.2 illustre les interactions lors d'une séance de TP :

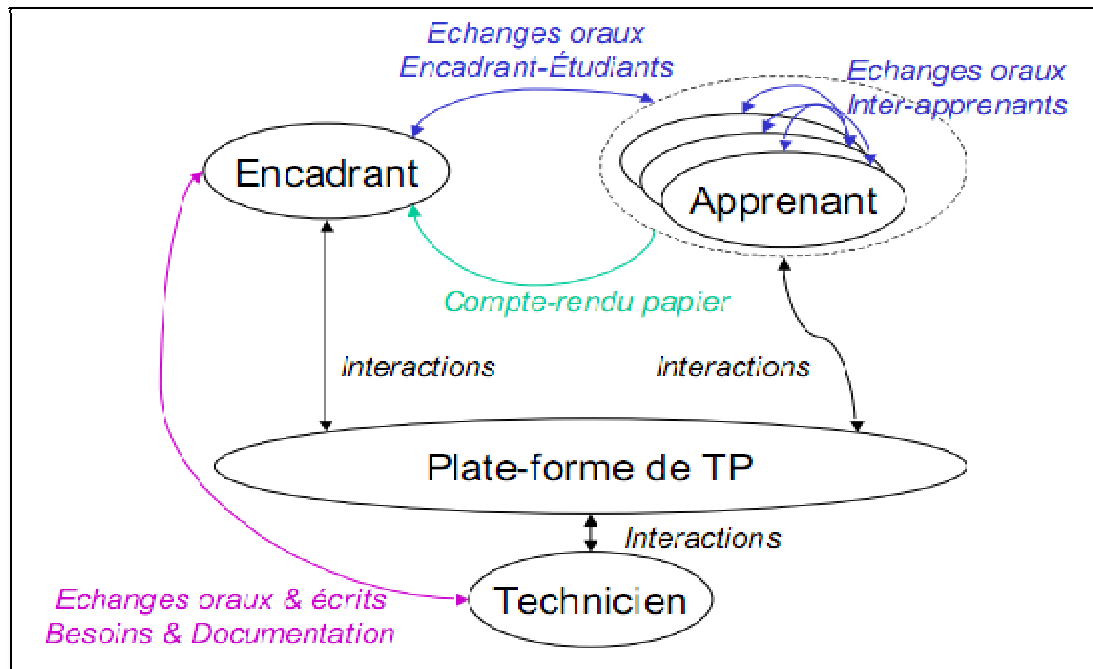


Figure II.2. Interactions dans un TP classique

III.3. Typologie d'un TP

Selon Richard Faerber [7], une situation d'apprentissage collective peut appartenir à l'un des types suivants :

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

Un TP est une situation qui pourrait bien prendre une des formes présentées ci-dessus, mais l'aspect pratique, consistant en la manipulation d'objets pédagogiques avec des instruments spécifiques (au domaine d'apprentissage) 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.

III.4. Cycle de déroulement d'un TP [8]

On peut diviser un TP en trois étapes :

- Une phase de préparation (hors TP) : elle consiste en une lecture approfondie du texte exposant les notions théoriques utiles (étape théorique) et la manipulation (étapes pratiques). Elle peut donner lieu à des calculs préliminaires, des analyses théoriques, ...
- La séance de TP : elle débute généralement par un rappel des objectifs du TP et une présentation du matériel puis la manipulation réalisée par l'apprenant.
- La phase de rédaction d'un compte-rendu (hors TP).

Le déroulement des trois phases d'un TP est illustré par la figure suivante :

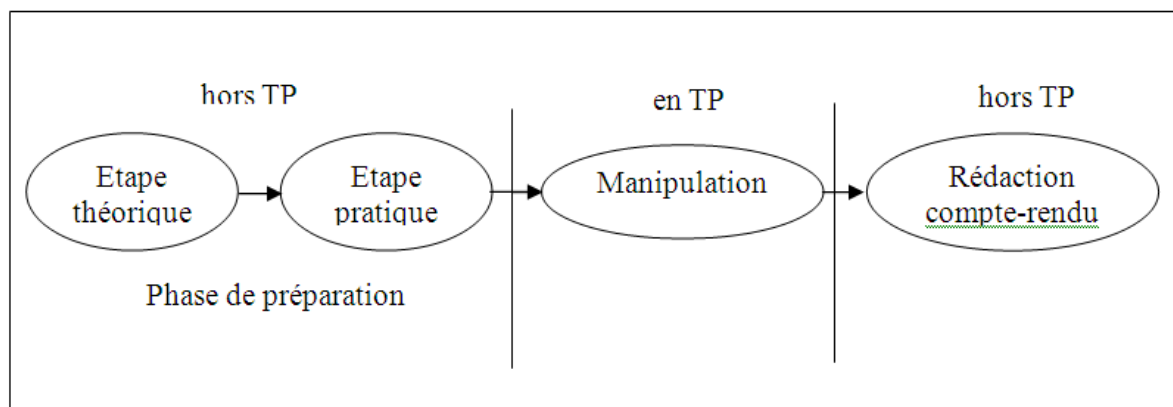


Figure III.4. Phases de déroulement d'un TP

III.5. Limites des Tps

Les travaux pratiques classiques présentent quelques limitations intrinsèques :

- **Le temps**: les tranches horaires sont limitées dans l'emploi du temps et les rotations de Tps (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 Tps arrivent avant le cours magistral.
- **La documentation** : dans le pire des cas, le sujet est donné au moment de la séance et est parfois indisponible en dehors des séances de TP.
- **L'équipement** : certains Tps nécessitent un équipement lourd et onéreux que l'on ne peut pas dupliquer.

IV. Les travaux pratiques à distance (télé-TP)

Une activité de travaux pratiques en ligne ou télé-TP [9] désigne 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).

IV.1. Les apports des téléTPs

Les téléTPs permettent de dépasser certaines limites de travaux pratiques classiques en facilitant :

Ø Sur le plan économique :

- le partage d'instruments et d'équipements lourds et coûteux entre institutions [10] [11].
- L'accès aux instruments d'un laboratoire à tout moment [12].

Ø Sur le plan pédagogique :

- Possibilité de s'affranchir des contraintes temporelles et d'avoir un accès illimité à l'expérimentation à tout moment.
- Possibilité de s'affranchir des contraintes spatiales : tableau blanc accessible depuis n'importe quel endroit.
- L'intégration d'outils (simulateurs, réalité virtuelle) apportés par les Tics (Technologies de l'Information et de la Communication).
- Possibilité de travail collaboratif.
- Possibilité de conduire des expériences plus complètes du fait parfois des répétitions multiples que peut nécessiter l'expérience.
- Possibilité pour l'apprenant de revoir sa démarche, de constater ses erreurs et de se corriger.
- Pour les formateurs, les téléTPs permettent d'apprécier la progression et de voir les difficultés des apprenants (échec répétitif à une étape, erreur détectée,...) et d'avoir une vision plus précise de l'état d'avancement de son groupe et ainsi d'éviter d'interroger l'apprenant sur l'historique de son travail [13].

IV.2. Les limites des téléTPs

Malgré les atouts, les téléTPs souffrent de nombreux problèmes qu'il faut s'attacher à résoudre. En effet, la mise à distance d'une manipulation engendre des difficultés en terme de :

- Ø **Commandabilité** : à distance, on ne peut plus directement agir sur le système qu'à travers un clavier, une souris...L'utilisation de techniques plus avancées telles que celles utilisées dans la réalité virtuelle peut résoudre en partie ce problème.
- Ø **Observabilité** : l'observation sensorielle du système piloté et de son environnement est également dégradée. Il est difficile de représenter à distance les éléments d'un dispositif technologique par exemple avec les mêmes facilités qu'en local.
- Ø **Sécurité** : nous distinguons deux niveaux de sécurité. Le premier niveau est la sécurité du système informatique gérant les manipulations [14]. Une très bonne expertise en sécurité informatique est nécessaire (diagnostic de failles, détection d'intrusions...) pour éviter un usage malveillant de systèmes réels pouvant provoquer leur immobilisation. Le deuxième niveau est la sécurité du matériel à télémanipuler [15] [16]. Une des solutions possibles consiste à placer une personne, généralement un agent technique, à côté des manipulations en cas de besoin, ce qui limite leur usage à la présence de cette personne.

IV.3. Situations pédagogiques dans un télé-TP

La mise à distance d'une séance de travaux pratiques recouvre une grande variété de situations pédagogiques, selon qui et quoi est à distance. Selon les circonstances, les manipulations peuvent se dérouler en présentiel ou à distance. Les enseignants sont à distance ou non de la manipulation, et à distance ou non des apprenants. La combinaison de ces possibilités donne un ensemble de situations pédagogiques possibles illustrées par les schémas ci-dessous (Figures). Le dispositif mis en place doit pouvoir tolérer cette diversité d'utilisation.

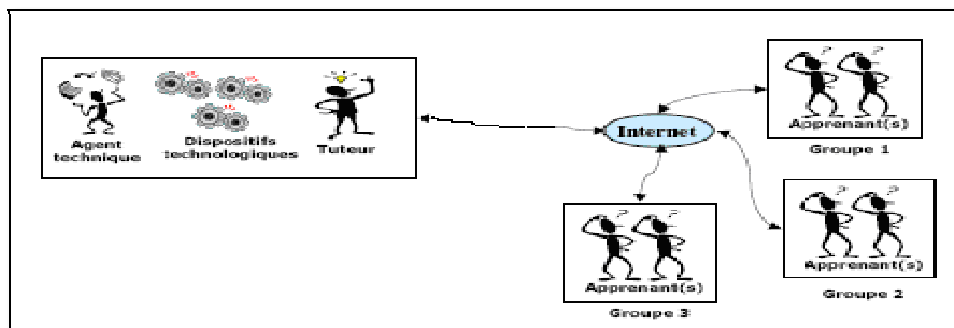


Figure IV.3.1.Situation pédagogique N°1

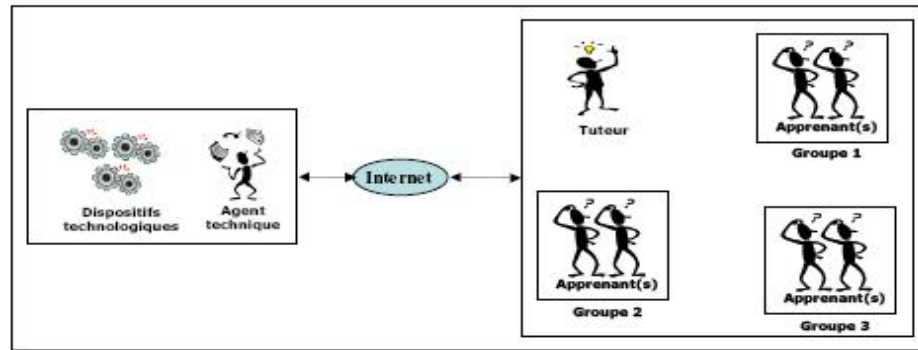


Figure IV.3.2.Situation pédagogique N°2

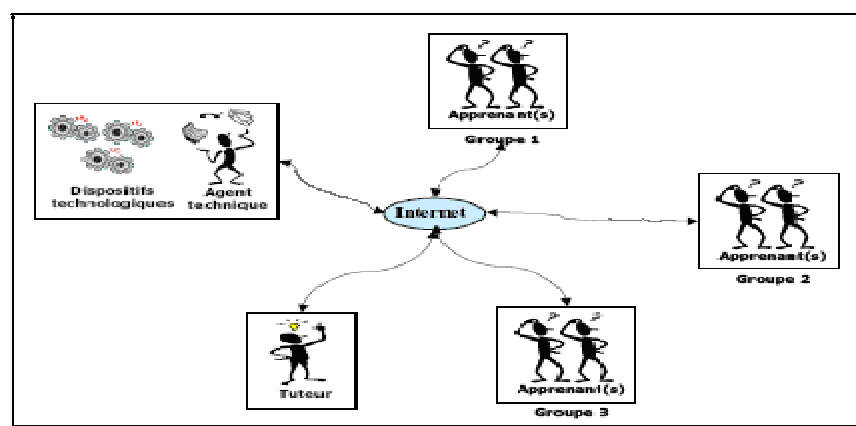


Figure IV.3.3.Situation pédagogique N°3

IV.4. Quelques travaux sur les téléTPs

IV.4.1. Un méta-modèle pour les téléTPs [17]

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 définir un noyau générique (le plus ouvert possible) proposant une architecture informatique, une méthode de mise à distance de

TP, un appui pédagogique et 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,...).
- La didactique propre aux sensations d'expérimentation dans les disciplines scientifiques et techniques.
- La robotique en matière de télé-opération d'un système, en l'occurrence une plateforme de manipulation à but pédagogique.

Cette étude s'est intéressée aux différents aspects liés aux téléTPs : d'un point de vue pédagogique, les téléTPs 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 téléTPs posent un certain nombre de problèmes quant à leur mise à distance surtout l'interconnexion de la partie informatique et de 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 plateforme de télé-TP (les acteurs humains et informatiques : apprenant, encadrant, techniciens) et les concepteurs de scénarios pédagogiques.

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

- **La perception de la manipulation** : qui est devenue prédominante à distance), grâce à des capteurs et auteurs : par visualisation, par des sons, par l'observation de l'état des capteurs, etc....
- **Le pilotage** : par l'action directe ou par programmation.
- **La communication entre les acteurs** : synchrone ou asynchrone.
- **La documentation** : scénario de l'activité, supports de cours, autres cours.

IV.4.2. Le projet PEARL (Open University) [18]

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 d'e_learning où les apprenants seront capables de :

- Interagir avec l'expérimentation à distance, changer des paramètres et dans certains cas modifier et remodeler les expérimentations.
- 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 la particularité d'être réel, c'est à dire, original et non prédictible, chose qu'une simulation ne peut reproduire. Le système PEARL se compose de trois principaux composants :

- Le système de délivrance de contenus pédagogiques, d'outils de communication et de collaboration et de gestion de la formation basée sur WebCT (Web Course tools). Ce système établit le lien avec le serveur de laboratoire qui contrôle l'infrastructure du laboratoire.
- Le LabServer : le serveur de laboratoire responsable du contrôle à distance de l'infrastructure du laboratoire.
 - L'infrastructure de laboratoire à distance : composée d'une carte digitale pour chacun des contrôleurs.

Les tests d'utilisabilité 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 montré combien la solidité des liens réseaux est importante pour mener à bien ce genre d'activité à distance.

- L'équipe du projet a procédé à des améliorations en vue de ré-expérimenter le dispositif à nouveau. L'expérimentation du dispositif est un point primordial pour maîtriser le fonctionnement réel de ce genre d'activité, les dysfonctionnements éventuels ou les problèmes techniques imprévus ont incité les développeurs du projet à mettre en place une infrastructure et une organisation pour la surveillance de l'infrastructure réseau et l'infrastructure du laboratoire. Un accompagnement tutoriel a été rajouté afin d'aider les apprenants dans leurs activités d'apprentissage.

IV.4.3. La Robotique Pédagogique au LIUM (Université du Maine - France)

La robotique pédagogique [19] au LIUM s'est basée sur plusieurs environnements technologiques, la plus aboutie est celle du micro monde piloté par un logiciel spécifique Roboteach. Selon S. Papert Un micro monde est un environnement où les apprenants construisent leurs connaissances en explorant et/ou en 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. Ces 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.

V. Taxonomie des travaux pratiques assistés par ordinateur

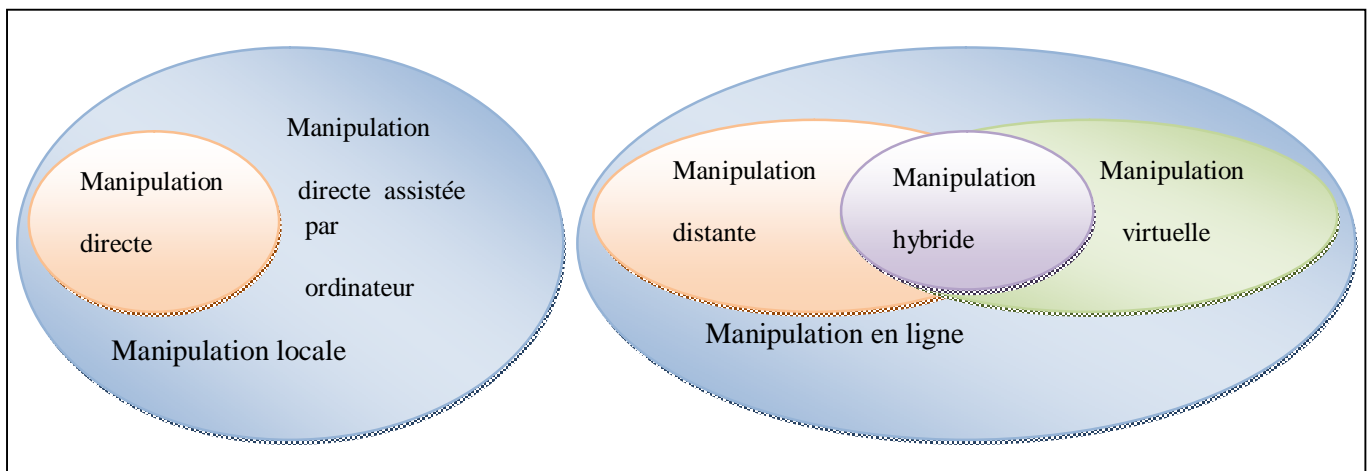


Figure V. Taxonomie des travaux pratiques assistés par ordinateur

Il est souvent difficile de trouver dans la littérature une certaine homogénéité des termes employés. Par exemple, très récemment encore, le terme « instruments virtuels » était employé lorsque la manipulation était simplement en ligne, sans être une simulation [20].

Nous nous proposons donc de faire un rapide tour d'horizon des catégories de travaux pratiques que l'on peut identifier. Il est à noter que nos travaux rejoignent en partie les récentes propositions de Ma [21].

V. 1. Laboratoires locaux assistés ou non par ordinateur

Lorsque l'ordinateur était encore absent des salles de travaux pratiques, la manipulation était directe.

On appelle « laboratoire local » cette situation où aucun média ne joue l'interface entre l'homme et l'expérimentation. Bien entendu, cette façon de procéder existe toujours, car toutes les expérimentations ne nécessitent pas forcément l'emploi d'un ordinateur, mais elle tend à disparaître. En effet, l'ordinateur apporte bien souvent une nouvelle dimension à la manipulation considérée (visualisation, capacité d'utilisation...). On parle alors de « laboratoire local assisté par ordinateur ».

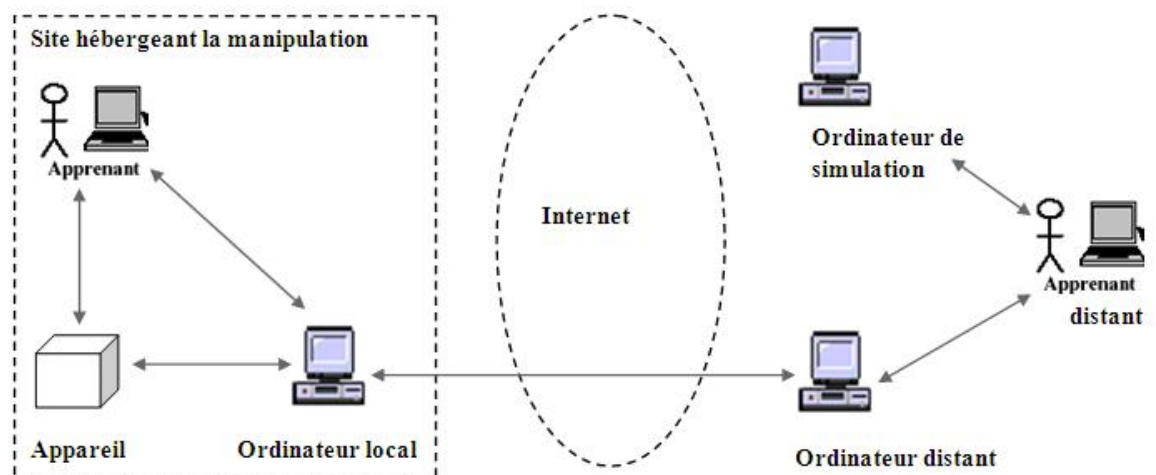


Figure V.1.a. Les laboratoires locaux

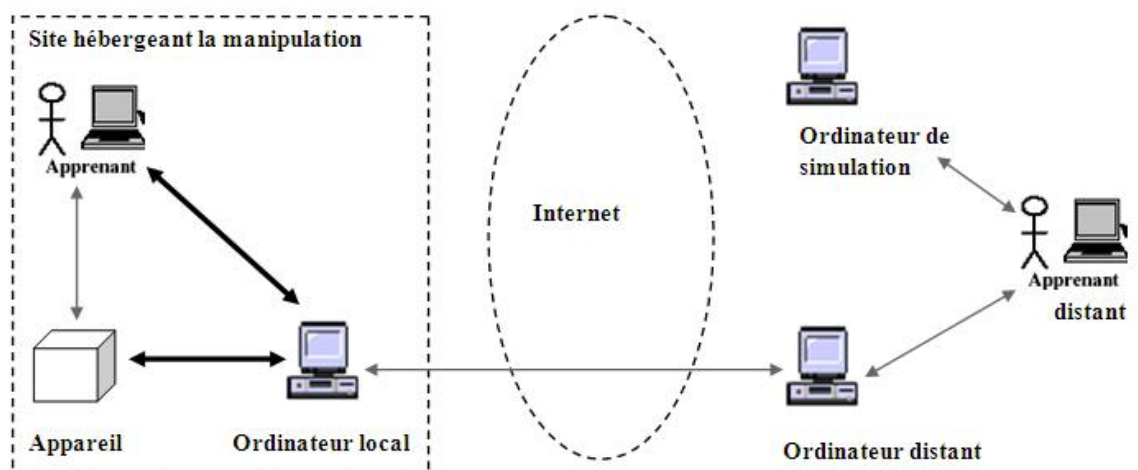


Figure V.1.b. Les laboratoires locaux assistés par ordinateur

V. 2. Laboratoires distants

Les laboratoires distants concernent les travaux pratiques menés à distance sur des dispositifs réels.

L'enjeu est beaucoup plus complexe que précédemment, car les apprenants, les tuteurs ainsi que les dispositifs ne sont pas tous au même endroit, ce qui diminue grandement la communication entre chacun des acteurs. En effet, un élève dans sa chambre

d'étudiant, pratiquant un télé-TP aura plus tendance à se sentir esseulé par rapport à la même pratique, dans un laboratoire local. L'idée que nous voulons défendre, est que les laboratoires distants ne sont pas les remplaçants systématiques des laboratoires locaux [22]. En effet, même si les étudiants plébiscitent les laboratoires distants face aux laboratoires locaux, il existe des situations où les laboratoires locaux ne sont pas envisageables (dangerosité, accessibilité, temps, finances,...).

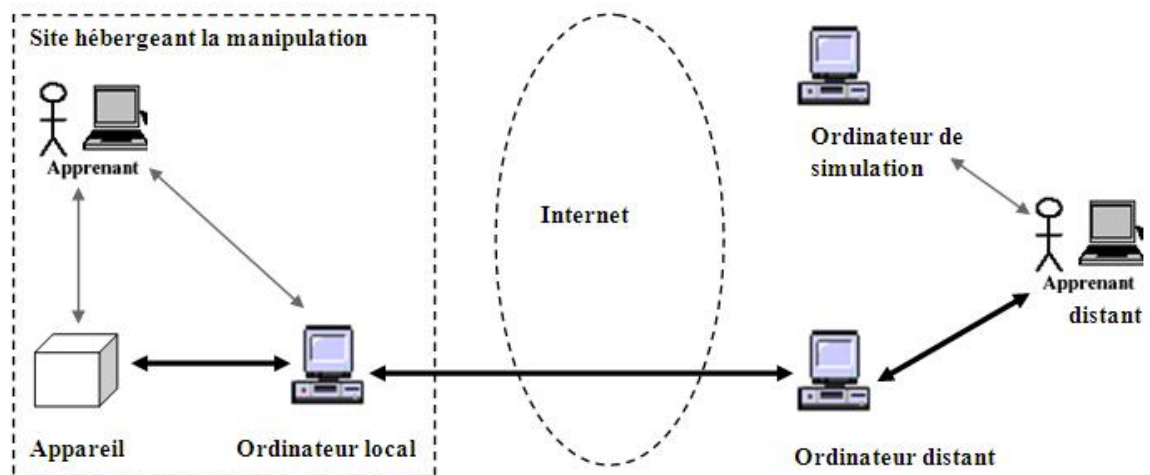


Figure V.2. Les laboratoires distants

Suivant le type de manipulation ou de control distant, nous distinguons quatre catégories de laboratoire :

1. Les laboratoires distants fournissant un accès à des données expérimentales : ici, il s'agit de données mises à la disposition à la fois des chercheurs scientifiques et de la communauté éducative. Généralement, ces données sont issues d'instruments qui ne sont pas à la portée des écoles, universités, le but pédagogique ici est de comparer les données à des informations issues de la théorie. Dans ce cas, les apprenants ainsi que les tuteurs n'ont aucune relation directe avec les instruments de mesure, ce qui revient à avoir une confiance aveugle sur les conditions de collecte (problème de la qualité des données).
2. Les laboratoires distants offrant des moyens de télémessure : contrairement à la catégorie précédente, les données ici sont récupérées en temps réel, par exemple via Internet, directement sur les capteurs.
3. Les laboratoires distants proposant un type de manipulation : les utilisateurs ont la possibilité d'interagir de façon limitée avec le système à télémanipuler. Il s'agit d'exécuter des commandes simples.

4. Les laboratoires distants offrant un ensemble de manipulation : l'utilisateur a la possibilité de contrôler entièrement l'expérimentation à distance et de recevoir des réponses en temps réel.

Par défaut, l'expression « laboratoire distant » est utilisée pour désigner cette dernière catégorie de laboratoire car elle englobe les fonctionnalités des trois autres.

V. 3. Laboratoires virtuels

V. 3.1. Définition d'un laboratoire virtuel

Le laboratoire virtuel est défini comme un environnement informatique visant, par la simulation d'expériences, l'apprentissage de la démarche expérimentale d'une discipline telle Physique, Chimie,...etc.

D'après Philippe Flamand et Alain Gervais [24], un laboratoire virtuel est défini comme :

« Une zone de travail électronique pour la collaboration à distance et l'expérimentation dans la recherche ou d'autre activité créatrice, produire et livrer des résultats employant l'information distribuée et des technologies de communication ».

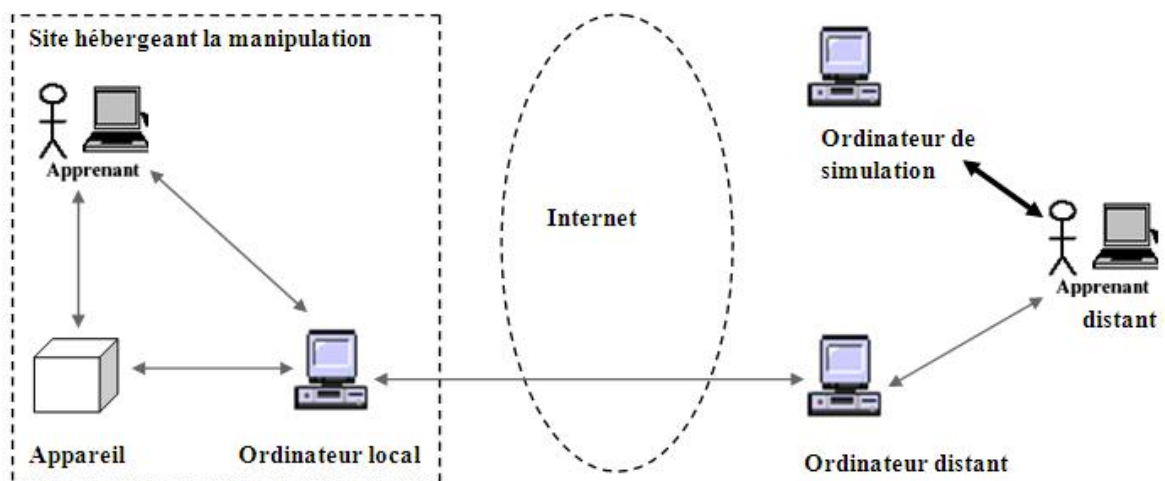


Figure V.3.1. Laboratoire virtuel

V. 3.2. Architecture d'un laboratoire virtuel

L'architecture proposée illustrée par la figure ci-dessous est composée de trois couches :

La première couche constitue le noyau du laboratoire virtuel, celle-ci est formée à son tour de composantes pédagogiques (feuille de TP, manipulation, objets virtuels et

résultats). La deuxième couche constitue l'élément essentiel pour les laboratoires virtuels : l'interface. Elle joue le rôle d'une passerelle de communication entre les différents acteurs participant dans le laboratoire virtuel par la permission d'établir des interactions entre le noyau, les acteurs du processus d'apprentissage et les ressources pédagogiques (le fond documentaire). Le laboratoire virtuel est enveloppé par une couche jugée indispensable pour le bon acheminement du travail pédagogique dénommée « ergonomie » [Falz, 1999]. Elle est un facteur très important du fait qu'elle ajoute une notion de réalisme au laboratoire virtuel.

Le laboratoire virtuel est enveloppé par une couche jugée indispensable pour le bon acheminement du travail pédagogique dénommée Ergonomie. Elle est un facteur très important pris en considération lors de la conception du laboratoire virtuel du fait qu'elle ajoute une notion de réalisme au laboratoire virtuel. Ce réalisme est traduit par l'appel à l'imagerie 3D.

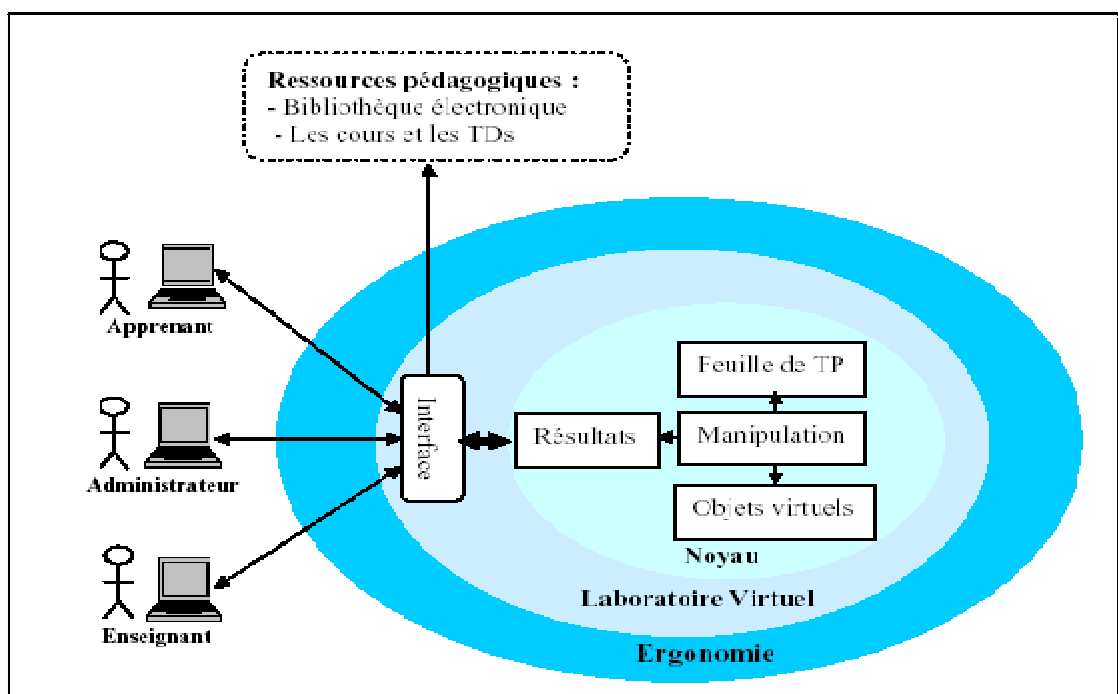


Figure V.3.2. Environnement d'un laboratoire virtuel

V. 3.3. Les interactions dans un laboratoire virtuel

Les interactions sont des actions qui permettent d'introduire un certain dynamisme dans un laboratoire virtuel. Dans un V-lab, il existe trois types d'interaction : L'interaction homme-

système, l'interaction homme-homme et l'interaction système-système. Les interactions entre les différents acteurs, les ressources pédagogiques et le laboratoire virtuel sont réalisées via une interface, résumées dans la figure suivante :

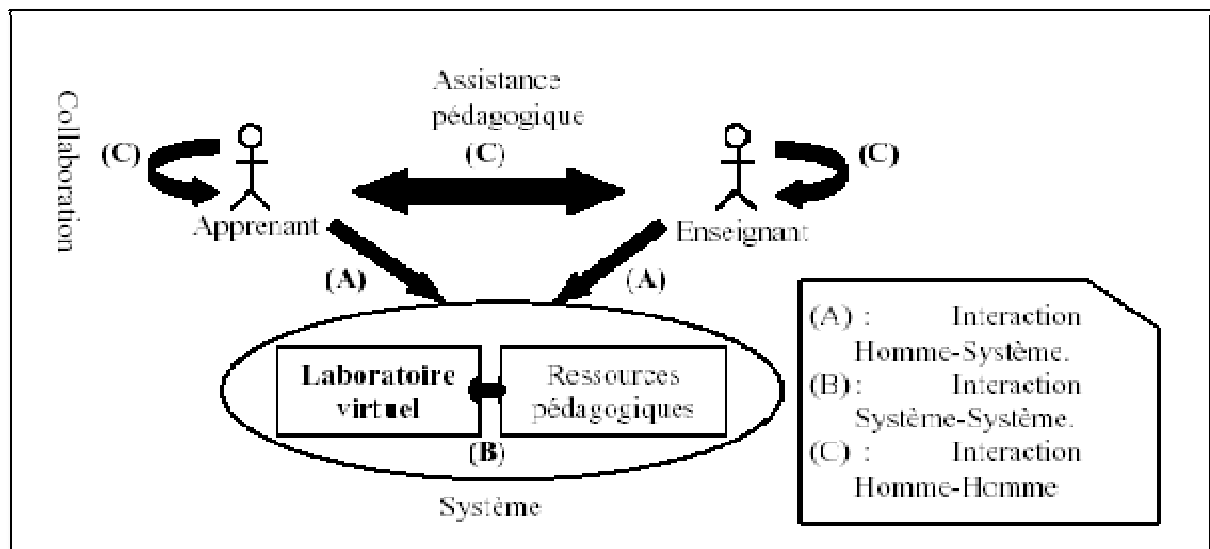


Figure V.3.3. Les interactions dans un laboratoire virtuel

V. 4. Laboratoire hybride :

Enfin, il existe une autre classe de laboratoires visant à rallier le meilleur des deux mondes (distant et virtuel) : il s'agit des laboratoires hybrides. Ces laboratoires sont en partie composés de manipulations sur des dispositifs distants et réels, mais ils comportent des simulations, issues d'une étape de modélisation, comme pour les laboratoires virtuels.

Cela correspond à une catégorie de TP où l'on manipule un ensemble réel de dispositifs que l'on fait ensuite inter-opérer par simulation.

Imaginons des travaux pratiques dans le domaine des réseaux informatiques. Un exemple de configuration hybride serait de permettre aux étudiants de configurer des routeurs à distance, et ensuite de les inter-opérer avec d'autres routeurs cette fois-ci virtuelles pour créer un plus grand réseau (pour éviter de fournir plusieurs dizaines de routeurs par apprenant si l'objectif du TP est de simuler un MAN). Ainsi, ce laboratoire sera qualifié d'hybride : un des nœuds du réseau serait un réel routeur configuré à distance par l'apprenant, et l'intégration d'un MAN, pour passer à l'échelle, serait simulée.

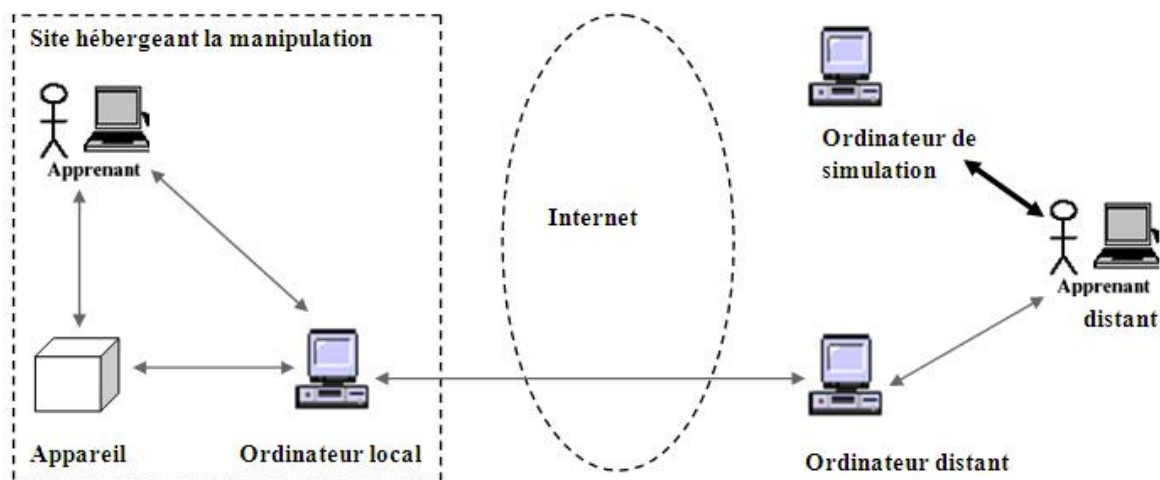


Figure V.4. Les laboratoires hybrides

V. 5. Comparatif des différents types de laboratoire

Le tableau suivant (tableau1) résume les caractéristiques des différents types de laboratoires et donne ainsi un comparatif des différents types de laboratoires.

Types de labos Critère	Laboratoire Réel	Laboratoire à Distance	Laboratoire virtuel
Expérience manuelle (manipulation)	Très bonne	Dégradation pour cause de distance	Typiquement virtuelle
Sensation de réalité	Très bonne	Bonne (en cas d'utilisation de camera)	Absente
Formateur	Présent sur place	Les apprenants peuvent bénéficier d'une assistance à distance (par exemple : e-mail)	
Temps d'accès	Limité	Libre	

supervision	Un assistant doit être présent sur place	Assistance à distance (chat, e-mail...)
Enchaînement pédagogique	Traditionnel	Suite de liens, d'animations, de simulations...

Tableau V.5. Comparatif des différents types de laboratoires

VI. Conclusion

L'intégration des travaux pratiques dans les environnements d'enseignement à distance implique une difficulté supplémentaire par rapport aux autres modes d'enseignements (télé-TD, télé-cours). Même en présentiel, la commande d'un système dans un cadre pédagogique n'est pas anodine : réalisme, performances et sécurité sont à équilibrer stratégiquement. Si la mise à distance ne peut que détériorer a priori la qualité de la manipulation, une étude des situations et interactions en présentiel et à distance permet d'organiser efficacement ce passage et de transformer les faiblesses liées à la distance en atouts pour les acteurs du système.

L'étude bibliographique effectuée dans ce chapitre montre que la plupart des travaux menés sur les téléTPs se focalisent plus sur la composante « télé opération » des travaux pratiques à distance. Cependant, une deuxième composante non négligeable (téléformation) devrait être prise en considération pour une meilleure efficacité pédagogique des téléTPs. Le chapitre suivant traitera l'un des aspects de cette composante qui est l'apprentissage collectif.

I. Introduction :

De nombreux travaux de recherche proposent des solutions spécifiques et des environnements dédiés indépendants pour la mise en œuvre d'un TP particulier dans une discipline bien spécifique [24] [25].

Les travaux menés par Ramdane Mohamed consistent à proposer une modélisation des travaux pratiques à distance conformément aux normes et standards de l'e_learning (garantissant la réutilisation) afin d'intégrer un environnement dédié aux téléTPs dans les plates-formes d'enseignement à distance actuelle afin de réutiliser les ressources pédagogiques.

Nous présenterons dans ce chapitre ce modèle de télé-TP qui intègre les activités d'expérimentation sur des dispositifs technologiques au sein des environnements de formation en ligne. Ce modèle comporte les aspects liés à la téléformation (standards de contenus pédagogiques, LMS, LCMS,...) et propres aux téléTPs (la télé-opération).

II. Modélisation d'un télé-TP

II. 1. Approches existantes

Depuis environ une dizaine d'années, d'importants travaux de recherche ont été entrepris en ingénierie pédagogique pour proposer des modèles de description et d'indexation des objets d'apprentissage [26] [27].

Deux grandes approches peuvent être distinguées. L'approche documentaliste, qui vise à promouvoir le partage et la réutilisation de ressources, en s'appuyant sur un modèle de formateur prospecteur, référenceur et agrégateur de ressources. La seconde approche, centrée sur l'activité, prône un modèle de formateur scénariste et orchestrateur [28]. Ces travaux ont abouti à l'élaboration de propositions de standards concernant les langages d'indexation de données (LOM), les modèles de mise en œuvre informatique (SCORM) et enfin les langages de modélisation pédagogique (EML puis IMS LD) [29].

II. 1.1. Approche documentaliste :

L'approche documentaliste considère les ressources pédagogiques au centre du processus d'apprentissage. L'approche documentaliste est directement liée à l'accroissement des possibilités offertes par Internet pour accéder à de grandes masses d'informations, notamment de nature pédagogique. Elle met en avant les avantages de l'approche par objets en informatique pour promouvoir de nouveaux usages fondés sur

les principes de « partage et réutilisation » et « d'agrégation ». Les principaux standards qui ont émergé de cette approche sont : LOM et SCORM.

II. 1.1.1 ARIADNE (Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe) [30]

Le projet européen ARIADNE a permis (lors de son développement de 1996 à 2000) la constitution d'une base d'items pédagogiques, partagée par une large communauté et destinée à la formation à distance. Cette base de données est aujourd'hui entretenue et développée par la fondation ARIADNE. Ce projet s'inscrit dans une perspective sociale fondée sur le partage du savoir, une perspective technique fondée sur l'interopérabilité et une perspective méthodologique fondée sur la conception par les auteurs.

L'architecture du système est construite sur une base de données centrale, le knowledge pool system, des outils auteur pour l'alimenter (cours, exercices, simulations, évaluations), des outils d'indexation pour les repérer, des outils de scénarisation pour constituer les cours et des outils de navigation pour les consulter. Le stockage des informations est organisé selon une topologie distribuée sur un ensemble de bases répliquées. ARIADNE compte en 2004 environ 2500 items et une douzaine de bases de données sur 5 pays. ARIADNE est un exemple particulièrement intéressant de par son ampleur et son caractère international. Le projet a permis des avancées significatives dans le domaine de l'indexation, notamment en intégrant une dimension multilingue et interculturelle, concrétisées par sa participation prépondérante dans la définition de la LOM (voir plus loin).

II. 1.1.2. LOM (Learning Object Metadata)

Le projet LOM [31] vise à proposer un modèle standard de méta-données permettant de décrire et de référencer tout document pédagogique numérique. Compte tenu des membres participants, le standard est fondé sur les travaux préliminaires de l'IMS (imsproject.org) et d'ARIADNE (ariadne.unil.ch). Le groupe de travail est également constitué de l'ensemble des acteurs actuels du domaine en termes de normalisation, tels qu'AICC, Dublin Core, SCORM, etc.

Le draft 6.1 de la LOM propose 47 méta-données, organisées en 9 catégories principales [32] dont nous donnons les intitulés dans le tableau ci-dessous. Insuffisances, telles que, par exemple, le fait que l'unité d'indexation soit le fichier, qui représente une unité technique et non pédagogique.

Ainsi, un cours complet sera indexé au même titre qu'un unique exercice ou

qu'une image. Enfin le problème de la signification des termes choisis et de la définition des méta-données n'est pas complètement résolu et les ambiguïtés qui subsistent restent un frein à un réel usage pratique.

Catégorie	Attributs
Généralité Caractéristiques globales des Ressources	Identifiant Titre Identification dans un système de référence ou catalogue Langue utilisée Description du contenu Mots clés Couverture en terme d'époque, de culture, de géographie Structure Granularité
Cycle de vie	Version Statut (provisoire, final, révisé, indisponible) Identification Date
Méta données	Identifiant des méta-données Entrée dans un système de référence ou catalogue Contribution à l'évolution des méta-données Plan de méta-données Langage Référence
Informations techniques	Format Taille Localisation Exigences techniques Remarque sur l'installation Autre exigences de la ressource Durée
Informations pédagogiques	Type d'interactivité Type d'apprentissage Niveau d'interaction Densité sémantique Destinataire Contexte d'utilisation Age ciblé Difficulté par rapport au public ciblé Temps moyen d'utilisation Commentaire sur l'utilisation de

	la ressource Langue
Coût	Coût d'utilisation Copyright Commentaire sur les conditions d'utilisation
Relation (pré requis)	Nature de la relation vis-à-vis de l'autre ressource Ressources liées
Commentaire (sur les usages pédagogiques)	Personnes qui créent le commentaire Date Remarque
Classification	Objectif Chemin taxonomique Description Mots clés

Tableau II.1.1.2. Modèle de structuration de LOM

Ø Faiblesses de LOM

Parmi les faiblesses de LOM :

- Pas de séparation formelle entre les entités de structuration (curriculum, cours, leçon) et les contenus (ressources, média).
- Confusion entre objet et usage de l'objet
- N'est pas compatible avec toutes les approches pédagogiques :
 - Pas de description de l'activité de l'apprenant.
 - Pas de description des communications entre apprenants et/ou formateurs.
 - Pas de description des productions créées par les apprenants.

II. 1.1.3. SCORM (Sharable Content Object Reference Model)

Le modèle SCORM [33] complète le standard LOM en proposant :

- Un modèle d'agrégation (figure 4.2).
- Un environnement d'exécution permettant de surveiller l'activité d'un apprenant depuis un LMS.

Le modèle SCORM définit une structure arborescente de représentation, avec au plus haut niveau le cours (ou agrégation de contenus), composé de blocs, eux-mêmes composés de blocs plus petits ou de SCO « Sharable Content Object ». Les SCO représentent le niveau le

plus fin de contenu susceptible d'être réutilisé. A ce titre ils se veulent subjectivement les plus petits possibles et indépendants d'un contexte pédagogique, et objectivement indépendants de l'exécution d'autres SCO. Ils sont composés d'Assets, c'est à dire des ressources de base telles que des textes, des images, etc.

Enfin, chaque niveau (asset, SCO, bloc, cours) est associé à un ensemble de méta-données descriptives au standard LOM. SCORM utilise aussi un modèle d'API (Application Programming Interface) pour utiliser tout contenu conforme dans tout environnement d'exécution (LMS) conforme.

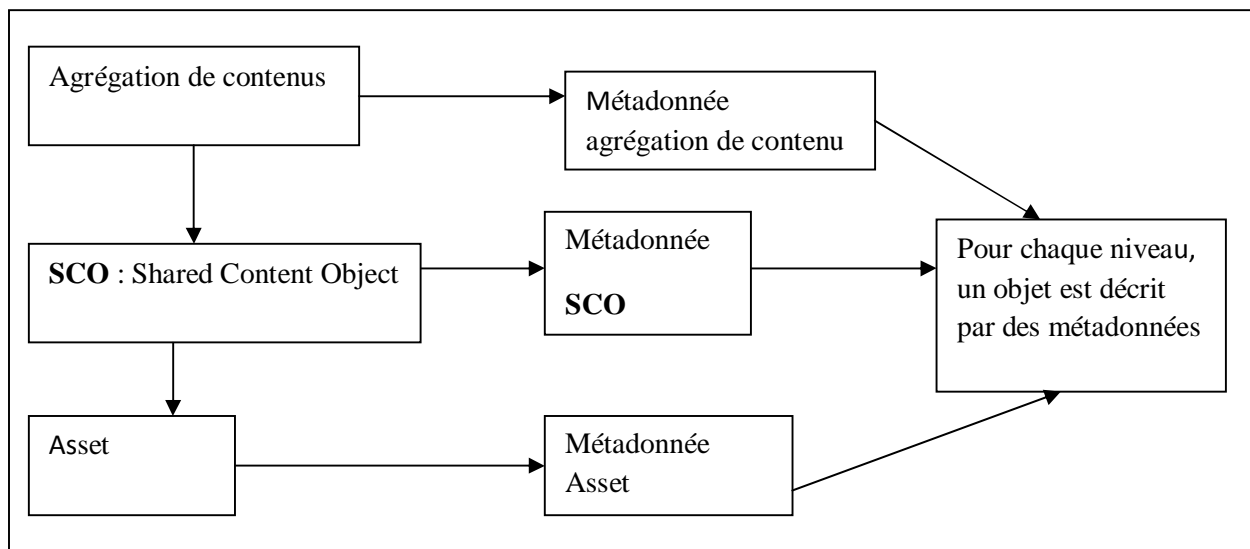


Figure II.1.1.3. Modèle d'agrégation de SCORM

Ø Avantages

- Ne considère pas au même plan une ressource brute et une unité de structuration.
- Permet d'effectuer un certain contrôle de l'activité.

Ø Inconvénients

- Structuration fondée sur le contenu (cours, chapitre, module) et non sur l'activité de l'apprenant
- plus adapté aux cours classiques (cours transmissifs/évaluations automatisées)
- Soulève un problème important de réingénierie des ressources numériques

II.1.2. Approche centrée sur les processus [34]

Contrairement à l'approche documentaliste, l'approche centrée sur les processus considère que c'est l'activité qui est au centre du processus d'apprentissage pas les objets pédagogiques.

L'approche centrée sur les processus s'intéresse à définir des méthodes d'ingénierie pédagogique capables d'assurer la mise en place des ressources et des moyens pédagogiques facilitant la conception et la mise en place de formations. Selon Paquette [35], l'ingénierie pédagogique doit être vue comme une méthodologie soutenant l'analyse, la conception, la réalisation et la planification de l'utilisation des systèmes de formation, intégrant les concepts, les processus et les principes du design pédagogique, du génie logiciel et de l'ingénierie cognitive. Comme le souligne Paquette, l'approche centrée sur les processus, qui est basée sur une dissociation entre activités et ressources, s'est attachée récemment à la nécessité d'exprimer les scénarios pédagogiques selon des formes normalisées afin d'en permettre l'échange et la réutilisation. Ceci a permis l'émergence des langages de modélisation pédagogique essentiellement EML et IMS LD.

III.1.2.1. EML [36]

Educational Modelling Languages (EML), issus de travaux de recherche européens, et qui constituent une généralisation de ce qu'étaient les LOM. Ces propositions sont pilotées par des experts financés par l'Union Européenne. EML se veut un modèle intégrateur de méta données (en XML) prenant en compte non seulement des éléments pour décrire les ressources pédagogiques et leur contenu (texte, tâches, tests, devoirs), mais aussi le rôle, les liens, les interactions et les activités des étudiants et des apprenants. Le modèle EML intègre des idées venant d'IMS, d'IEEE-LTSC, de Dublin Core et d'ADL SCORM.

EML est un langage indépendant de la plate-forme LMS (Learning Management System), cette méthode de description du contenu de cours et des procédés de travail entre les intéressés (apprenants et personnel) vise à en assurer l'interopérabilité et la durabilité à long terme, ainsi qu'à en permettre la réutilisation [37].

L'architecture d'une unité d'apprentissage dans EML est donnée par la figure suivante :

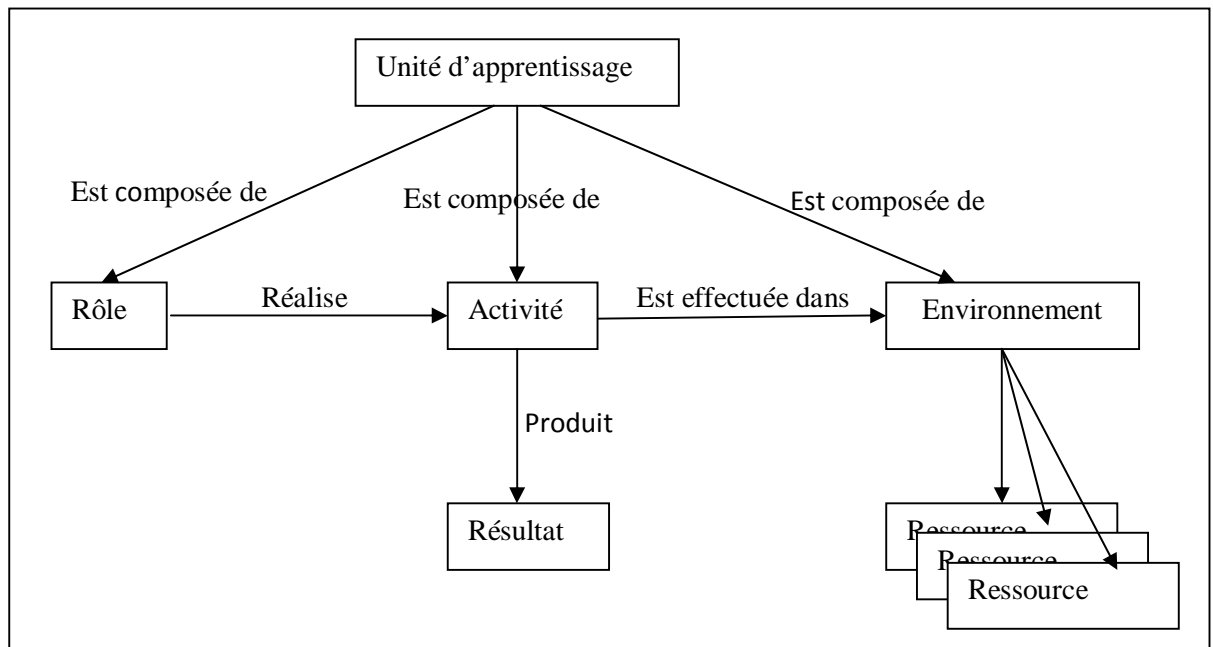


Figure II.1.2.1. Architecture d'une unité d'apprentissage

Avantages

- Séparation explicite des activités et des ressources (qui peuvent être non numériques)
- Se veut compatible avec toutes les approches pédagogiques.
- Permet d'envisager d'autres types de réutilisation (réutilisation de scénarios).
- Propose une classification des activités (activité d'apprentissage, activité d'assistance, autre activité).
- Propose une classification des ressources (objets) (de connaissance, de test, outil, communication, etc.).

II.1.2.2. IMS LD

IMS LD (Instructional Management System Learning Design) [38] est une spécification d'IMS [39] basée sur EML. Actuellement cette spécification est un standard émergent dans l'ingénierie pédagogique qui fait l'objet de beaucoup de travaux pour améliorer l'expressivité des modèles proposés [40] [41]. IMS LD fournit un cadre conceptuel de modélisation d'une Unité d'Apprentissage. Le scénario de

l'unité d'apprentissage, ou méthode, repose sur une métaphore théâtrale. Une unité d'apprentissage est en effet décrite comme une pièce de théâtre organisée en actes qui organisent la distribution des activités aux différents rôles par l'intermédiaire du concept de partition. Un rôle peut être un rôle d'apprenant ou de formateur et sera attribué à une ou plusieurs personnes lors de l'instanciation du modèle d'unité d'apprentissage en vue de son exécution.

Les activités correspondent à un ensemble de tâches individuelles ou collectives (étudier un document, effectuer un test, débattre d'une proposition, résoudre un problème, corriger une épreuve,...) et sont distinguées suivant leur nature en activités d'apprentissage ou activités de soutien. Les activités d'une unité d'apprentissage font référence à un environnement (le décor d'une pièce de théâtre) qui est défini comme l'ensemble des services (chat, forum, ...) et objets pédagogiques nécessaires à leur exécution. L'identification d'un modèle d'unité d'apprentissage en termes de finalité pédagogique est portée par les concepts d'objectifs qui expriment les compétences ou les connaissances visées et de prérequis qui spécifient les conditions préalables à son suivi. Le modèle pédagogique est quant à lui implicitement porté par la structuration de chaque pièce en actes et en partitions, ce qui représente le scénario d'apprentissage.

Comme le montre la figure suivante, les pièces d'une unité d'apprentissage seront exécutées en parallèle. Le plus souvent, une seule pièce est définie, mais plusieurs peuvent l'être dans le cas où des organisations différentes sont prévues pour une même unité d'apprentissage. Les actes qui composent une pièce seront exécutés en séquence, la fin d'un acte représentant un point de synchronisation des activités distribuées à chaque rôle.

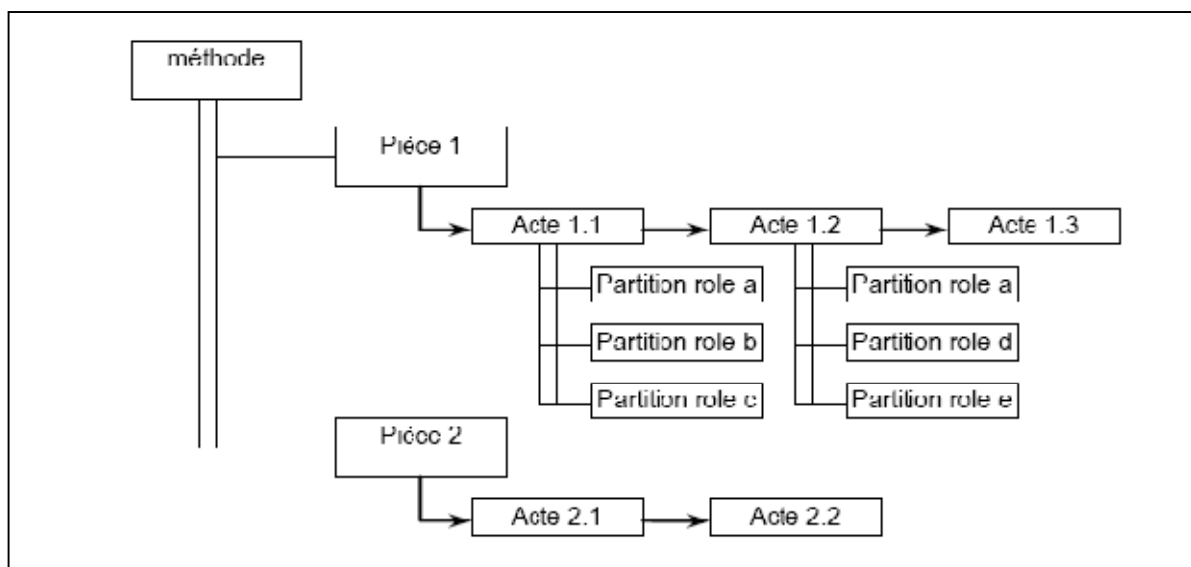


Figure II.1.2.2. Scénario d'une unité d'apprentissage IMS LD

Un rôle peut être un rôle d'apprenant ou de tuteur-formateur et est joué par un acteur. Une activité peut être une activité d'apprentissage ou une activité de soutien et peut produire un résultat. Les activités peuvent être organisées en structure d'activités à laquelle il est alors possible d'affecter un rôle. L'environnement représente l'ensemble des services et objets pédagogiques nécessaires à l'exécution d'une activité. Les objectifs d'apprentissage décrivent les compétences ou les connaissances devant être acquises à l'issue de l'unité d'apprentissage. Les prérequis spécifient l'ensemble des conditions préalables à son suivi. Il est possible d'exprimer les objectifs et les prérequis au niveau d'une unité d'apprentissage ou d'une activité.

II. 2. Approche et standard retenue :

L'approche et le standard retenue sont ceux figurant dans les travaux menés par Mr RAMDANE Mohamed.

II. 2.1 Approche retenue :

. Pour modéliser un télé-TP, notre choix s'est porté sur l'approche centrée sur les processus qui considère l'activité au centre du processus d'apprentissage. Ce choix est motivé par le fait qu'un TP (présentiel ou à distance) s'apparente plus à une activité pédagogique (scénario pédagogique) qu'un objet pédagogique (contenu pédagogique). En effet, l'approche documentaliste s'oriente vers la structuration des contenus pédagogiques sans réelle prise en compte de l'activité des différents acteurs d'un TP. Par contre, l'approche centrée sur les processus intègre les notions d'activité, contenu et rôle nécessaires pour décrire le déroulement d'une séance de TP. Notre choix est aussi motivé par les insuffisances des modèles de l'approche documentaliste (LOM et SCORM) qui ne permettent pas la description de deux éléments essentiels pour un TP : les activités des acteurs ainsi que la communication inter-acteurs qui prend toute sa valeur dans l'environnement collaboratif.

II. 2.2. Standard retenu :

Notre choix s'est porté sur la spécification IMS LD qui propose une structure flexible d'organisation d'une unité d'apprentissage qui peut convenir pour un scénario de télé-TP. Selon le modèle IMS LD, une unité d'apprentissage (paquetage) est composée d'une méthode fixant les prérequis et les objectifs pédagogiques. Dans cette méthode, il est possible de définir plusieurs pièces simultanées (figure 4.4), chacune étant constituée d'actes se déroulant séquentiellement, ce qui rend possible de concevoir un scénario de télé-TP prévoyant plusieurs groupes d'apprenants en parallèle et à chaque

groupe peut être affecté un acte différent (donc une chronologie différente) selon les besoins pédagogiques.

Cette souplesse est possible grâce aux trois niveaux qu'offre IMS LD contrairement à EML qui permet un seul niveau de modélisation donc des scénarios statiques (rigides).

III. Modèle de TP proposé

Ce modèle montre que concevoir un TP revient à définir le(s) objectif(s) pédagogique(s), l'organisation pédagogique et éventuellement les prérequis nécessaires.

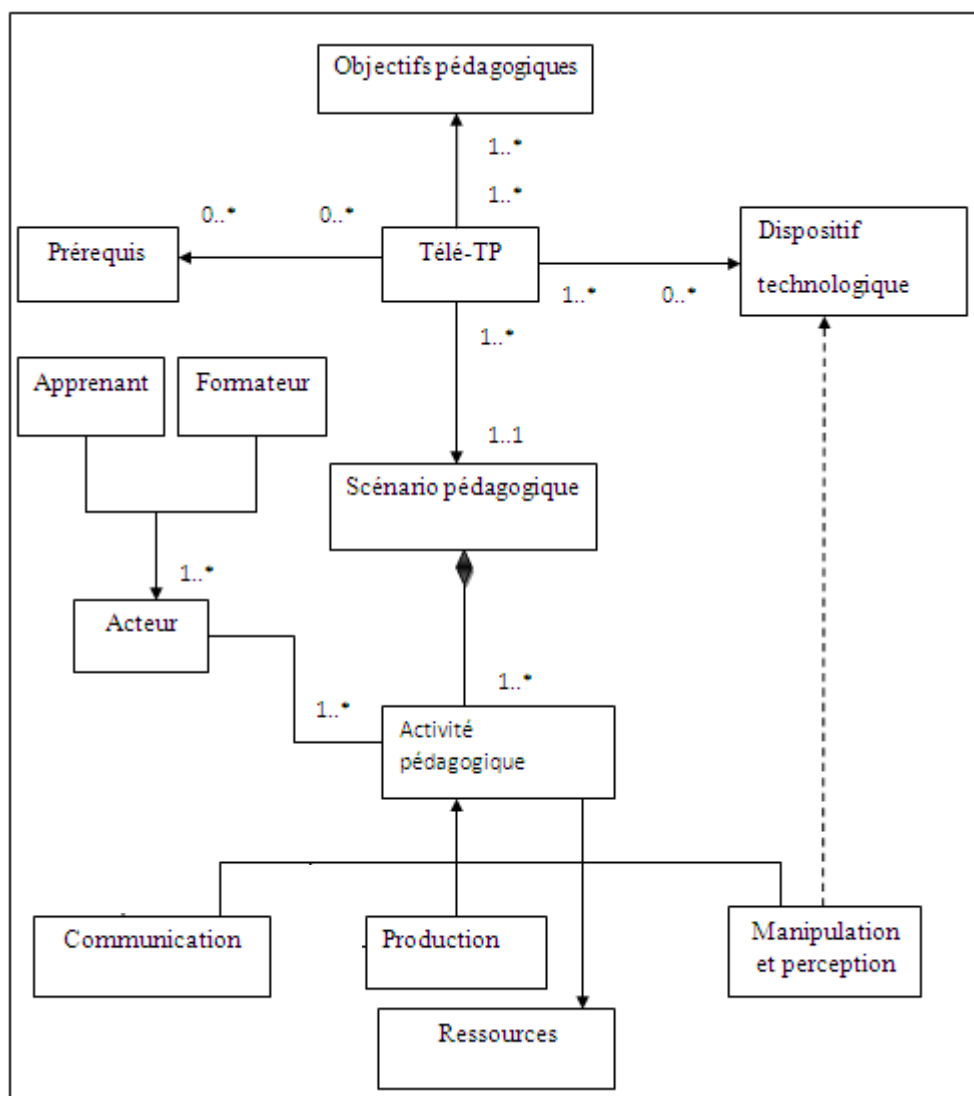


Figure II. Modèle de TP proposé

Objectifs pédagogiques : Le point commun se situe au niveau des objectifs pédagogiques globaux (par exemple : lier la théorie à la pratique ou développer le raisonnement

scientifique). Les objectifs spécifiques attendus d'un TP particulier d'une discipline donnée (informatique dans notre cas) peuvent être variables.

Prérequis : dans de nombreux cas (toutes disciplines confondues), les travaux pratiques nécessitent des connaissances préalables (souvent acquises dans les cours magistraux et les TD). Ces prérequis sont fixés par l'enseignant concepteur de TP. Ils peuvent être associés au TP lui-même ou spécifiques à des parties (étapes) du TP.

Dispositif technologique : l'une des particularités des travaux pratiques, en comparaison avec d'autres vecteurs pédagogiques comme les cours magistraux, c'est d'être liés à l'utilisation d'instruments, d'appareillages, de produits, etc. ce qui constitue un dispositif technologique.

Scénario pédagogique : correspond au déroulement du télé-TP.

De nombreuses définitions, souvent associées à des déclinaisons différentes du terme scénario (pédagogique, d'apprentissage, d'usage...) ont été proposées pour préciser ce concept. Nous en retiendrons deux pour illustrer ce que nous entendons par scénario :

« Un scénario d'apprentissage représente la description, effectuée a priori ou a posteriori, du déroulement d'une situation d'apprentissage ou unité d'apprentissage visant l'appropriation d'un ensemble précis de connaissances, en précisant les rôles, les activités, ainsi que les ressources de manipulation de connaissances, outils et services nécessaires { la mise en œuvre des activités. » [Pernin et al. 2004]

« Description plus ou moins formelle d'une séquence d'enseignement définissant les objectifs pédagogiques cibles et les moyens à mettre en œuvre pour atteindre ces objectifs. Un scénario pédagogique décrit généralement les acteurs impliqués (apprenant, enseignant, tuteur, etc.), les ressources pédagogiques (documents, logiciels, etc.), les tâches que les apprenants doivent réaliser, les rôles des différents acteurs et les contraintes à respecter. » [Tchounikine 2009]

Acteurs humains : Quelle que soit la discipline scientifique ou technique enseignée, les acteurs humains dans les travaux pratiques sont les mêmes : les plus importants sont apprenant et formateur.

IV. Proposition d'un modèle de télé-TP

La proposition d'un modèle de télé-TP est construite autour des deux points de vue (téléformation et télé-opération) (figure IV.)

- **Téléformation** : Ce premier aspect est partagé avec les autres modes d'apprentissage (télé-Cours, télé-TD...). Dans une formation à distance, de nombreuses activités sont médiatisées par l'outil informatique. La communication entre le formateur et l'apprenant, par exemple, ne peut avoir lieu qu'à l'aide d'outils de communication à distance (courriel, messagerie instantanée,...). Il en est de même pour le travail collaboratif.
- **Télé-opération** : La mise à distance des travaux pratiques nécessite d'adapter les dispositifs technologiques utilisés ainsi que les modalités d'interactions avec ces derniers.

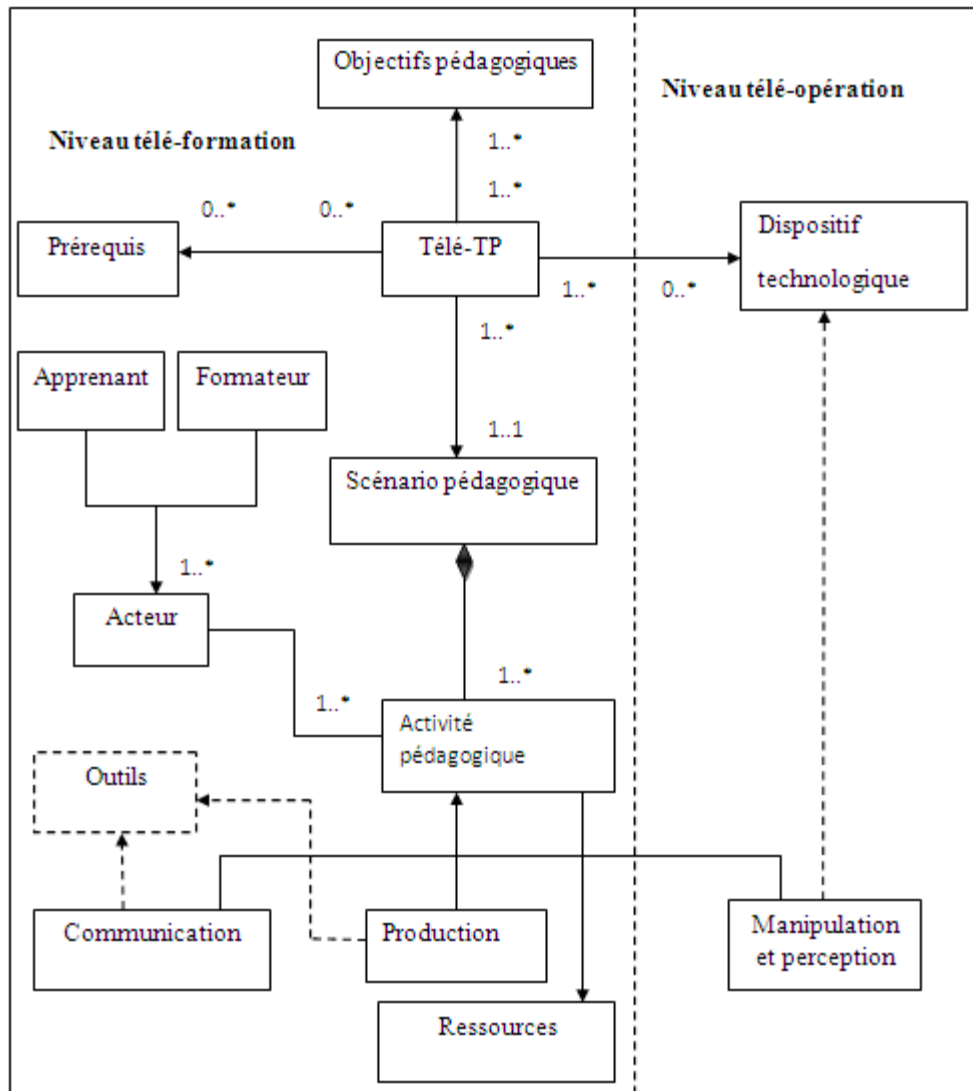


Figure IV. Modèle de télé-TP proposé

V. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le modèle de télé-TP proposé par RAMDANE Mohamed contenant un modèle fonctionnel (scénario) décrivant le déroulement d'une séance de travaux pratiques à distance.

Le chapitre suivant sera consacré à la conception du laboratoire virtuel en présentant son architecture et les éléments qui la composent.

I. Introduction

Dans ce chapitre, nous nous proposons de modéliser une plate-forme d'enseignement à distance restituant au mieux les comportements pédagogiques d'un organisme de formation classique (école, université...). Pour ce faire, nous avons adopté le formalisme UML car il permet de modéliser de manière claire et précise la structure et le comportement d'un système indépendamment de toute méthode ou de tout langage de programmation [1], tout en utilisant son extension pour le web.

Les principaux modules constituant notre plate-forme, seront :

- La consultation d'objets pédagogiques (cours, exercices, travaux pratiques, évaluations...);
- La communication entre les différents acteurs de la plate-forme ;
- Le suivi des apprenants;
- La gestion des acteurs.

II. Description du système d'enseignement

Dans ce travail, on a adopté un système d'enseignement à distance permettant l'enseignement de l'électronique, et cela en proposant un laboratoire virtuel permettant la réalisation de travaux pratiques ,ainsi que plusieurs cours, où chaque cours est un ensemble de chapitres suivi d'une suite d'exercices et des tests d'évaluations.

Les Tps d'électronique étudiés sont les suivants :

- le fonctionnement du générateur sinusoïdal et de l'oscilloscope de visualisation
- La différence entre amplificateur opérationnel réel et idéal .
- fonctions de transfert de filtres passifs R, L C en régime sinusoïdal permanent. Transistor en émetteur commun.
- fréquence aux bornes de la diode sans seuil.
- les filtres passifs en L, double L, T et Pi alimentés par une tension sinusoïdale
- principe d'un régulateur.
- étude des Filtres de Sallen et Key.
- utilisation d'un Transistor en émetteur commun.
- étude de l'algèbre de Boole.
- Théorèmes de De Morgan.

III. Objectif du projet

Derrière cette application qu'on a réalisé un objectif bien précis été visé, est celui d'assurer un enseignement de qualité a tout apprenant souhaitant approfondir ses connaissances dans le domaine de l'électronique chez soi et à son propre rythme par une simple navigation dans l'application.

IV. Architecture générale du système

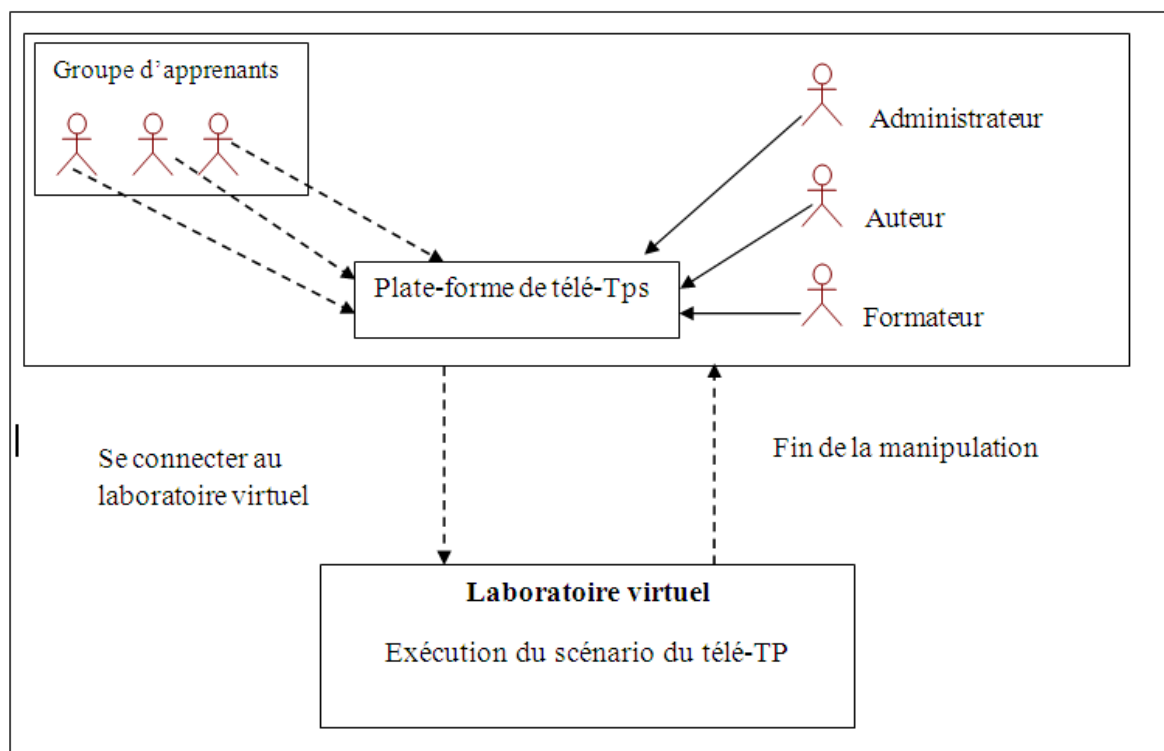


Figure II. Architecture globale du système

IV. 1. La plate-forme du télé-TP

C'est l'application web qui assure le dialogue entre les différents acteurs et le système d'enseignement.

C'est aussi l'outil qui permet de se connecter au laboratoire virtuel pour la réalisation des travaux pratiques.

IV. 2. Le laboratoire virtuel

C'est l'environnement où on peut manipuler le dispositif technologique d'un TP donné (la simulation électronique du dispositif réel).

IV. 3. Le scénario du télé-TP

Correspond au déroulement du télé-TP, représente l'enchaînement de plusieurs activités dont le but est d'atteindre les objectifs pédagogiques visés par le TP.

Les apprenants lisent l'énoncé du télé-TP et prennent des notes. Par la suite, les apprenants prennent part à la manipulation du laboratoire virtuel pour effectuer le TP. Enfin, les apprenants rédigent un compte-rendu qui sera remis au formateur.

V. La démarche d'élaboration de notre projet

La démarche d'élaboration de notre projet s'appuie sur la modélisation UML. Pour ce faire nous avons adopté la démarche suivante :

- Ø A partir de la définition des besoins, nous allons identifier les acteurs et les activités, desquels nous déduirons assez facilement les cas d'utilisation.
- Ø Ceux-ci nous permettent d'établir un ensemble de scénarios d'utilisation standard à l'aide des diagrammes de séquences.
- Ø Ces diagrammes nous aideront à identifier les classes métier nécessaires, nous permettant d'aboutir au diagramme de classes.
- Ø Enfin nous décrirons l'architecture physique des composants matériels qui supportent l'exécution du système par un diagramme de déploiement.

La figure V est une représentation graphique de cette démarche de modélisation.

Selon le point de vue du système à modéliser auquel il se place, le concepteur est amené à choisir certains diagrammes UML plutôt que d'autres. Dans l'annexe, on a expliqué pourquoi notre choix s'est porté sur les représentations illustrées par la figure V.

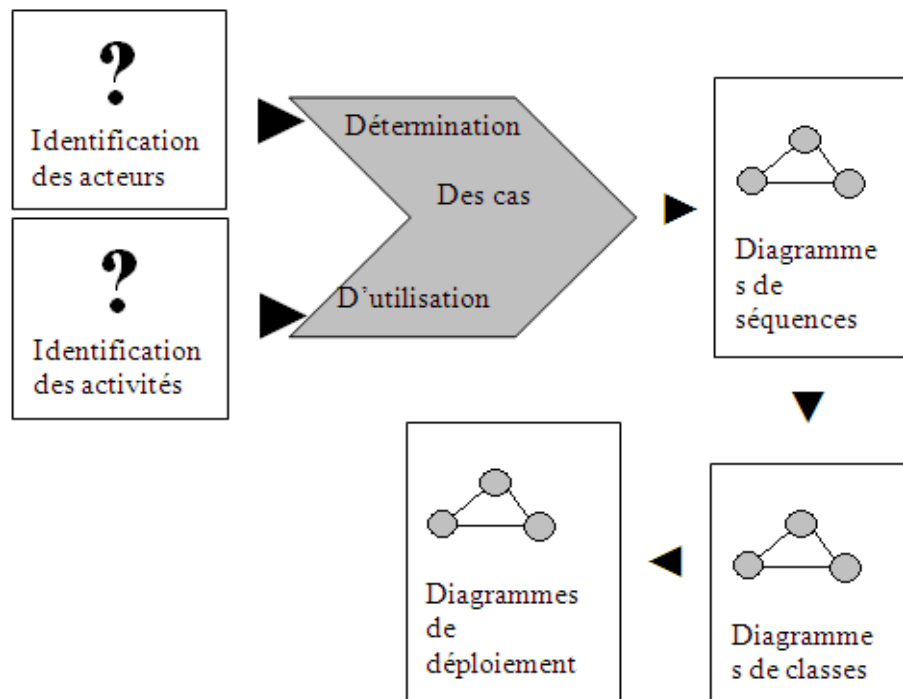


Figure V : Méthodologie de modélisation du site

V. 1. Identification des acteurs et des besoins

V. 1.1. Identification des acteurs e leurs besoins fonctionnels

Dans notre plate forme on distingue cinq principaux acteurs, pour chaque acteur on a identifié les fonctionnalités lui permettant d'accomplir son rôle dans le système :

Ø Administrateur :

L'administrateur est la personne chargée d'administrer le site donc il a pour fonction après l'identification :

- De créer des comptes pour les apprenants et les formateurs ;
- De créer des groupes d'apprenants;
- D'administrer les forums de discussion ;
- De mettre à jour le domaine d'enseignement ;
- D'attribuer un ou plusieurs formateurs à un groupe d'apprenants.

Ø Formateur :

Le formateur est la personne chargée d'assurer le suivi et l'encadrement des apprenants durant le processus d'apprentissage et cela en :

- Assurant le suivi du cours au près des apprenants ;
- Communiquant les apprenants via la messagerie interne, le forum, le chat;
- Evaluant les apprenants par des exercices et des tests d'évaluation et des travaux pratiques.

Ø Auteur :

L'auteur est la personne chargée de concevoir et de réaliser les scénarios pédagogiques des téléTPs.

L'auteur agit sur le domaine d'enseignement. L'ensemble des actions possibles que peut entreprendre l'auteur est :

- Gestion des cours, exercices, évaluations;
- Gestion des scénarios de télé-Tps.;
- Gestion des stratégies d'enseignement.

Le terme gestion utilisé ci-dessus sous entend les quatre fonctions suivantes :

- Consultation ;
- Modification ;
- Ajout ;
- Suppression.

•Apprenant :

L'apprenant est toute personne qui suit un cours dans son propre espace réservé, il peut aussi :

- Consulter des cours;
- Communiquer avec les autres apprenants et son formateur via les outils collaboratifs (Forums, messagerie interne) ;
- Faire un TP dans le but d'atteindre un objectif pédagogique et envoyer un compte rendu.
- Faire d'exercices et subir des évaluations.

•Les autres utilisateurs :

Il s'agit du grand public c'est à dire l'ensemble des visiteurs du site qui n'appartient pas aux membres inscrits sur ce site.

V. 1.2 Les besoins non fonctionnels

•Les besoins de performance :

Décrivent les performances d'exécution du système, généralement en termes de temps de réponse.

•Les besoins de fiabilité :

Concernant le niveau de disponibilité qui doit être explicitement défini pour toute application critique. Notre système doit être opérationnel 24h/24h et 7j/7j.

•Les besoins de sécurité :

Il faut définir des niveaux d'accès au système selon le profil de l'acteur, cette fonctionnalité est assurée par l'authentification.

•Les besoins matériels :

Définissent souvent les configurations matérielles minimales nécessaires au fonctionnement du système.

V.2 Diagrammes représentatifs

V.2.1 Le diagramme de contexte de l'application

La définition des besoins fonctionnels des acteurs présentée dans le paragraphe (V.1.1) nous permet de dégager le diagramme de contexte suivant :

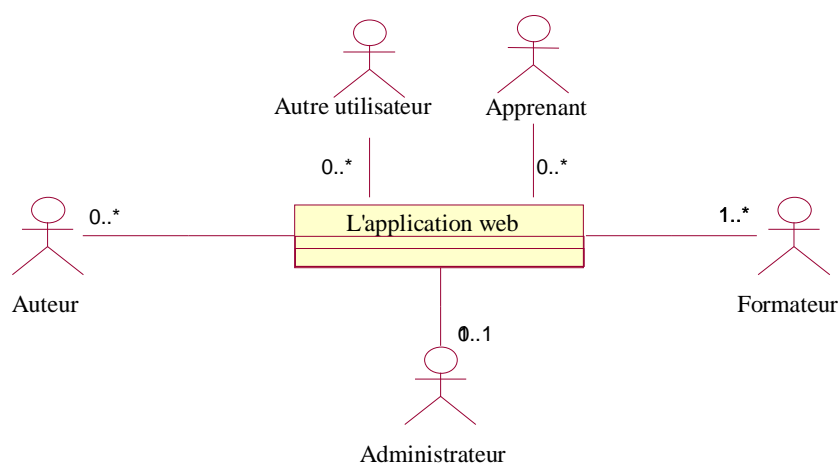


Figure V.2.1. Diagramme de contexte de l'application

V.2.2 Diagrammes des cas d'utilisation

Un cas d'utilisation décrit un ensemble de séquence dans lequel chaque séquence représente l'interaction des éléments qui se trouvent à l'extérieur du système (ses acteurs) avec le système lui-même.

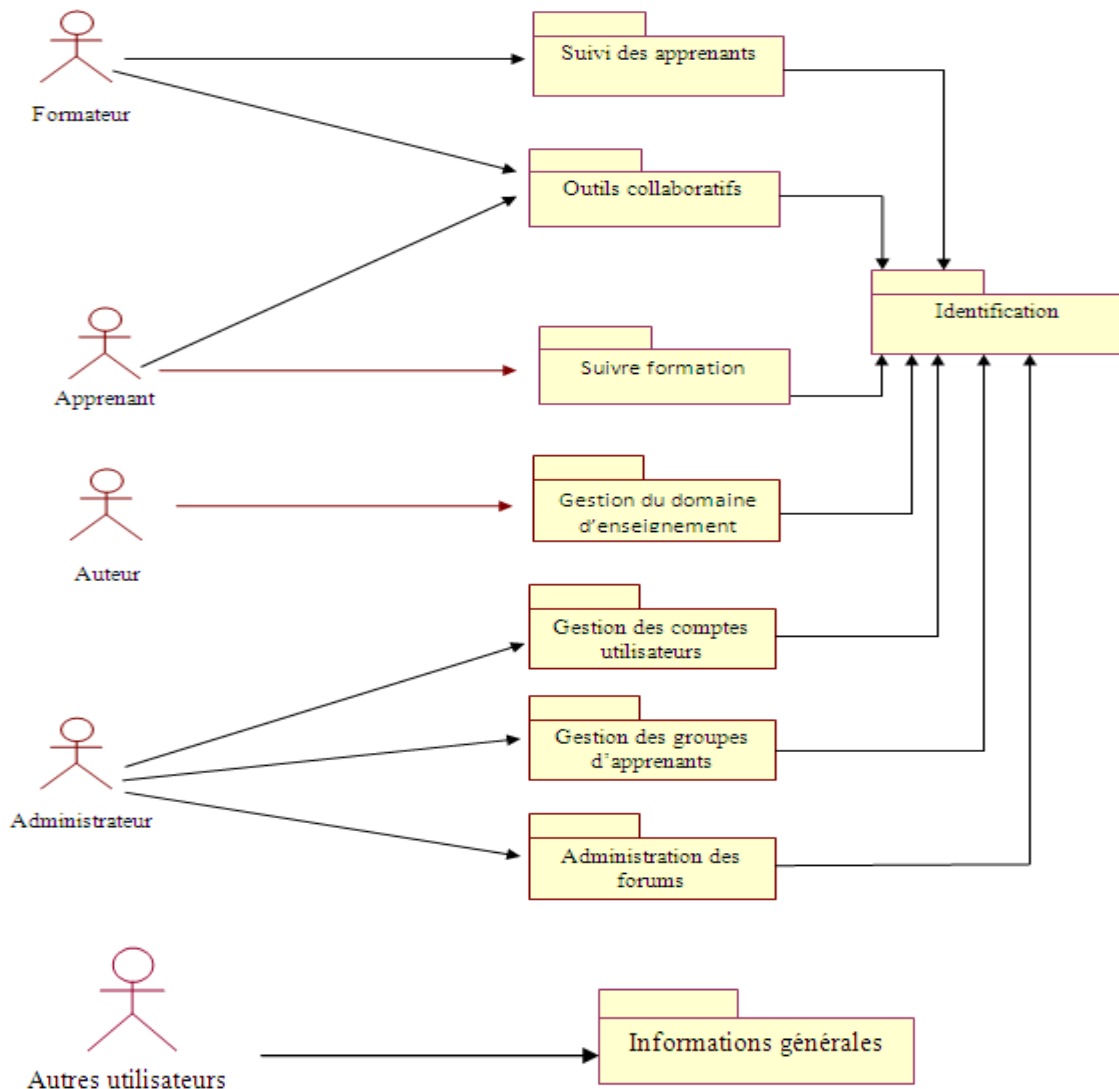


Figure V.2.2. Structuration des cas d'utilisation

V.3. Détermination des diagrammes de cas d'utilisations :

Etant donné que les acteurs et les packages de leurs activités sont identifiés, nous sommes en mesure de modéliser les cas d'utilisation de ces acteurs, qui sont des détails des packages définis dans la figure V.2.2. « Un cas d'utilisation décrit ce que l'utilisateur veut fondamentalement faire avec le système » [2]. Il s'agit d'une représentation macroscopique

des interactions entre acteurs et le système fondée sur une sémantique "faible" qui rend ce modèle aisément compréhensible par les utilisateurs.

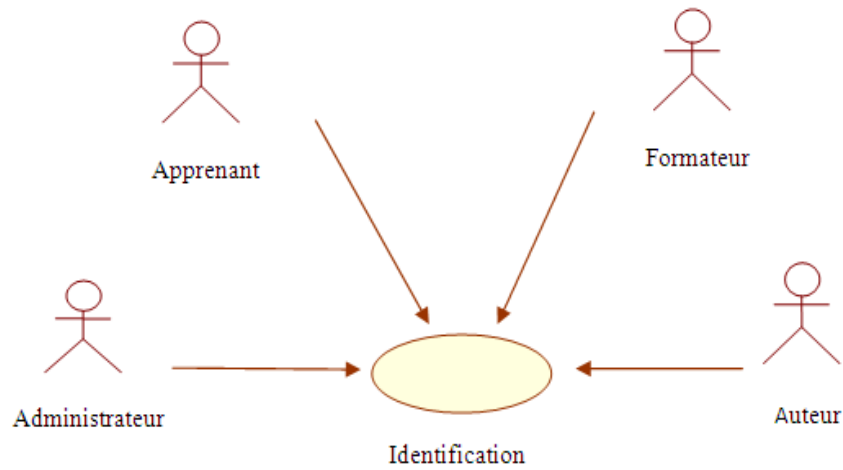


Figure V.3.1. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Identification ».

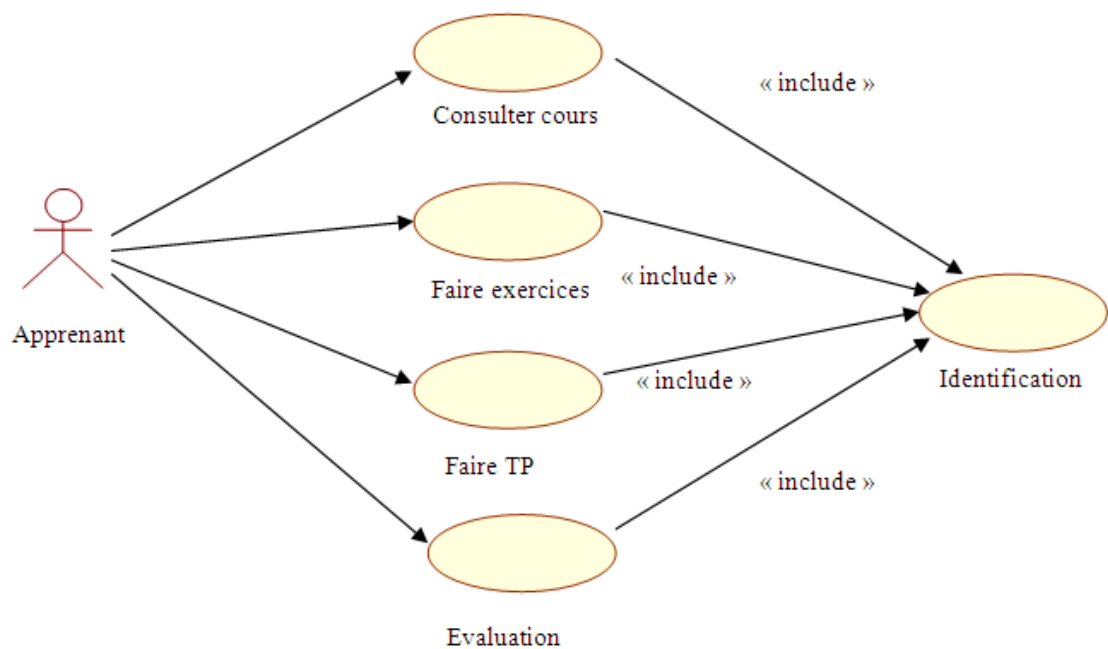


Figure V.3.2. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Suivre formation ».

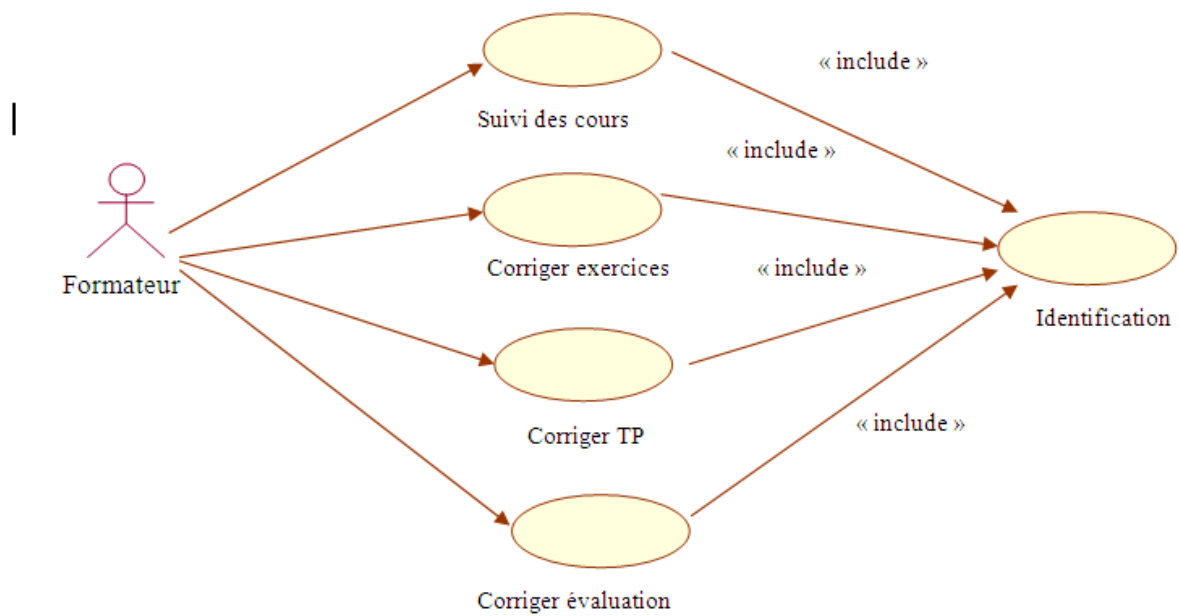


Figure V.3.3. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Suivi des apprenants ».

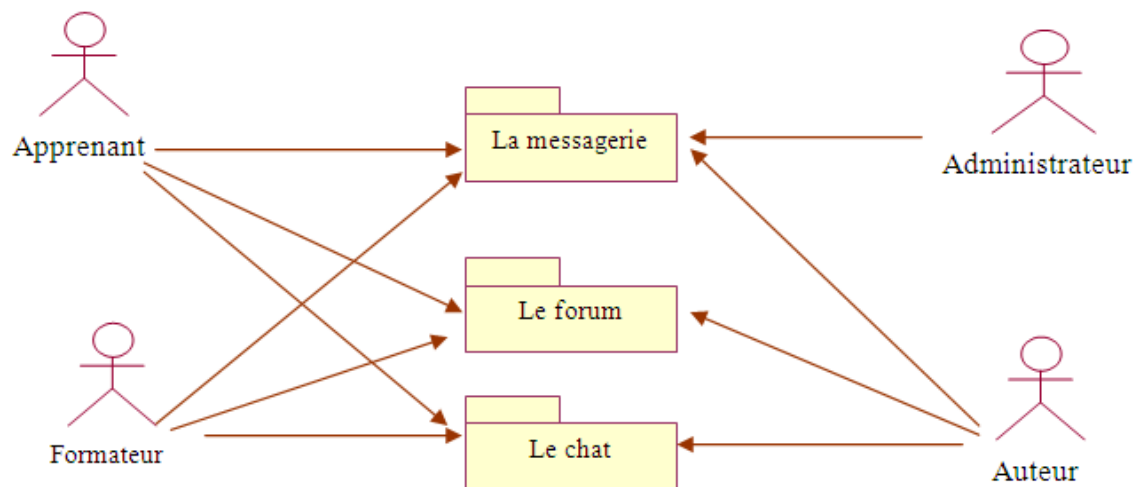


Figure V.3.4. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Outils collaboratifs »

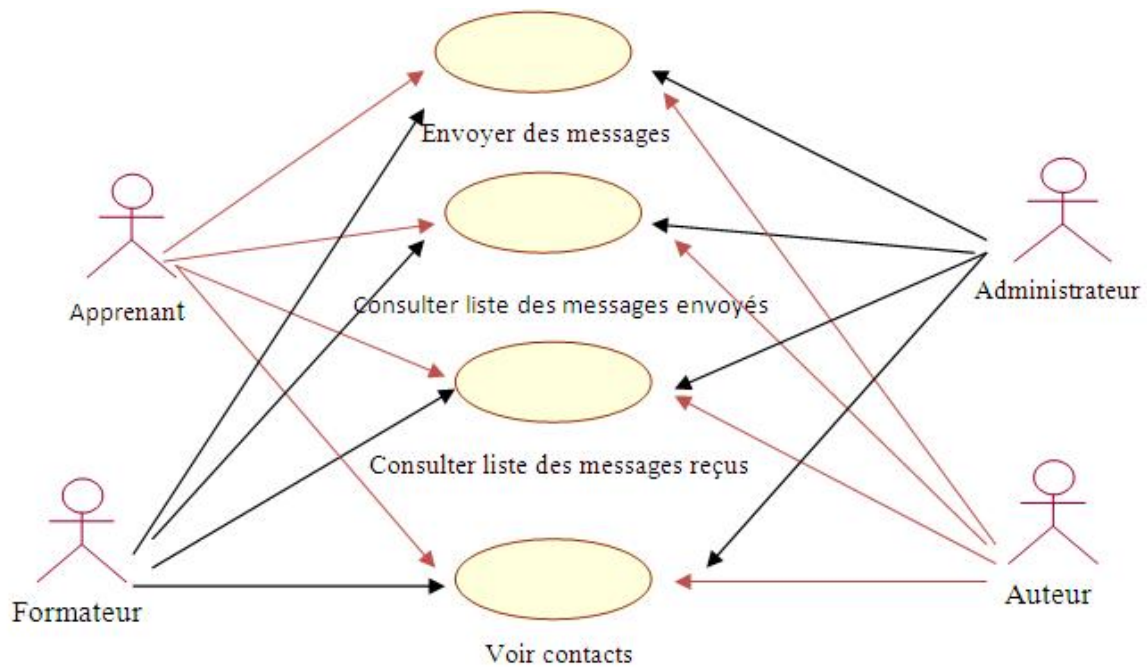


Figure V.3.5. Diagramme de cas d'utilisations du package « messagerie ».

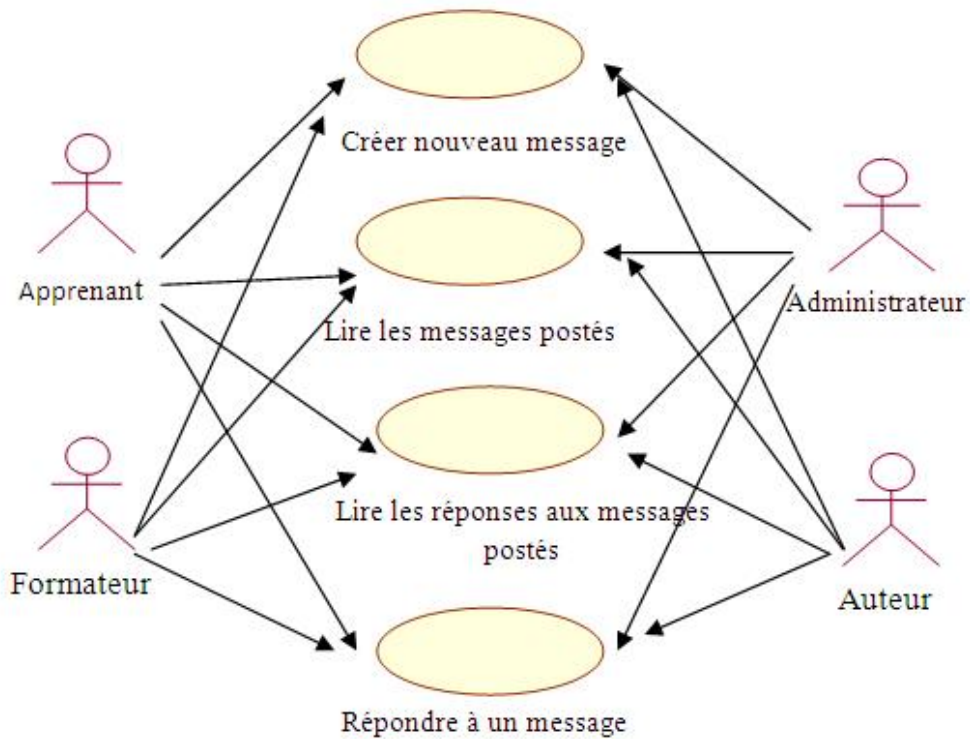


Figure V.3.6. Diagramme de cas d'utilisation pour le paquetage « forum ».

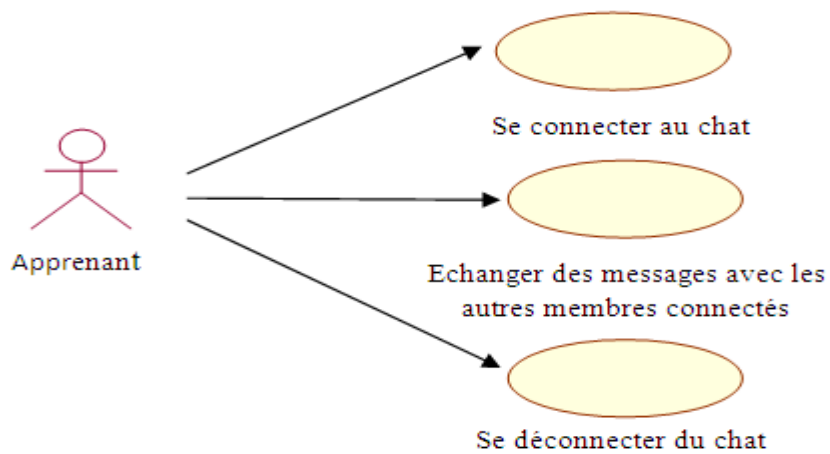


Figure V.3.7. Diagramme de cas d'utilisation du package « chat »

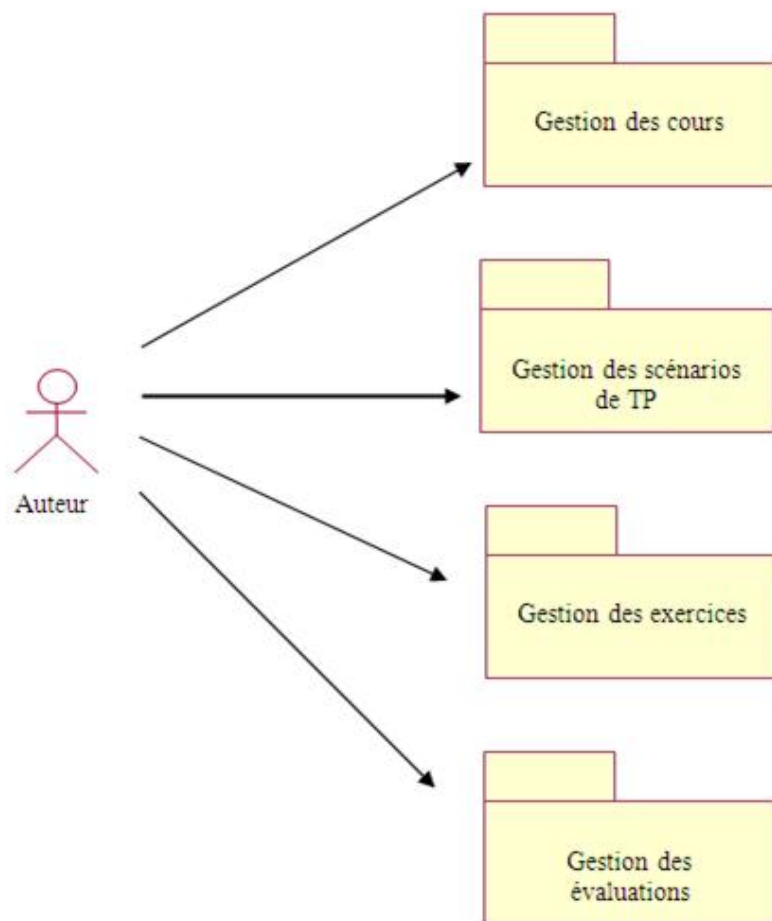
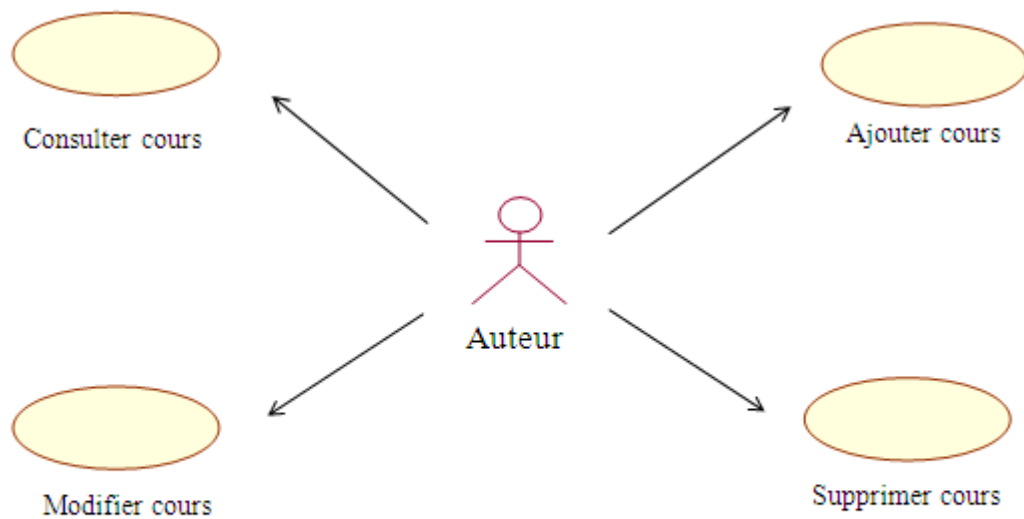
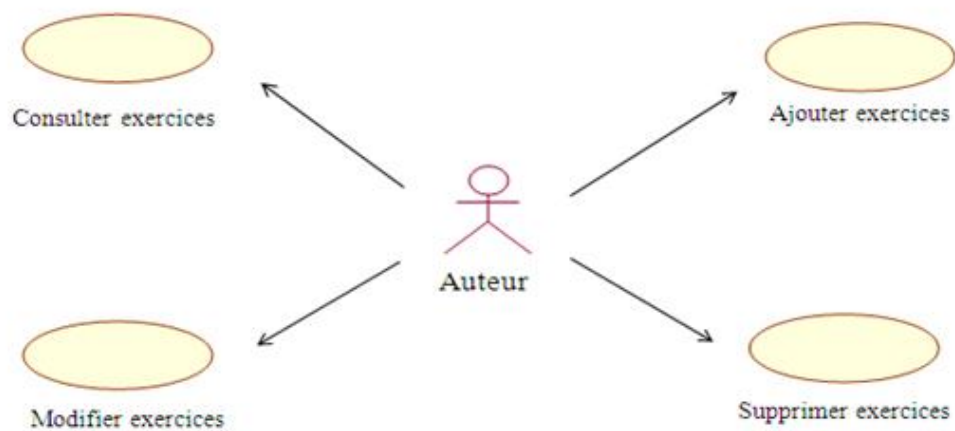


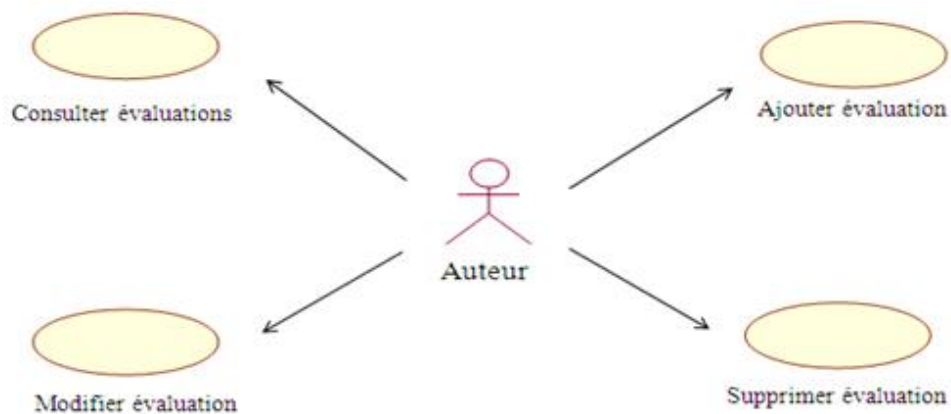
Figure V.3.8. Diagramme de cas d'utilisation du package « gestion du domaine d'enseignement »



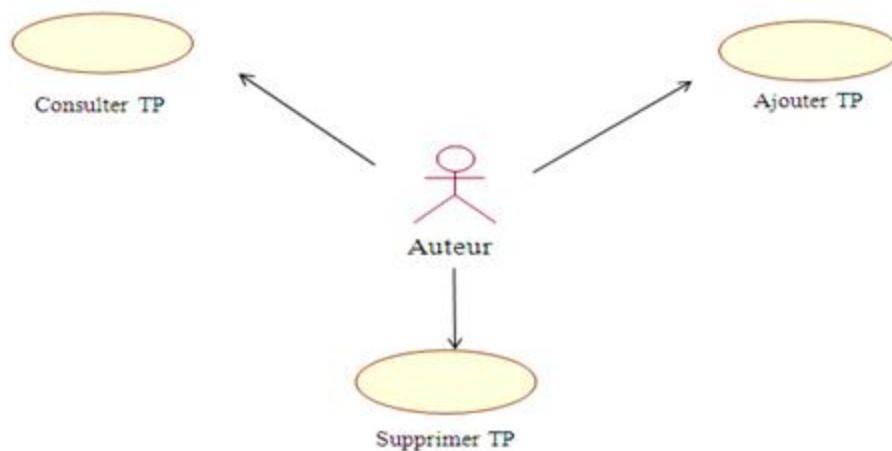
FigureV.3.9. Diagramme de cas d'utilisation du package « Gestion des cours »



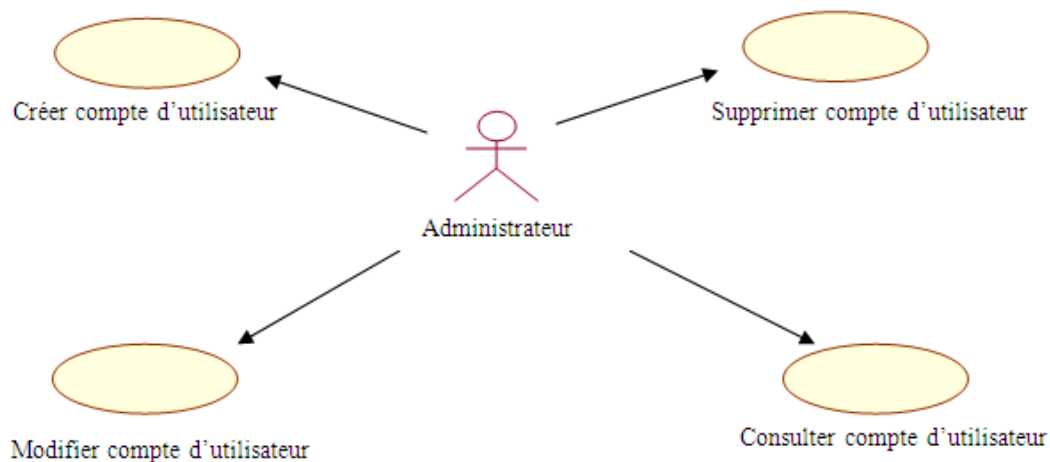
FigureV.3.10. Diagramme de cas d'utilisation du package « Gestion des exercices »



FigureV.3.11. Diagramme de cas d'utilisation du package « Gestion des évaluations »



FigureV.3.12. Diagramme de cas d'utilisation du package « Gestion des Tps »



FigureV.3.13. Diagramme de cas d'utilisation du package « Gestion des comptes utilisateurs »

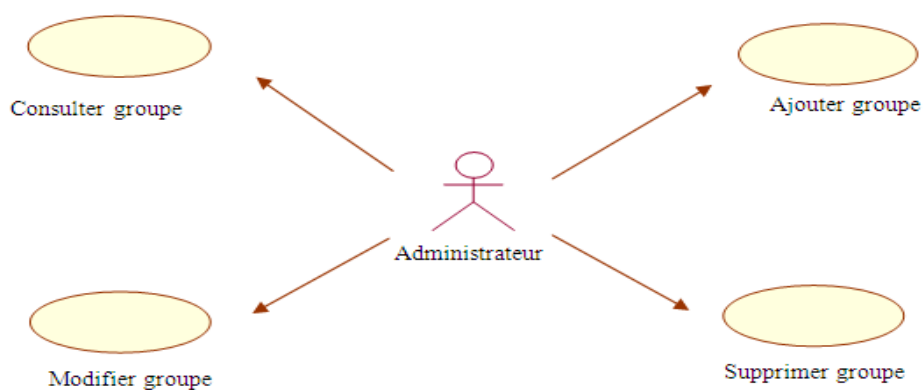


Figure V.3.14. Diagramme de cas d'utilisation du package « Gestion groupes d'apprenants »

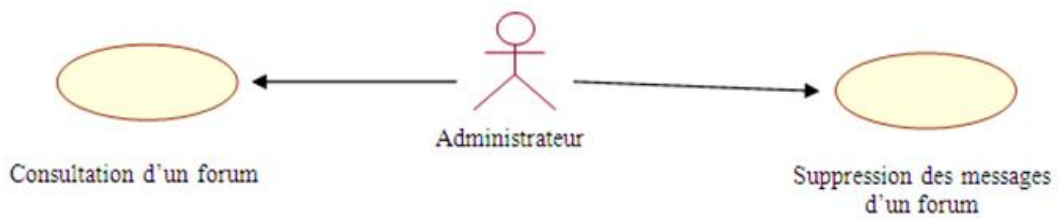


Figure V.3.15 Diagramme de cas d'utilisation du package « Administration des forums »

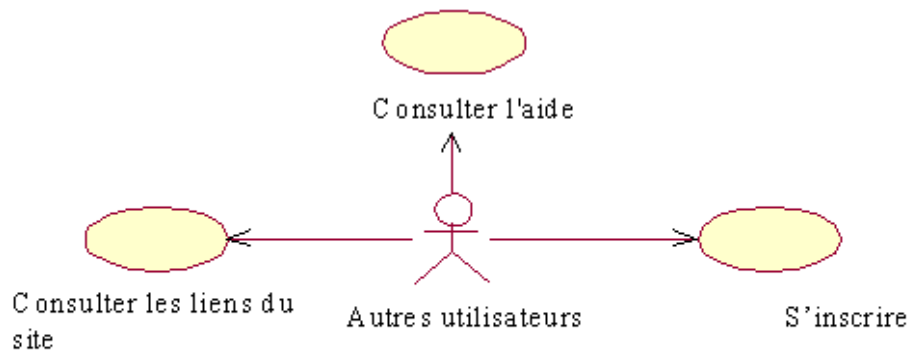


Figure V.3.16. Diagramme de cas d'utilisation du package « informations générales »

V.4. Diagrammes de séquence

En modélisation objet, les diagrammes de séquence s'utilisent de deux manières bien différentes, selon la phase du cycle de vie et le niveau de détail désiré. [3]

- La première utilisation correspond à la documentation des cas d'utilisation ; elle se concentre sur la description de l'interaction, souvent dans des termes proches de l'utilisateur et sans entrer dans les détails de la synchronisation. L'indication portée sur les flèches correspond alors à des événements qui surviennent dans le domaine de l'application. A ce stade de la modélisation, les flèches ne correspondent pas encore à des envois de messages au sens des langages de programmation, et la distinction entre flot de contrôle et flot de données n'est généralement pas opéré.
- La deuxième utilisation correspond à un usage plus informatique et permet la représentation précise des interactions entre objets.

Dans notre cas, le recours aux diagrammes de séquence entre dans le premier cas d'usage cité ci-dessus et nous allons donner dans ce qui suit seulement à titre d'exemple des diagrammes de séquence pour des scénarios nominaux de certains cas d'utilisation.

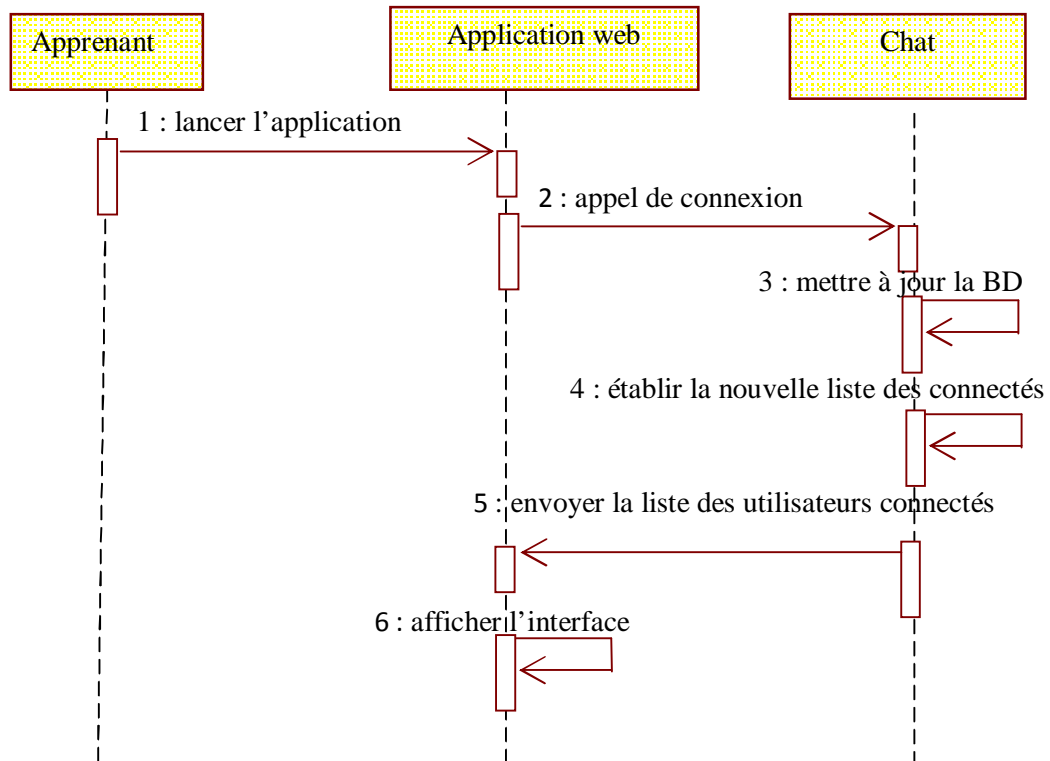


Figure V.4.1 Diagramme de séquence du cas d'utilisation « se connecter au chat »

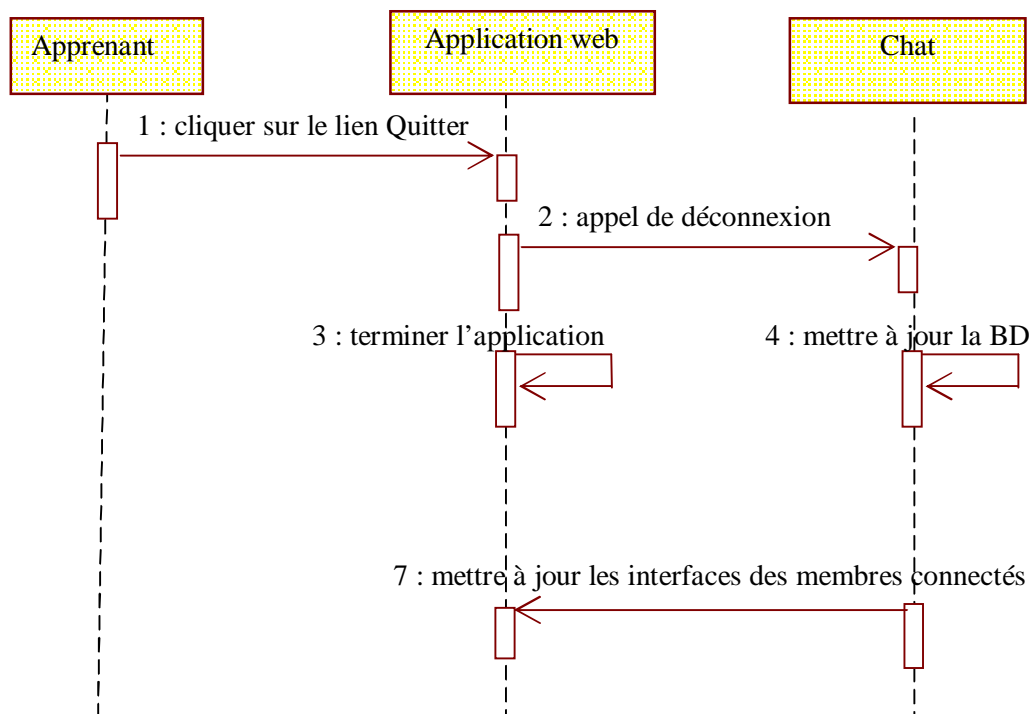


Figure V.4.2 Diagramme de séquence du cas d'utilisation « se déconnecter du chat »

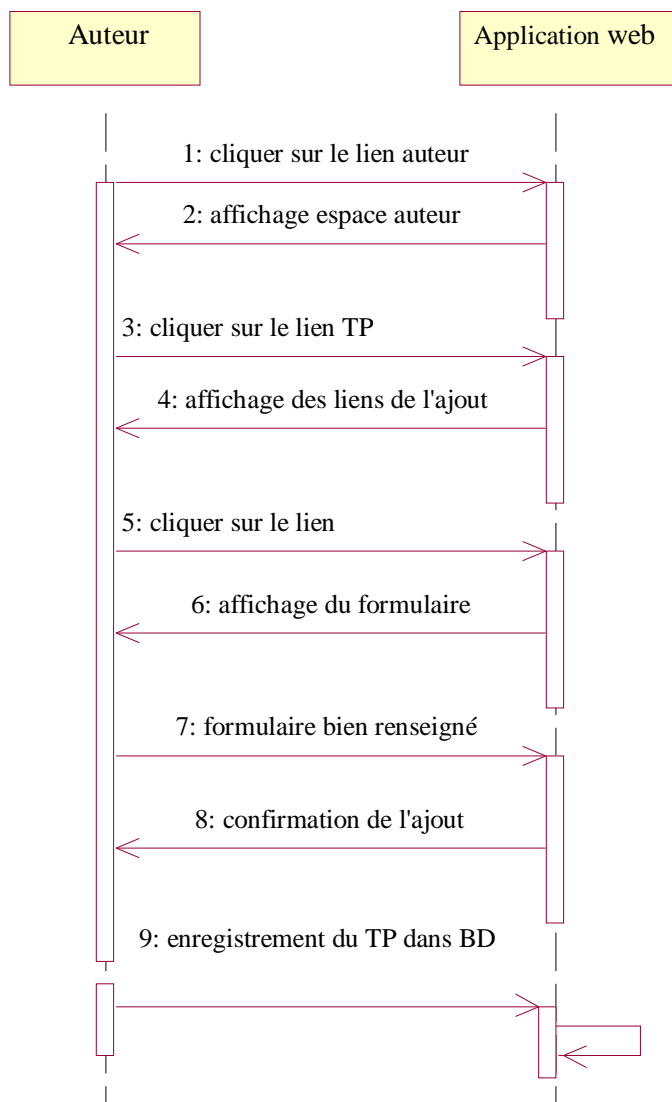


Figure V.4.3 Diagramme de séquence du cas d'utilisation « ajout TP »

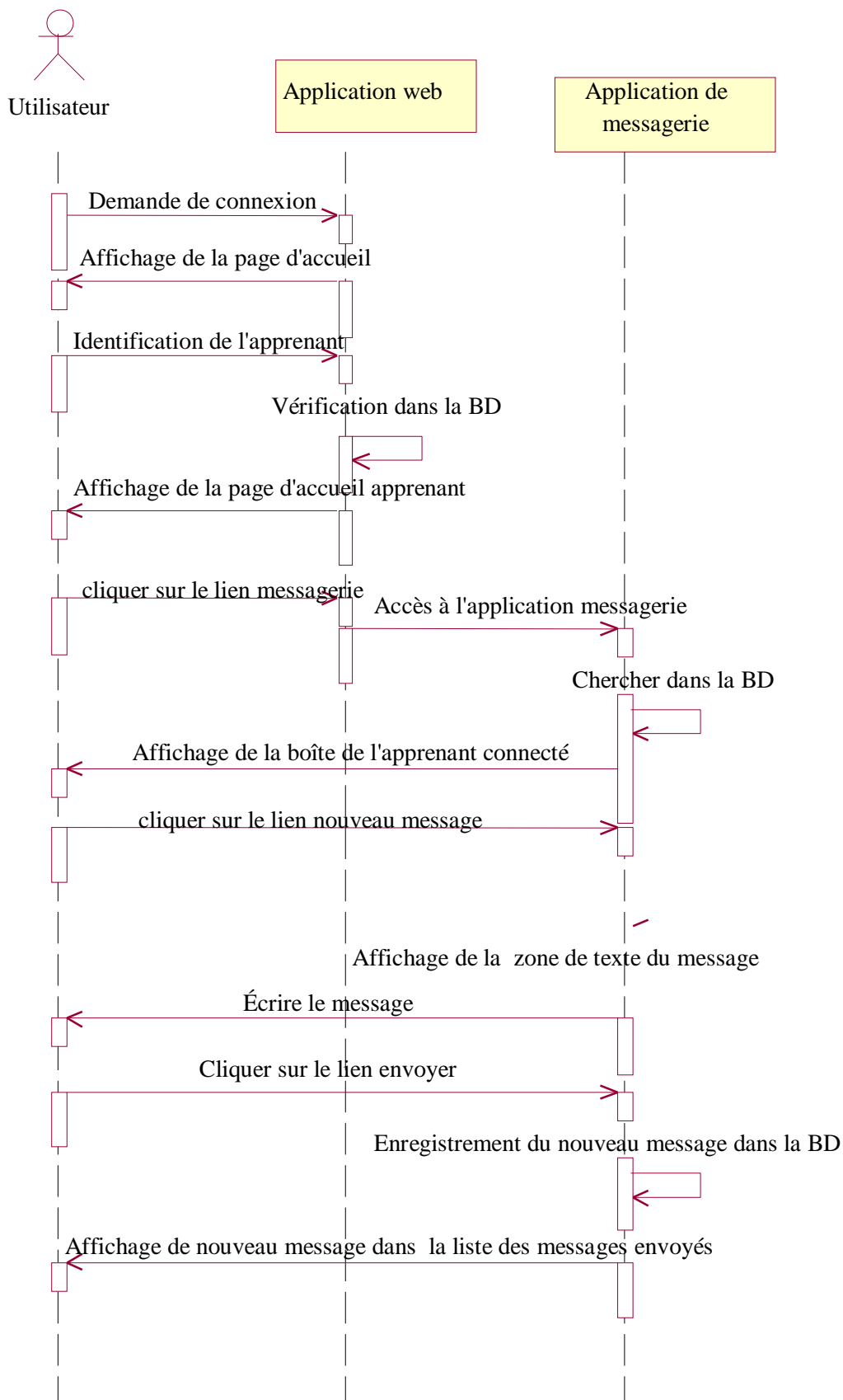


Figure V.4.4. Diagramme de séquence du cas d'utilisation « envoyer message »

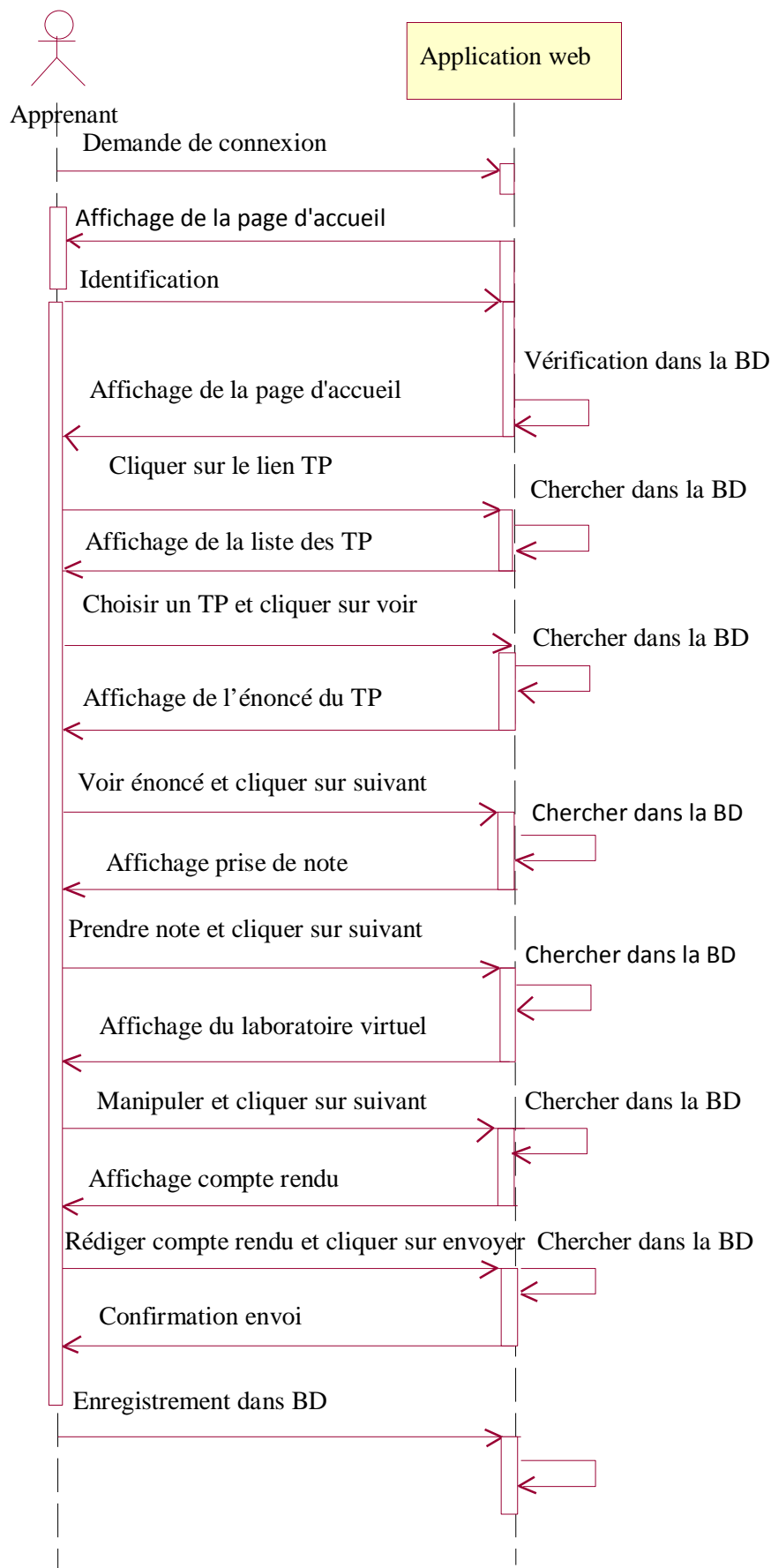


Figure V.4.5. Diagramme de séquence du cas d'utilisation « faire TP »

V.5.Diagrammes de classes

V.5.1. Structuration en packages

La structuration en packages de notre diagramme de classes nous permet d'organiser le système selon une hiérarchie de packages ainsi que le réseau de relations de dépendance entre ces packages.

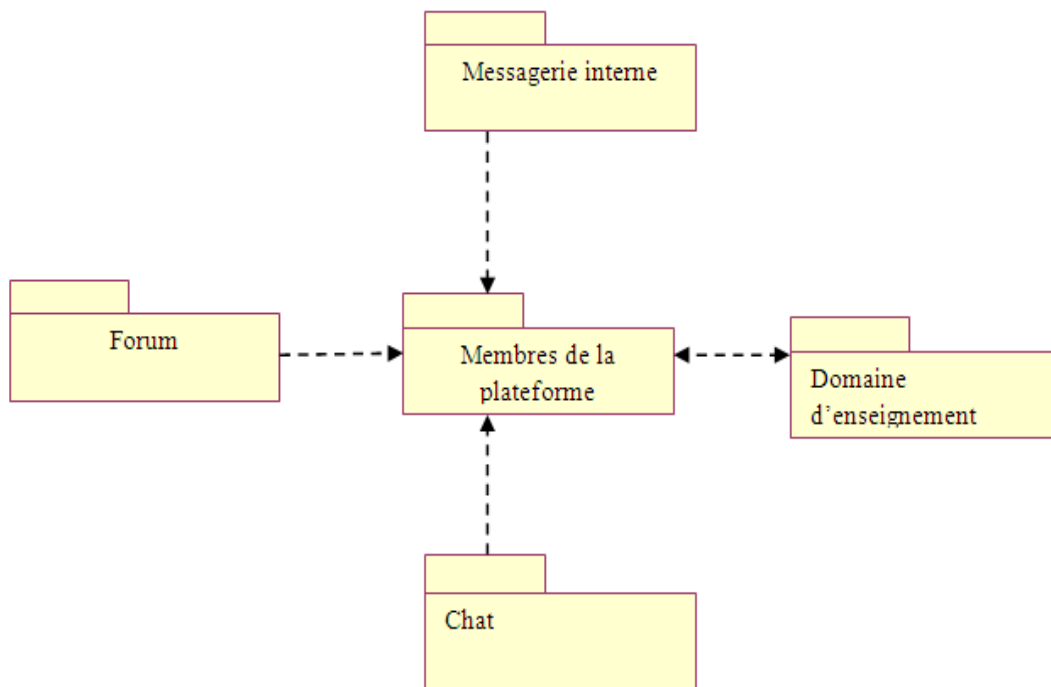


Figure V.5.1.1. Structuration en packages du diagramme de classes

Ci- dessous les diagrammes de classes, de notre application, que nous avons modélisé à partir de ces packages. Ces différents diagrammes exposant les relations entre les différentes classes constituant notre application.

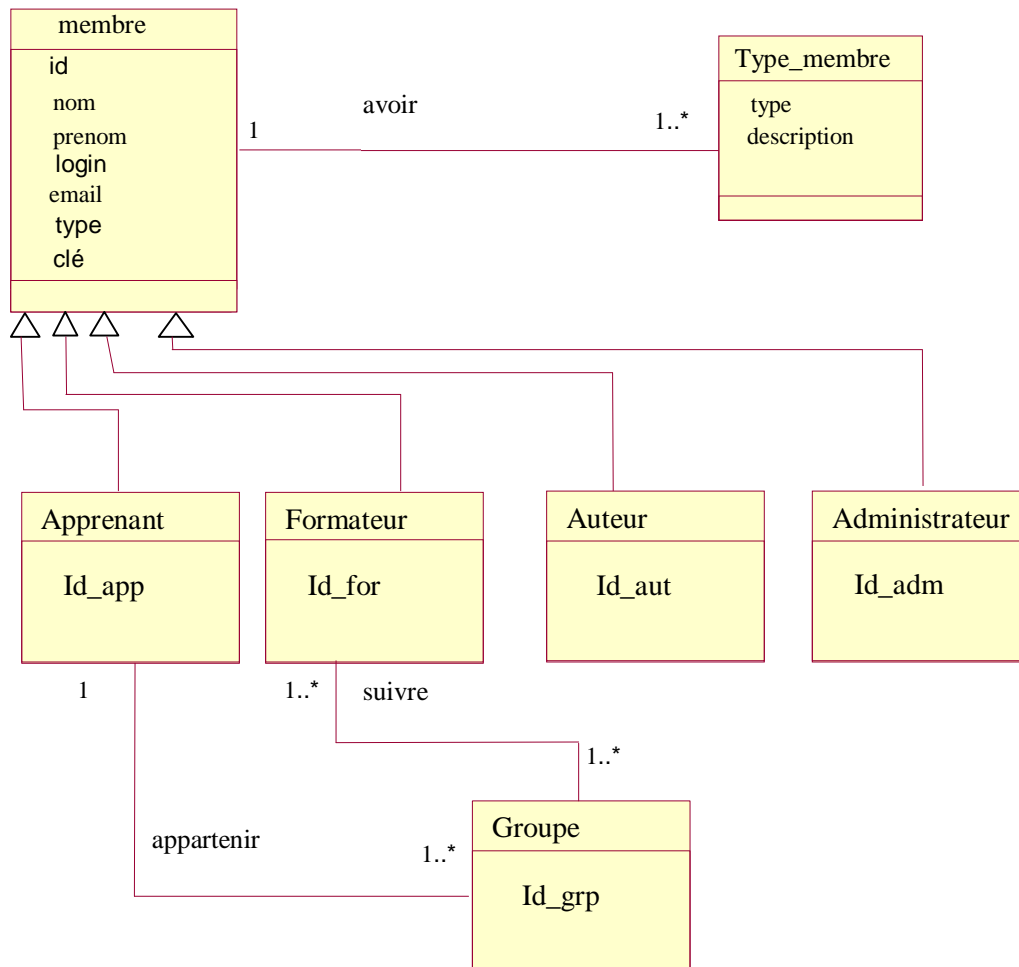


Figure V.5.1.2. Diagramme de classe du package « membres de la plateforme »

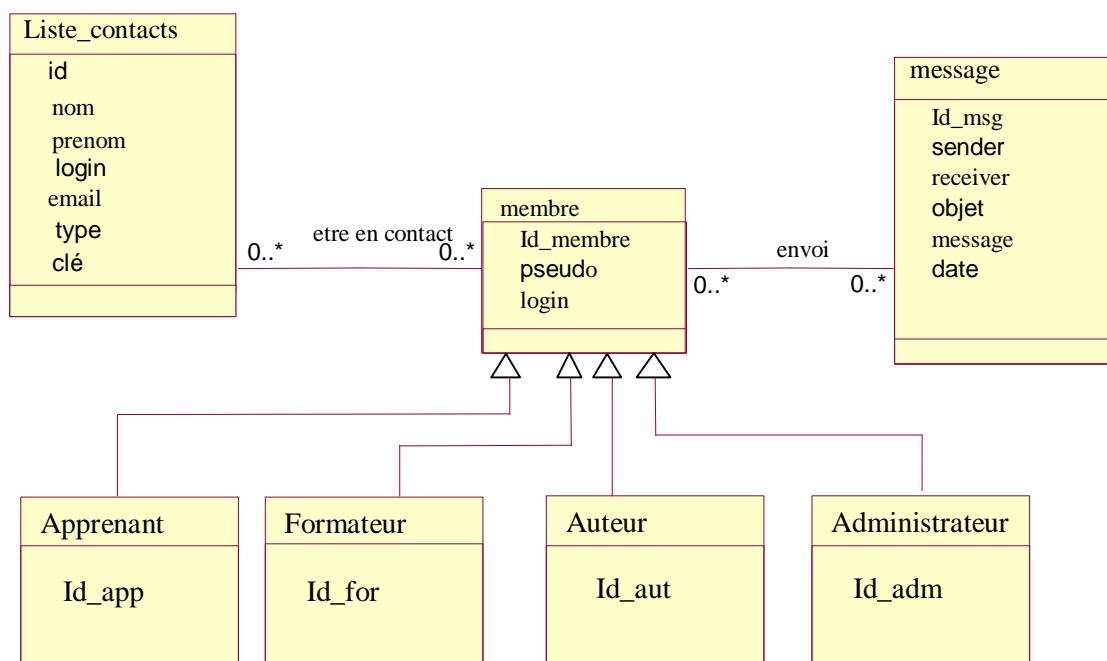


Figure V.5.1.3. Diagramme de classe du package « messagerie »

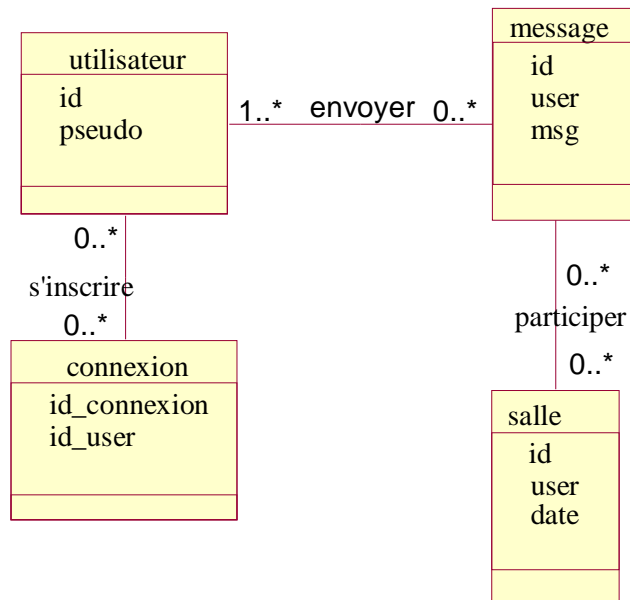


Figure V.5.1.3. Diagramme de classe du package « chat »

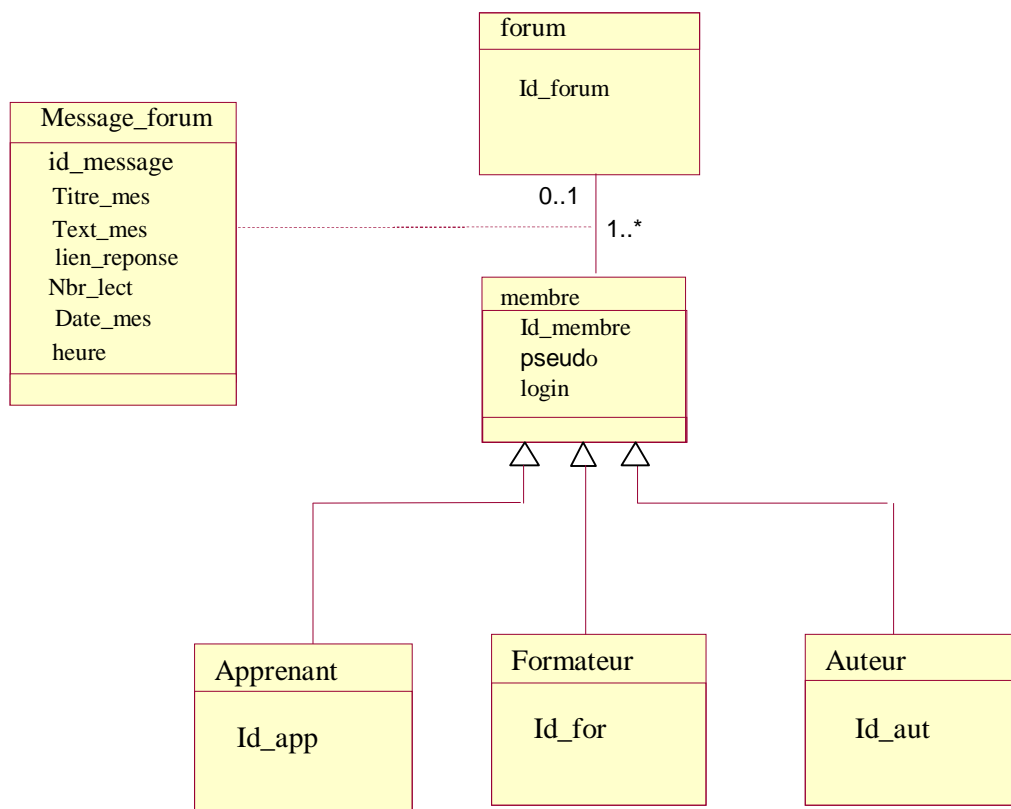


Figure V.5.1.3. Diagramme de classe du package « forum »

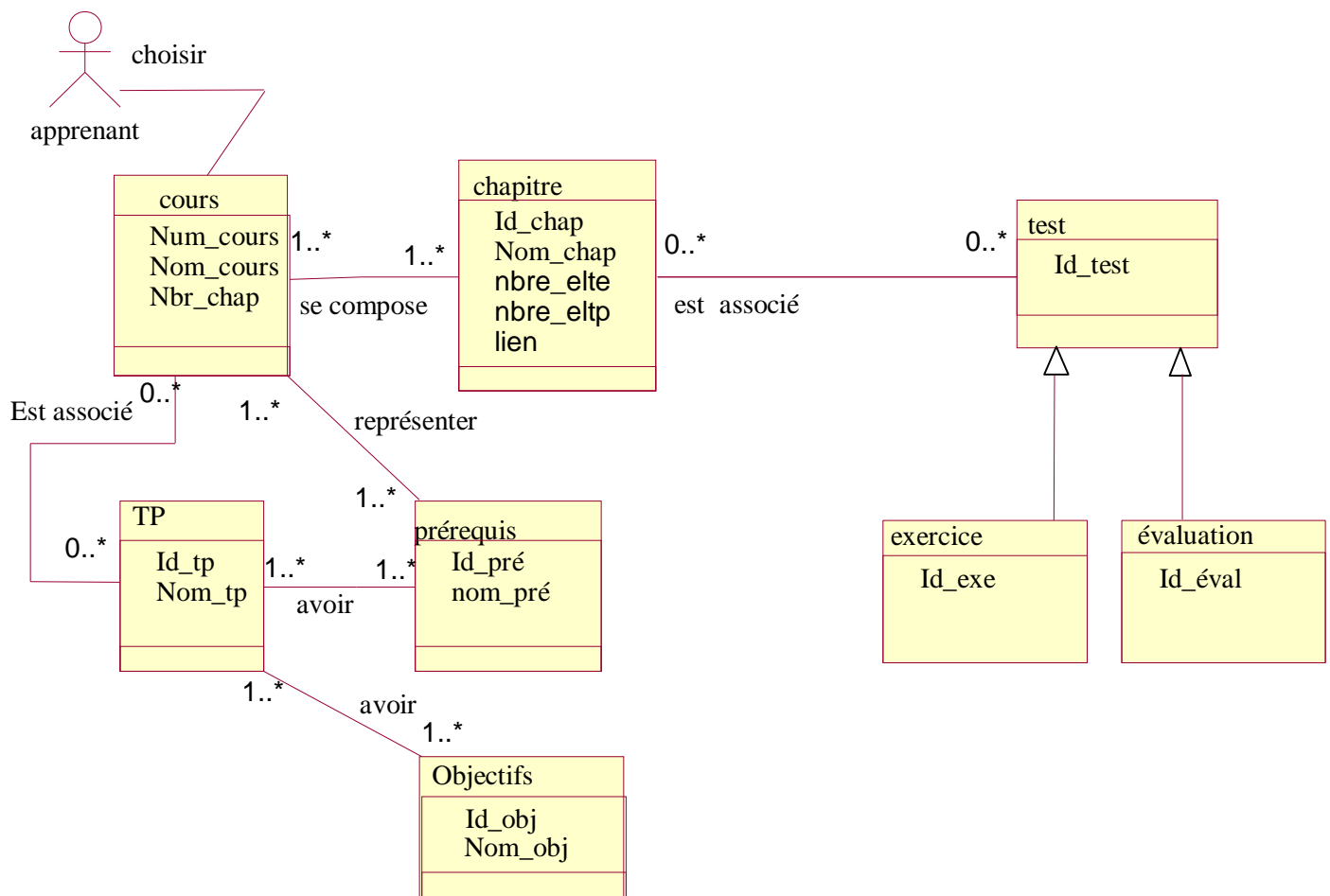


Figure V.5.1.3. Diagramme de classe du package « domaine d'enseignement »

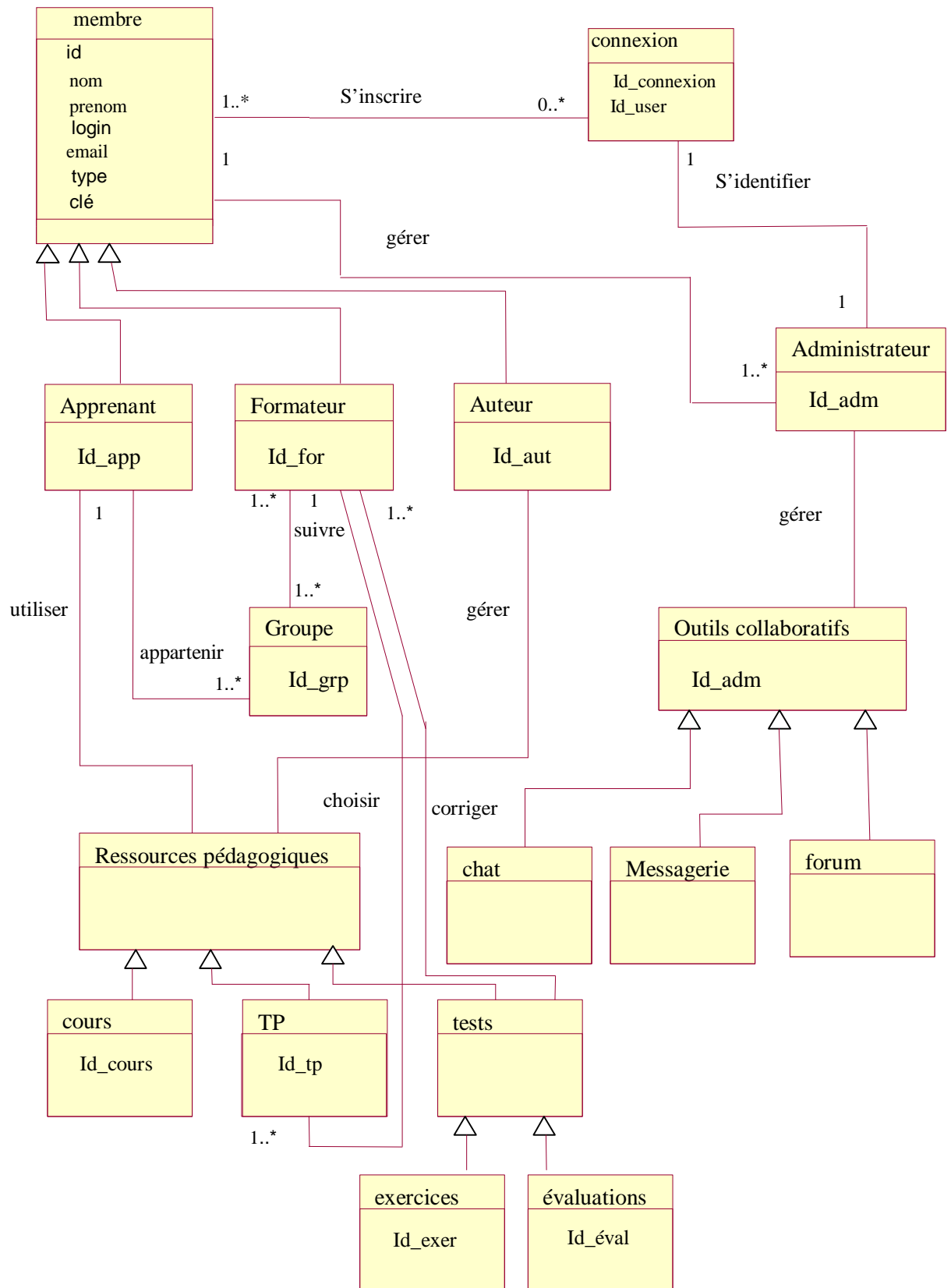


Figure V.5.1.4. Diagramme de classe général

VI. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit les différents modules de notre application dans un environnement de formation à distance reposant sur cinq types d'acteurs (Formateur, Apprenant, Auteur, autre utilisateur et Administrateur).

Le langage UML, nous a permis d'atteindre un niveau de détail suffisant pour l'implémentation de notre solution par les diagrammes suivants :

- Diagrammes de cas d'utilisation : le but était d'identifier les acteurs du domaine et les actions qu'ils souhaitent effectuer sur le système.
- Diagrammes de séquences : Illustration de la dynamique des cas d'utilisation identifiés.
- Diagramme de classes : représentation de l'état final du domaine modélisé.
- Diagramme d'objets : Illustration des objets et leurs relations.
- Diagramme de déploiement : représentation de l'espace de développement de notre système.

Dans le Chapitre suivant, nous allons présenter la réalisation de notre application.

I. Introduction

Dans ce chapitre nous décrivons l'environnement et les outils de développement de notre application Web ainsi que des exemples de l'interface développée pour, illustrer ses principales fonctionnalités.

II. L'environnement de développement

Dans cette section nous allons décrire l'environnement utilisé pour le développement de notre application.

II.1.Présentation du matériel utilisé

Pour la réalisation de notre application, nous avons utilisé un micro-ordinateur ACER 5620Z ayant les caractéristiques suivantes :

- Processeur Intel® dual-Core CPU T2370 1,73 GHz.
- RAM : 1GO.
- Disque dur : 150 GO.

II.2.Présentation du système d'exploitation utilisé

Le développement a été réalisé sous Windows XP.

Windows XP est le système d'exploitation développée par la société américaine Microsoft. Nous avons opté pour ce système d'exploitation à cause de sa fiabilité et de sa sécurité et aussi de son adaptabilité avec les différents logiciels que nous avons utilisé durant le développement, essentiellement le serveur apache et MySQL.

II.3 Langages de programmation :

Nous avons utilisé les langages suivants :

- Le langage HTML pour la partie statique du site.
- Le langage de requête MySQL pour l'interrogation de la base de données.
- Le langage de script PHP pour la partie dynamique.
- Le langage de script côté client java script.
- Le langage java pour la programmation des TPs.

Ø Le langage HTML :

Le **HTML** (HyperText Mark-Up Language) est un langage dit de « marquage » ou de « balisage » dont le rôle est de formaliser l'écriture d'un document avec des balises de formatage. Les balises permettent d'indiquer la façon dont doit être présenté le document et les liens qu'il établit avec d'autres documents.

Le langage HTML permet notamment la lecture de documents sur Internet à partir de machines différentes, grâce au protocole HTTP, permettant d'accéder via le réseau à des documents repérés par une adresse unique, appelée URL.

Ø Langage PHP :

Le PHP est un langage de script côté serveur, incorporé au document HTML normal, mais exécuté par le serveur Web et non par le client. Conçu pour réaliser des pages dynamiques, le résultat du script est normalement un document HTML standard, sans trace du script exécuté préalablement et garantissant ainsi une compatibilité avec tous les navigateurs disponibles. Il est donc possible à l'aide de PHP de réaliser dynamiquement le contenu des documents avec des informations externes provenant de bases de données, fichiers,...

Ses principaux avantages sont :

- Php est facile à utiliser, il permet de créer avec un minimum d'efforts des pages Web dynamiques destinées aux applications Internet multimédias et de e-Commerce ;
- Php est multi plate-forme, il existe pour les différentes versions de Windows, Unix et Linux ainsi que pour de nombreux serveurs Web dont Apache et IIS ;
- Php est libre donc « Open Source », on peut ajouter de nouvelles fonctionnalités sans attendre une nouvelle version ;

Ø Fonctionnement de PHP : [Stoll, 00]

Le serveur Web reconnaît à l'extension des fichiers, différente de celle des pages HTML simples, si le document appelé par le client comporte du code PHP.

1. Le serveur Web lance l'interpréteur PHP ;
2. L'interpréteur PHP traduit le document demandé et exécute le code source de la page ;
3. les commandes figurant dans la page interprétées et le résultat prend la forme d'une page HTML publiée à la place du code source dans le même document ;
4. la page modifiée est envoyée au client pour y être affichée par le navigateur ;

De cette façon, la page Web est créée dynamiquement, c'est-à-dire au moment même où le client est en fonction de dialogue avec l'utilisateur.

Ø Le langage java script :

JavaScript est un langage de script fondé sur l'objet, permettant l'écriture de scripts qui sont ensuite intégrés aux balises HTML. Cela signifie, que dans un document HTML, la syntaxe JavaScript va se trouver mêlée à la syntaxe HTML. Naturellement, il existe un mécanisme pour inclure des fichiers contenant de la syntaxe JavaScript dans un document HTML. C'est un langage fondé sur l'objet et non orienté objet, dans la mesure où il dispose d'objets natifs extensibles, et non de concepts tels que les classes et l'héritage. En principe Java Script permet de réaliser des scripts destinés au côté client.

Ø Le langage java :

Le langage java est un langage de programmation orienté objet créé par James Gosling et Patrick Naughton employés de Sun Microsystems avec le soutien de Bill Joy (cofondateur de Sun Microsystems en 1982), présenté officiellement le 23 mai 1995 au SunWorld.

Le langage java a le principal avantage d'être entièrement portable (donc multiplateforme) et une des raisons de son succès est sa possibilité d'insertion au sein d'un document HTML sous forme d'applet.

Java reprend en grande partie la syntaxe du langage C++, très utilisé par les informaticiens. Néanmoins, java a été épuré des concepts les plus subtils du C++ et a la fois les plus déroutants, tels que l'héritage multiple remplacé par l'implémentation des interfaces.

Une application développée en java fonctionne (sans aucune modification) dans n'importe quel environnement disposant d'une machine virtuelle java.

Java est un langage compilé, c'est-à-dire qu'avant d'être exécuté, il doit être traduit dans le langage de la machine sur laquelle il doit fonctionner. Cependant, contrairement à de nombreux compilateurs, java traduit le code source dans le langage d'une machine virtuelle.

Le code produit, appelé bytecode, ne peut pas être exécuté directement par le processeur de la machine. Le bytecode est ensuite confié à l'interpréteur, qui le lit et l'exécute.

III. Les outils de développement

III.1. Le serveur Web Apache_1.3.24

Le serveur Web Apache est développé par un groupe de personnes autonome. L'objectif était de développer un serveur http (Web) puissant et utilisable gratuitement. Ce groupe (qui est connu sous le nom de « groupe Apache ») utilise l'Internet et le Web pour communiquer entre eux et pour développer le serveur avec la documentation qui s'y réfère.

Le choix du serveur apache est basé essentiellement sur :

- Sa disponibilité sur pratiquement toutes les plates formes (Unix, linux, OS/2, Windows NT et windows95/98) ;
- Un niveau élevé de performances pour des exigences matérielles modestes ;
- Sa conception modulaire (qualité principale par rapport aux autres serveurs Web). Outre les différents modules intégrant la diffusion apache actuellement disponible, de nombreux autres modules sont disponibles pour les applications les plus diverses.
- Gratuit (licence GNU)
- Sa robustesse

III.2. Serveur de base de données :

- Un serveur MySQL version 3.23.39.
- Une interface graphique PhpMyAdmin 2.2.6.

Ø Serveur MySQL : [Stoll, 00]

MySQL est un véritable serveur de bases de données SQL multi- utilisateurs et multitraitement. Cela permet d'établir des connexions rapides et d'utiliser la même mémoire cache pour plusieurs requêtes.

MySQL est une configuration client/serveur qui consiste en un serveur démon mysqld, différents programmes clients et des bibliothèques.

Les principaux objectifs de MySQL sont : la rapidité, la robustesse, et la facilité d'utilisation

Ø Administration du serveur de base de données MySQL à partir du navigateur Web :

PhpMyAdmin, consiste en un ensemble de scripts PHP, permettant d'administrer des bases de données MySQL via un navigateur Web

Les fonctions de PhpMyAdmin sont : [stoll, 00]

- La création et suppression de bases de données ;
- La création, copie, modification et suppression de tables ;
- L'edition, ajout et suppression de champs ;
- L'exécution de commandes SQL et de requêtes batch ;
- La création d'index ;
- Le chargement de fichiers textes dans des tables.

III.3. Le diagramme de déploiement

Le diagramme de déploiement permet de représenter l'espace (environnement) de développement de notre application.

Notre solution est de type Web client léger, son implémentation se base sur une architecture client serveur à trois tiers.

- Le premier niveau de cette architecture qui est le niveau présentation est constitué du navigateur Web compatible HTML 4.0, ainsi que du serveur Web que nous avons choisi, il s'agit du serveur Apache.
- Le deuxième est le niveau applicatif (logique applicative) qui est pris en charge par le serveur Apache, et qui se compose de scripts écrits en PHP.
- Le troisième niveau, qui fournit au niveau intermédiaire les données dont il a besoin, est pris en charge dans notre cas par le SGBD MYSQL.

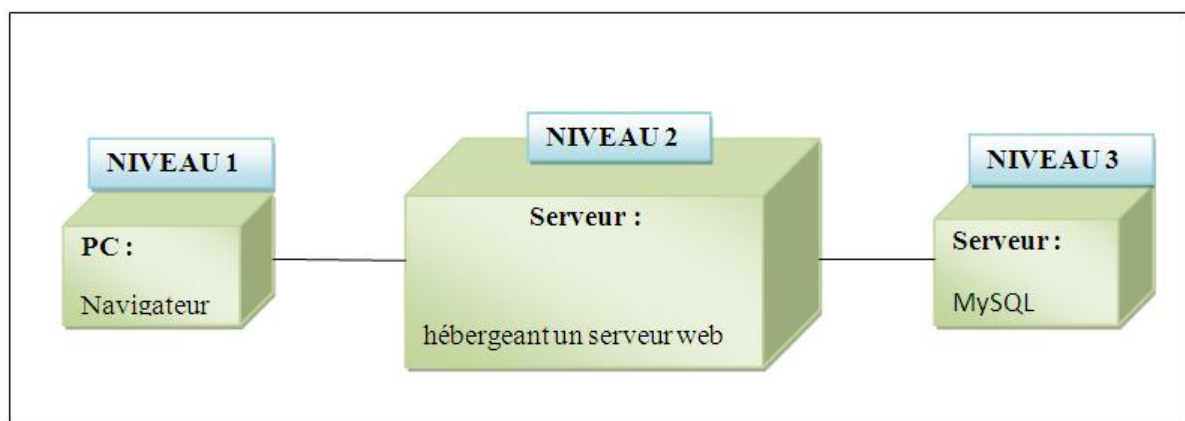


Figure III.3. Diagramme de déploiement

IV. Les logiciels utilisés :

IV.1. EasyPHP_1.6

EasyPHP fut le premier package WAMP (Windows Apache MySQL Php) à voir le jour en 1999. Il s'agit d'une plateforme de développement web, permettant de faire fusionner localement (sans se connecter a un serveur externe) des scripts PHP.

EasyPHP est un environnement comprenant deux serveurs (un serveur web apache et un serveur de bases de données MySQL), un interpréteur de scripts (PHP), ainsi qu'une administration SQL phpmyadmin. Il dispose d'une interface d'administration permettant de gérer les aléas (dossiers virtuels disponibles sous apache) et le démarrage/arrêt des serveurs.

Il permet donc d'installer en une seule fois tout le nécessaire au développement local de PHP. Par défaut, le serveur apache crée un nom de domaine virtuel (en local) 127.0.0.1 ou localhost. Ainsi, quand on choisit « web local » dans le menu d'EasyPHP, le navigateur s'ouvre sur cette URL et affiche la page index.php de ce site qui correspond en fait au contenu du dossier www d'EasyPHP.

L'interface du logiciel EasyPHP est illustrée dans la figure suivante :

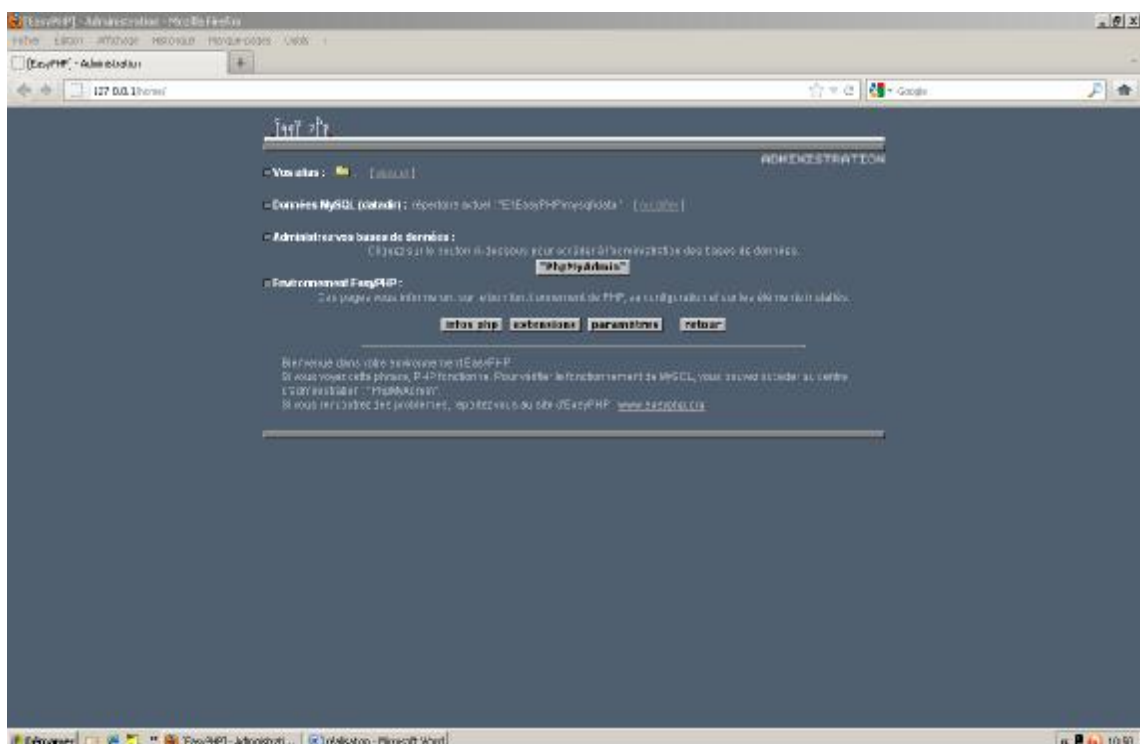


Figure IV.1. Interface d'EasyPHP

IV.2. Macromedia Dreamweaver

Macromedia Dreamweaver 8 est un éditeur HTML professionnel destiné à la conception, au codage et au développement de sites, de pages et d'applications web. Ces innovations le propulsèrent rapidement comme l'un des principaux éditeurs de site web, aussi bien utilisable par le néophyte que par le professionnel.

Dreamweaver offre deux modes de conception par son menu affichage. L'utilisateur peut choisir entre un mode de création permettant d'effectuer la mise en page directement à l'aide d'outils simples, comparables à un logiciel de traitement de texte (insertion de tableaux, d'images, etc....). Il est également possible d'afficher et de modifier le code HTML ou autre qui compose la page. On peut passer très facilement d'un mode d'affichage à l'autre, ou opter pour un affichage mixte.



Figure IV.2. Interface Dreamweaver

IV.3. L'environnement eclipse3.5.2

Eclipse est un environnement de développement pour java, placé open source par Sun Microsystems.

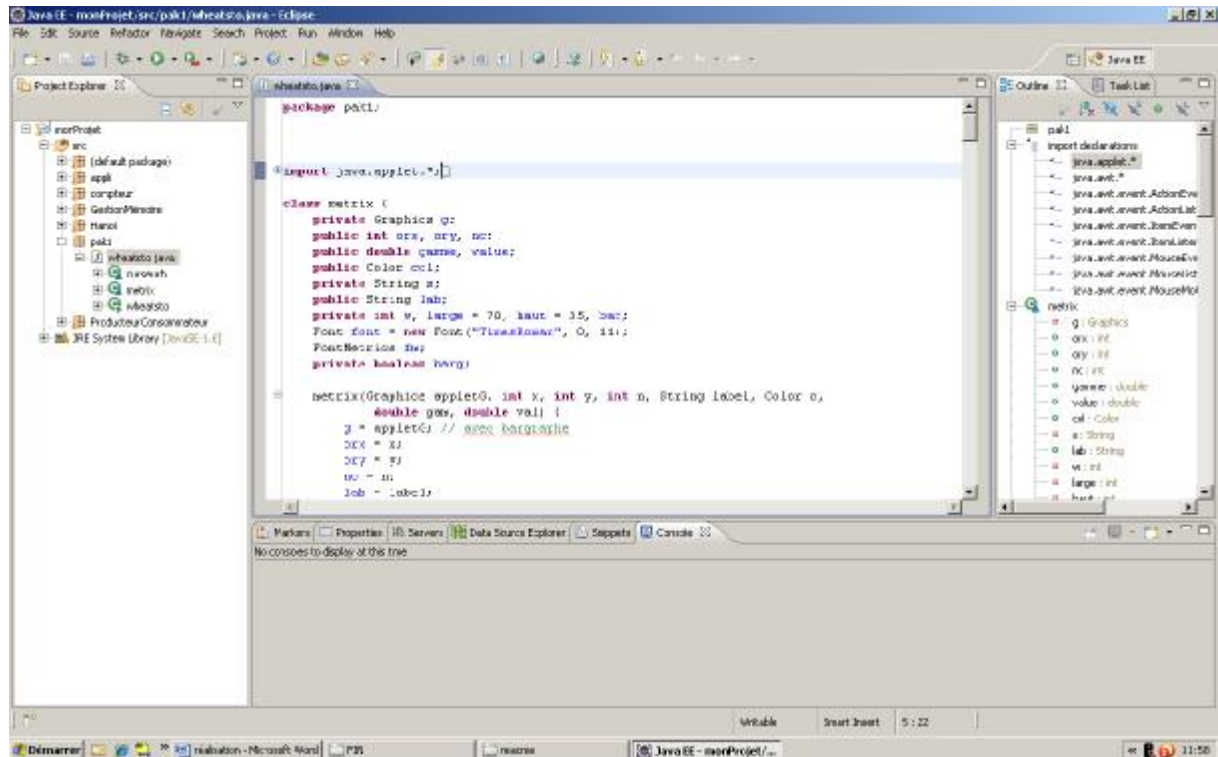


Figure IV.3. Interface Eclipse

V. Présentation des interfaces du Site

Pour réaliser une application Web il faut tenir compte de la qualité de l'interface homme/machine et permettre une meilleure adéquation de notre application aux besoins des différents utilisateurs (administrateur, apprenant, formateur, auteur).

Dans ce qui suit nous proposons quelques interfaces de notre application :

V.1. La page d'accueil :

C'est la première page qui apparaît dans le navigateur lors de la connexion au site, elle permet aux différents acteurs de la plate-forme d'accéder à leurs différents espaces.

A partir de cette page, ils peuvent atteindre toutes les fonctionnalités du site facilement.



Figure V.1. Page d'accueil du site

- **Accueil** : ce lien nous laisse sur cette page d'accueil principale.
- **S'inscrire** : ce lien permet aux visiteurs du site de s'inscrire pour devenir membres du site.
- **S'identifier** : ce lien permet d'introduire le login et le mot de passe pour accéder à son espace privé.
- **Messagerie** : ce lien permet l'accès au centre de messagerie.
- **Chat** : ce lien permet l'accès au chat.
- **Livre d'or** : ce lien permet aux visiteurs de laisser une trace de leur passage.
- **Aide** : ce lien permet aux visiteurs de ce site d'avoir les informations sur le contenu de cette plate-forme.

V.2. Espace apprenant :

Cet espace permet à l'apprenant de profiter de tous les outils d'instruction et de communication qu'offre la plateforme

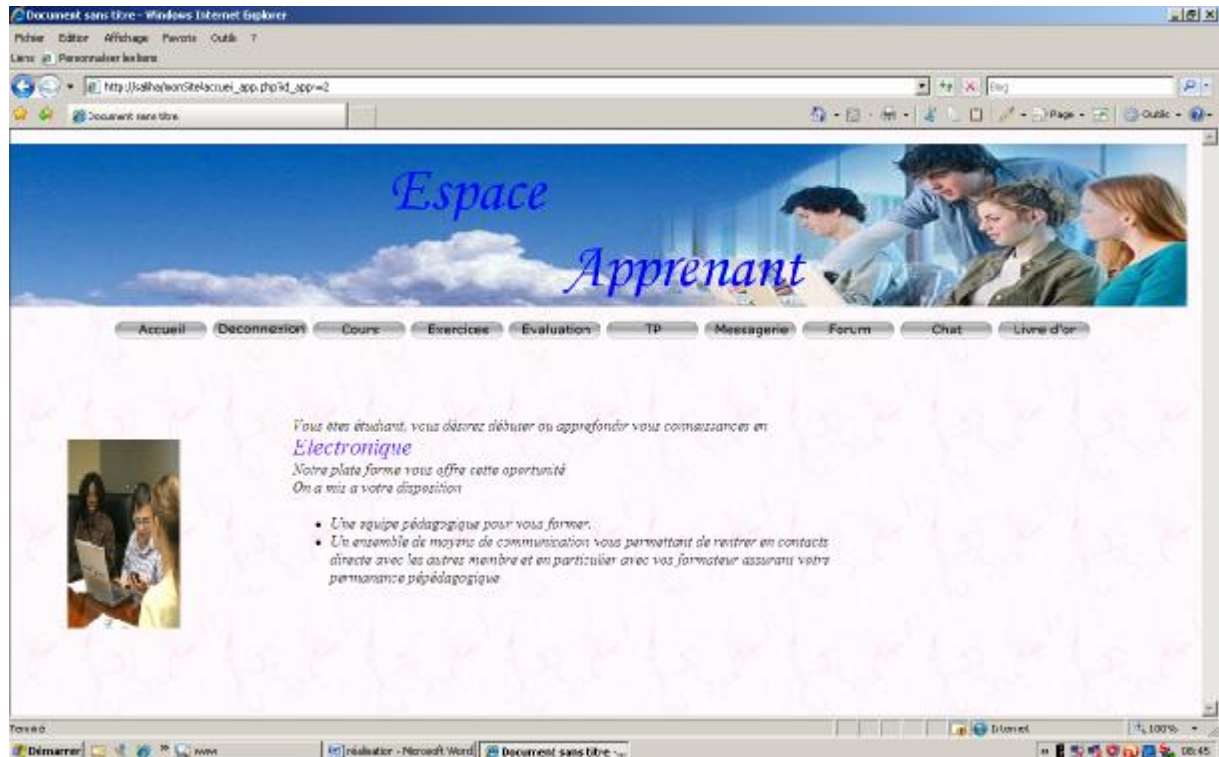


Figure V.2.1. Page d'accueil de l'apprenant.

En cliquant sur le lien TP, l'apprenant peut accéder à la liste des Tps disponibles sur le site :

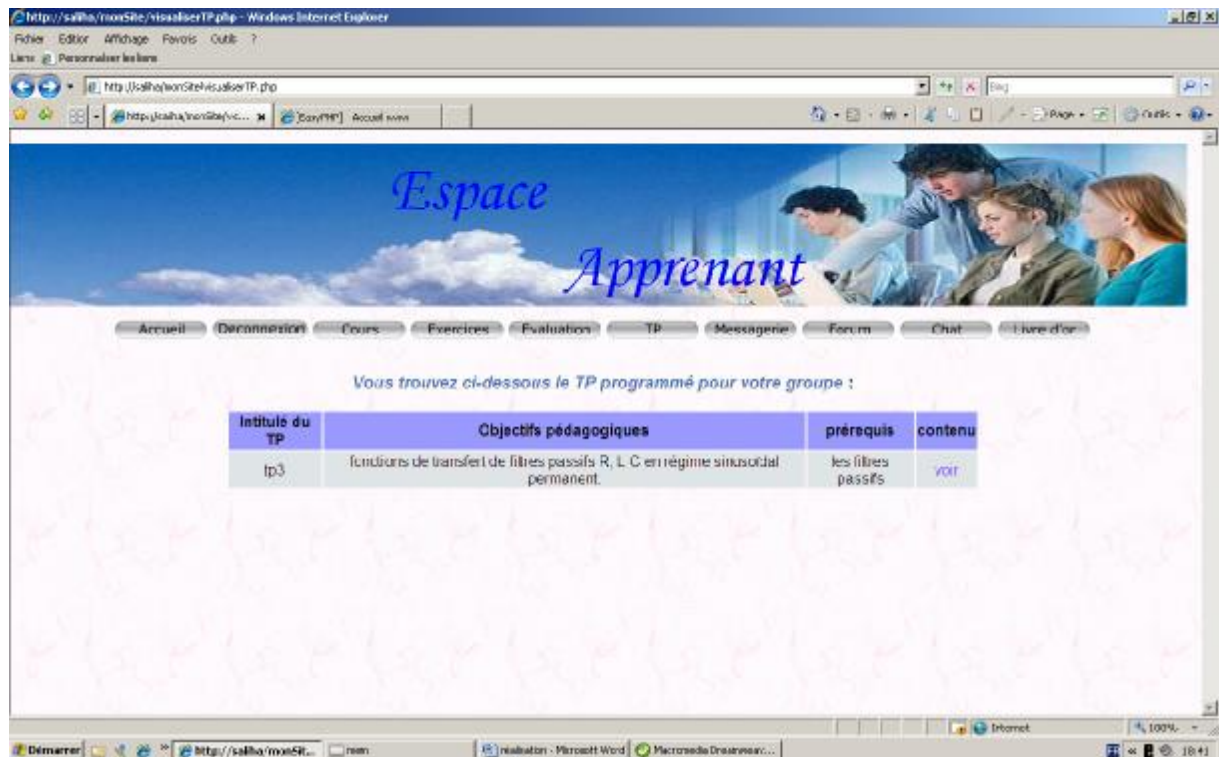


Figure V.2.2. Le Tp choisi pour le groupe

En cliquant sur voir, l'apprenant pourra voir les étapes à suivre pour effectuer le TP:

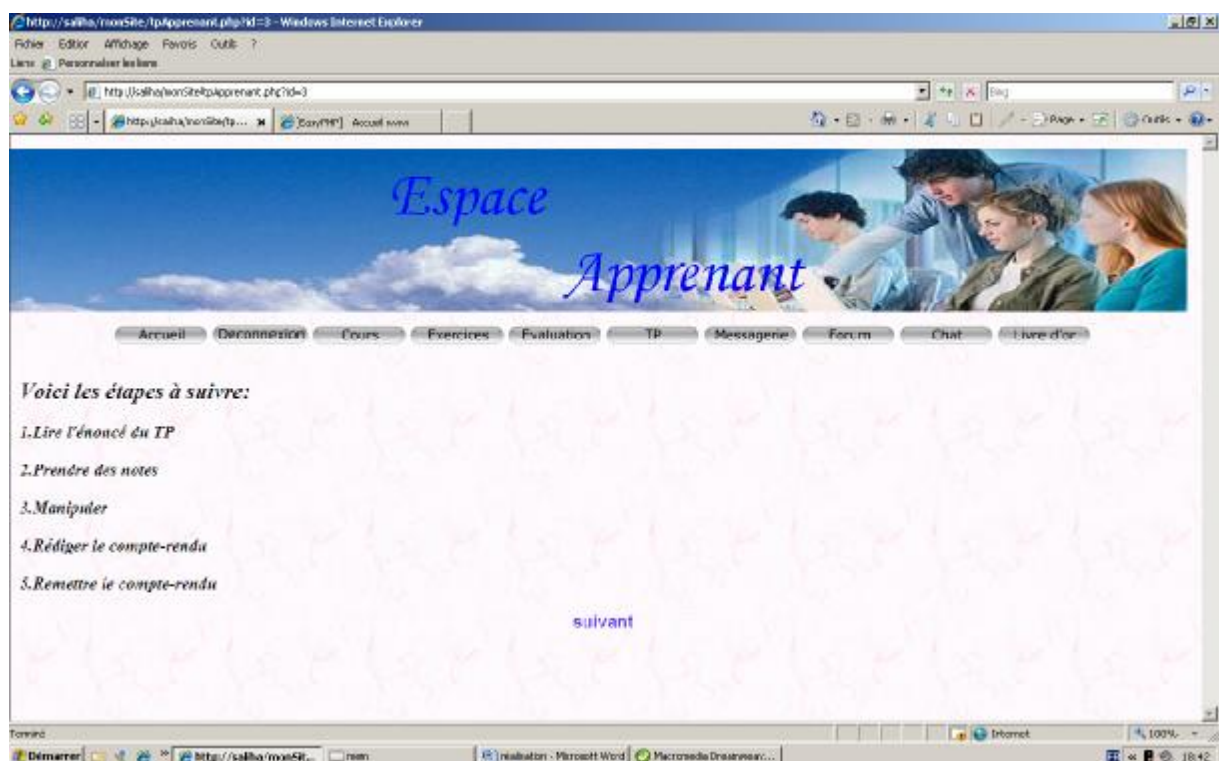


Figure V.2.3. Les étapes à suivre



Figure V.2.4. Enoncé du TP

Pour accéder à l'étape suivante, on clique sur le lien suivant. La page de prise de note s'affiche :

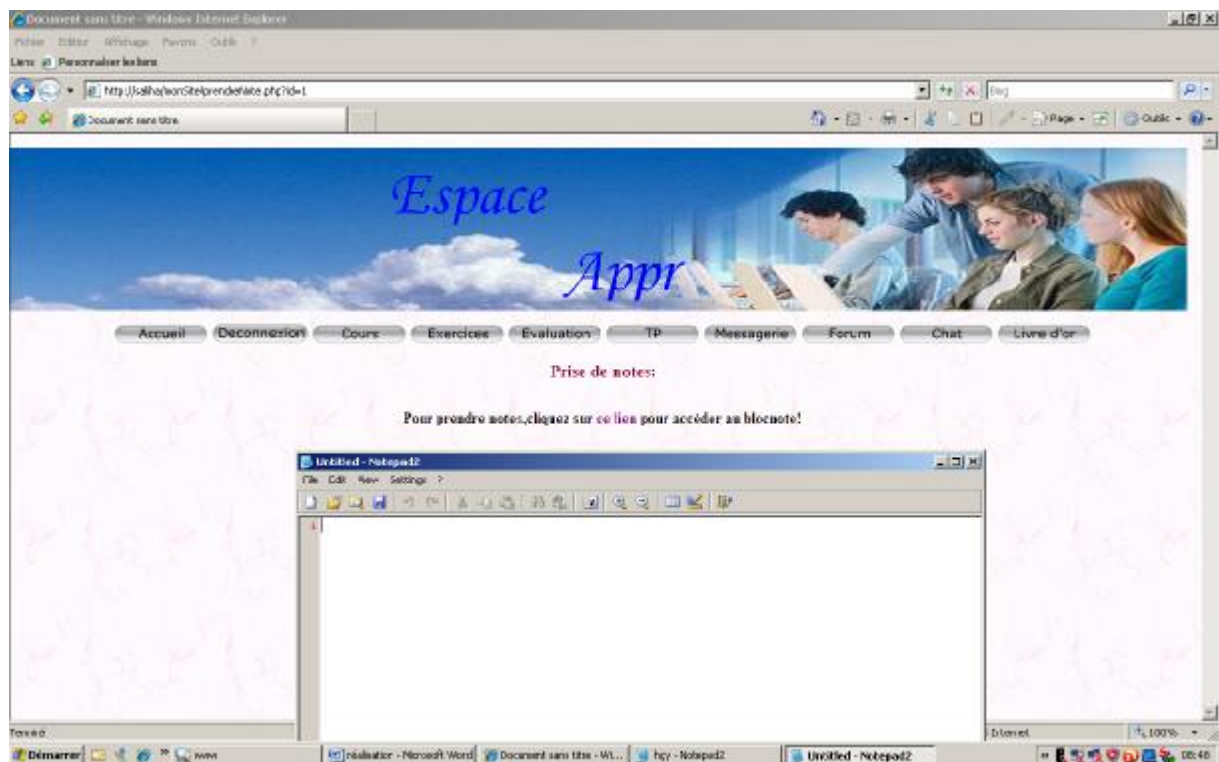


Figure V.2.5. La prise de note.

Dans l'étape suivante, on accède à l'interface du TP (le laboratoire virtuel):

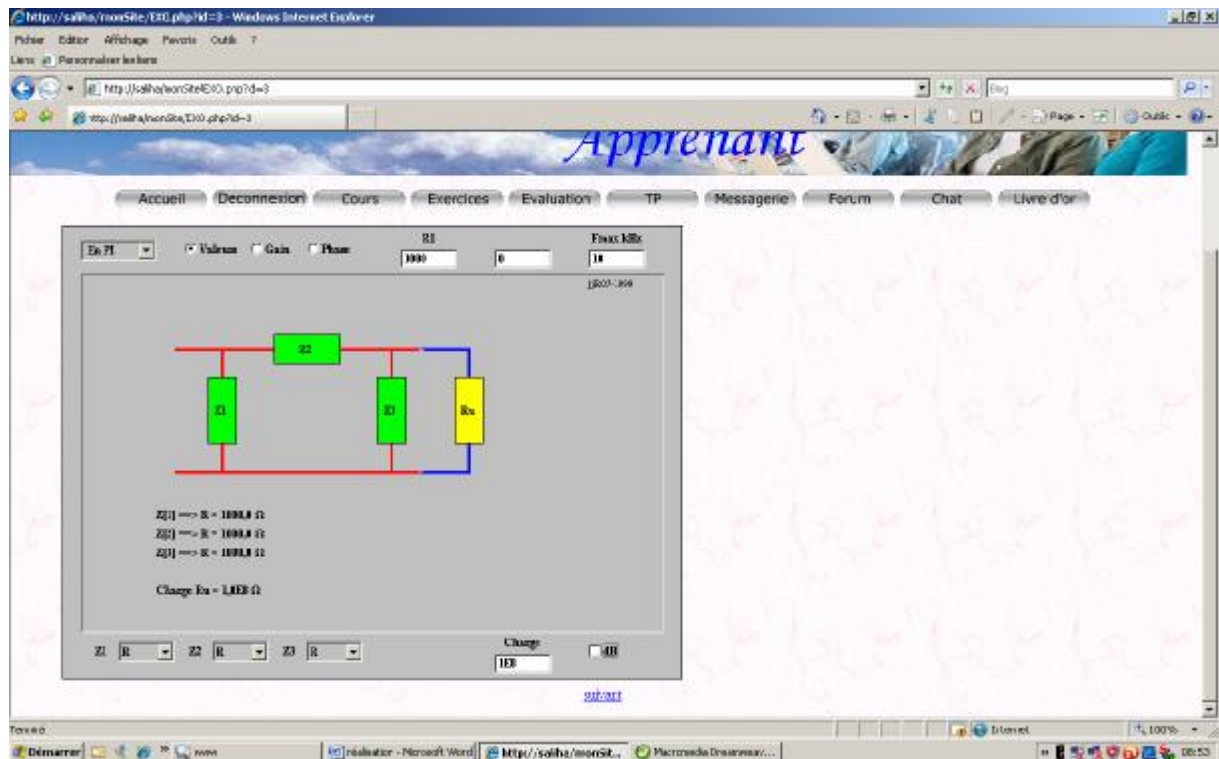


Figure V.2.6. Interface du TP

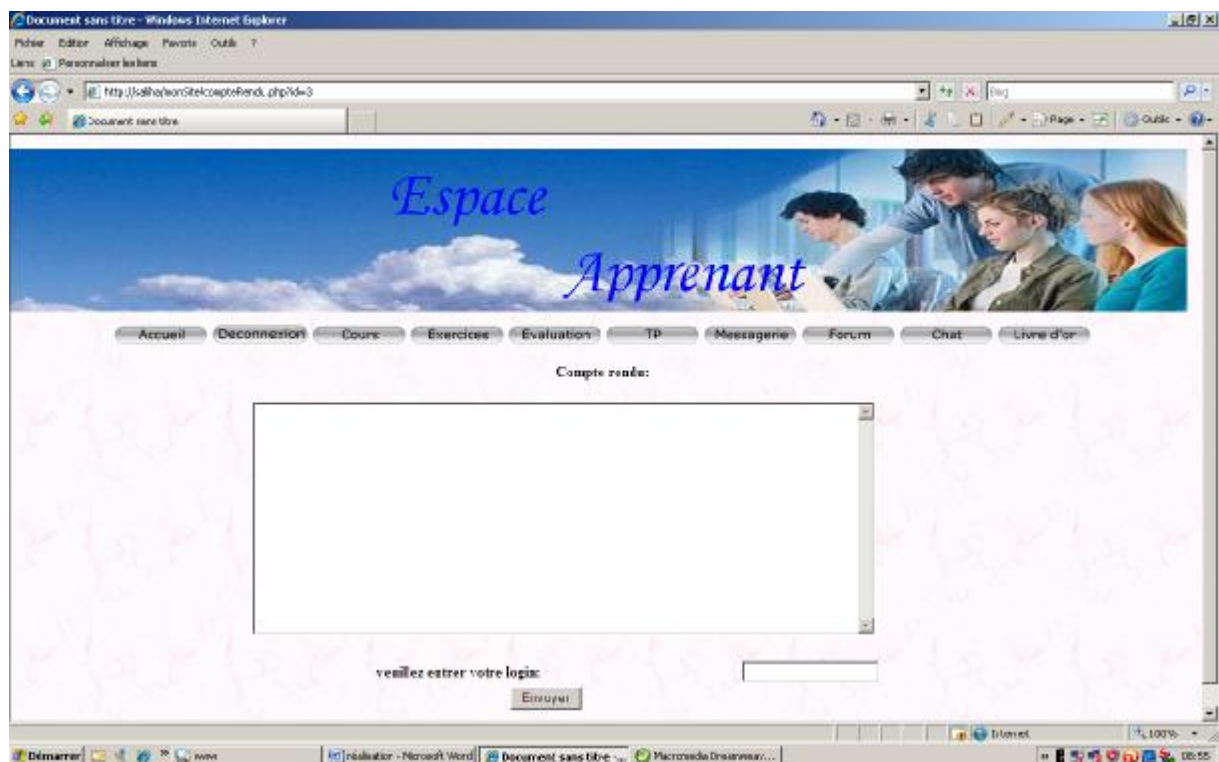


Figure V.2.7. Rédaction du compte rendu.

Cette étape permet aux apprenants de rédiger le compte rendu et de l'envoyer.

Le lien messagerie permet à l'apprenant d'accéder au centre de messagerie :

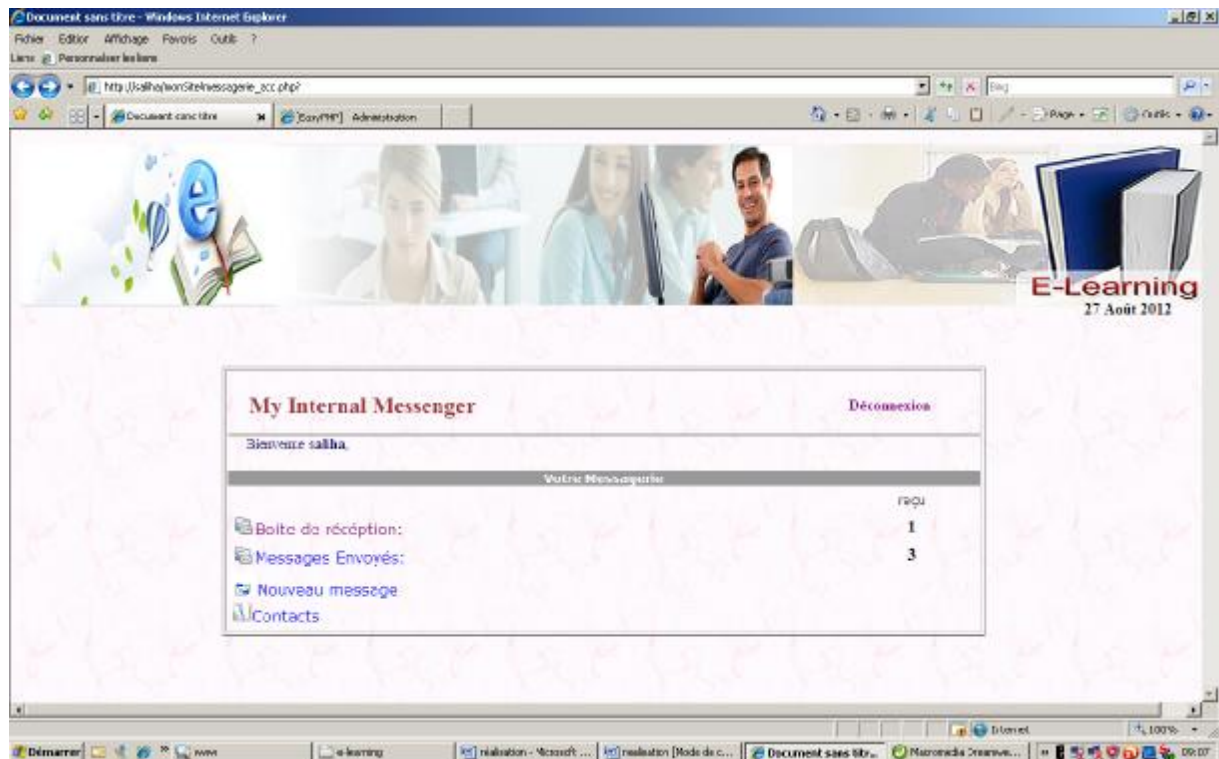


Figure V.2.8. Centre de messagerie.

V.3. Espace auteur :

Cette espace permet à l'auteur de gérer les Tps(ajout,suppression,consultation).

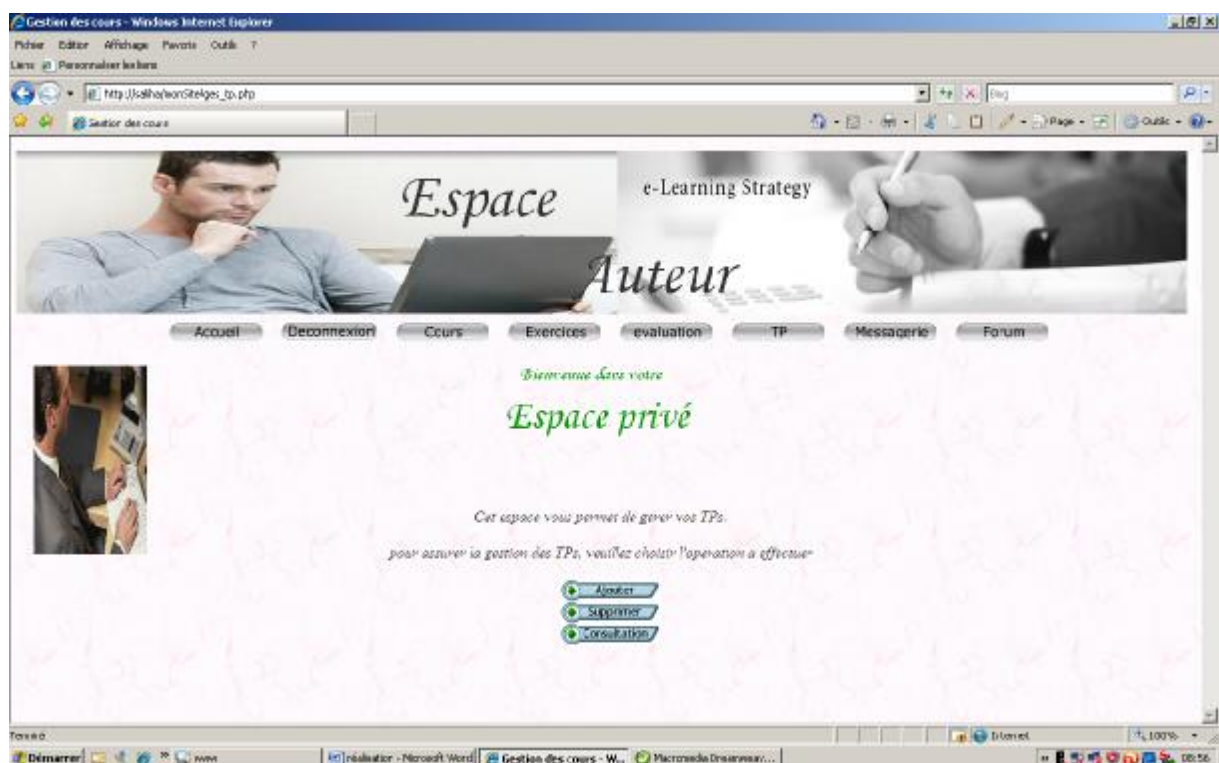


Figure V.3.1. Gestion des Tps.

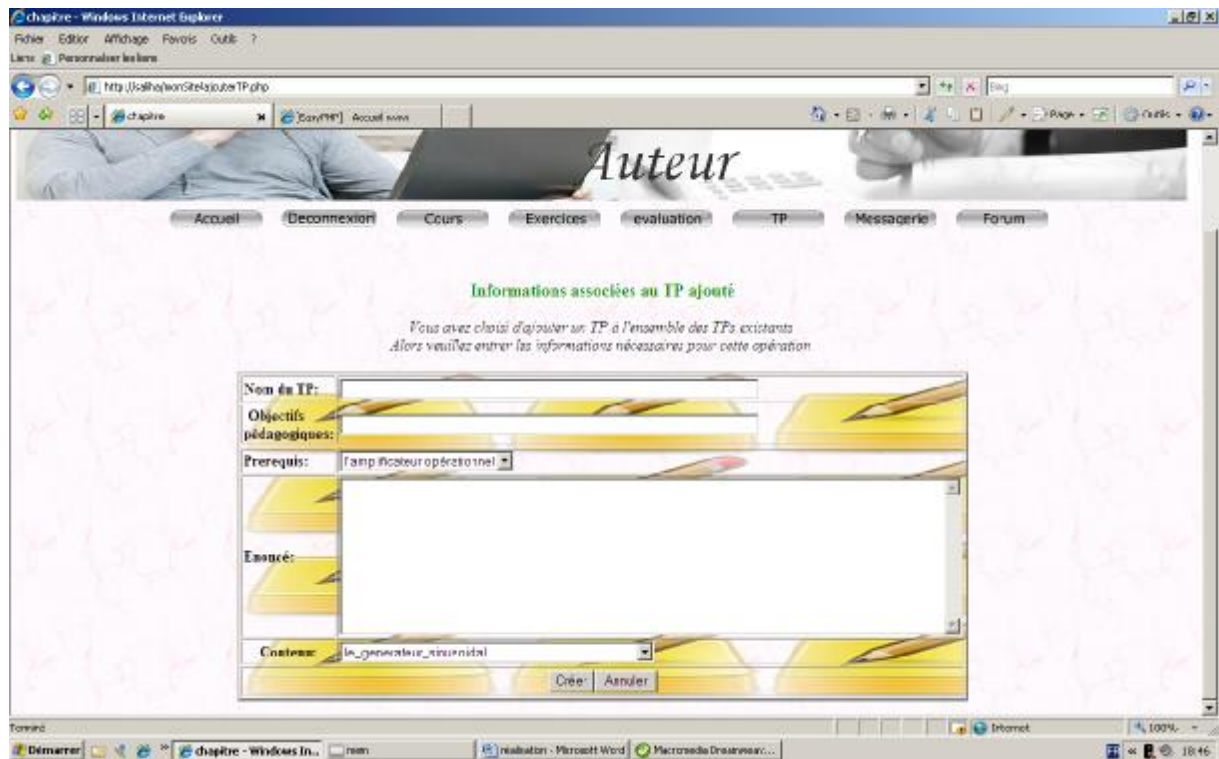


Figure V.3.2. Ajout d'un TP

V.4. Espace administrateur :

Cet espace permet à l'administrateur de gérer la plateforme :

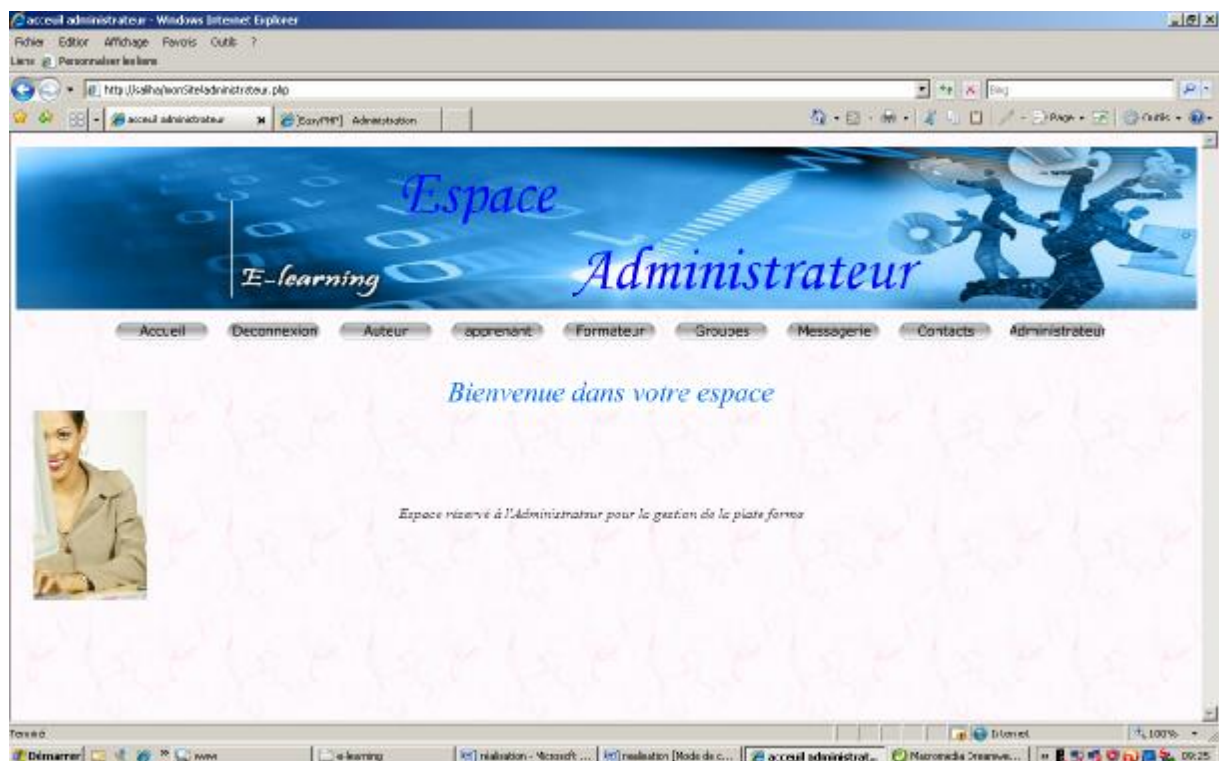


Figure V.4. Espace administrateur.

V.5. Espace formateur :

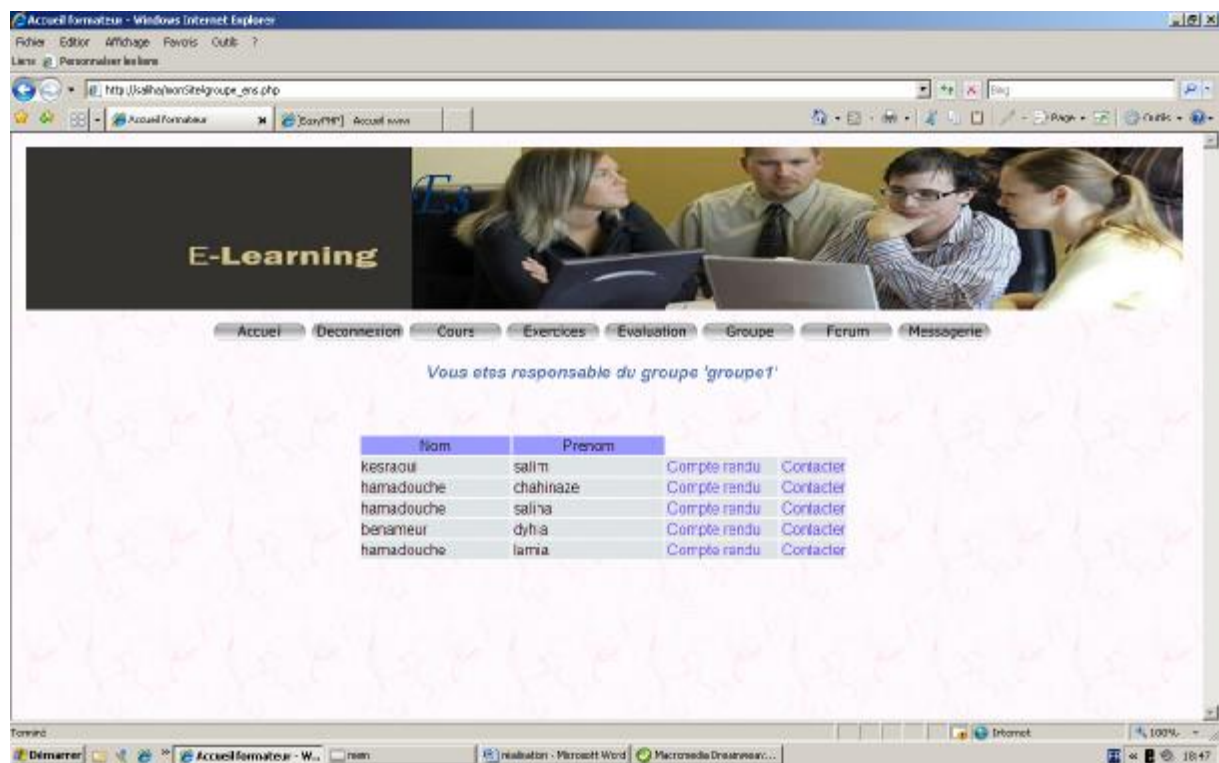


Figure V.5. Gestion des groupes d'apprenants

VI. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'environnement d'implémentation et de développement de notre application, en se focalisant sur les techniques de programmation utilisées.

La description de notre application s'est faite en présentant les interfaces essentielles de notre site, celui-ci est le produit final auquel nous avons abouti après l'étude bibliographique et l'étude conceptuelle du système vues dans les parties précédentes de ce rapport, en mettant en œuvre un maximum de notions théoriques abordées dans celui-ci, notamment concernant l'utilisation des dernières innovations dans les téléTPs (laboratoires virtuels).

Conclusion :

L'implantation des travaux pratiques dans les environnements d'enseignement à distance implique une difficulté supplémentaire par rapport aux autres modes d'enseignement (télé-TD, télé-cours) en pleine croissance. Même en présentiel, la commande d'un système dans un cadre pédagogique n'est pas anodine : réalisme, performance et sécurité sont à équilibrer stratégiquement. Si la mise à distance ne peut pas détruire a priori la qualité de la manipulation, une étude exhaustive des situations et interactions en présentiel et à distance permet d'organiser efficacement ce passage et de transformer les faiblesses liées à la distance en atouts pour les acteurs du système.

Nous avons présenté à travers ce travail une étude relative à la conception et la réalisation d'une plate-forme pour l'enseignement et la formation à distance accessible via le net.

Cette plate-forme permet essentiellement de :

- proposer des Tps virtuels aux apprenants inscrits : ces Tps seront assurés par les formateurs.
- Offrir les outils collaboratifs (le chat, la messagerie, les forums) pour assurer les échanges entre les apprenants de cette plate-forme et leurs formateurs.
- Administrer et gérer les membres de cette plate-forme, les apprenants organisés dans des groupes et les formateurs qui suivent ces groupes d'apprenants

Apports et contributions

La réalisation de ce travail nous a permis :

- Ø D'approfondir nos connaissances théoriques et pratiques en rapport avec les réseaux, l'Internet, le web et les bases de données ...
- Ø D'acquérir de nouvelles connaissances sur les langages java, HTML, JavaScript, le PHP, le langage de modélisation UML, et aussi d'utiliser plusieurs logiciels tels que easy PHP, Macromedia Dreamweaver et le système de gestion de bases de données MySQL.
- Ø D'avoir les éléments de base d'une nouvelle discipline qui ne cesse de se développer aussi bien dans le secteur public que dans le secteur privé : l'e_learning ou enseignement (ou formation) à distance.

Perspectives

L'application que nous avons développée couvre toutes les activités pédagogiques possibles qu'un enseignement traditionnel peut offrir. Elle permet aux apprenants de franchir la contrainte de temps qui était un obstacle majeur pour eux.

Par conséquent, le travail que nous avons réalisé pourra être un outil facilitant le développement d'applications dédiées à l'enseignement à distance ou une base pour des améliorations en intégrant de nouveaux modules.

Ainsi, nous envisageons de poursuivre le développement des outils auteur afin de le perfectionner et faciliter leur utilisation par des enseignants non informaticiens.

Nous pensons également ajouter certains outils à l'environnement apprenant. Ainsi, il serait utile de fournir aux apprenants des outils leur proposant une vue sur leurs propres activités en leur offrant une téléassistance par leurs formateurs.

En guise de conclusion

Nous souhaitons que ce travail puisse apporter sa modeste contribution aux problèmes de la formation à distance et espérons avoir provoqué l'envie d'utiliser un modèle similaire et ainsi d'améliorer encore ces performances.

I. Introduction :

La notation UML est une fusion des notations de Booch, OMT et OOSE et d'autres notations. Les concepteurs de cette notation ont recherché avant tout la simplicité. Les symboles embrouillés, redondants ou superflus ont été éliminés en faveur d'un meilleur rendu visuel.

UML n'est pas une notation fermée : elle est générée, extensible et configurable par l'utilisateur UML, aussi elle ne cherche pas la spécification à outrance, il n'y a pas une représentation graphique pour tous les concepts imaginables ; en cas de besoins particuliers, des précisions peuvent être apportées au moyen de mécanisme d'extension et de commentaire textuel.

Dans cette annexe nous présentons la notation UML, ainsi que sa schématisation dans l'AGL . (Pour plus de détails sur UML, consulter les livres traitant ce langage dont une liste figure en bibliographie).

II. Les briques de base d'UML :

La terminologie d'UML inclut trois sortes de briques :

- Des éléments.
- Des relations.
- Des diagrammes.

III. Éléments d'UML

1. Les éléments structurels :

Les éléments structurels sont représentés par des noms dans les modèles UML. Ce sont les parties les plus statiques d'un modèle : ils représentent des éléments conceptuels ou physiques.

1.1. La classe :

Elle représente un ensemble d'éléments qui partagent les mêmes attributs, les mêmes opérations, les mêmes relations et les mêmes sémantiques.

Classe1
-attribut1 ; int = 3 -attribut2 ; byte = 4
+opération1() : bool <u>+opération2() : Classe1</u>

Figure III.1.1. : Classes

1.2. Les classes-associations :

Il est possible de représenter une association par une classe pour ajouter, par exemple, des attributs et des opérations dans l'association. Une classe de ce type, appelée **classe-associative** ou **classe-association**, possède à la fois les caractéristiques d'une classe et d'une association, et peut à ce titre participer dans d'autres relations dans le modèle.

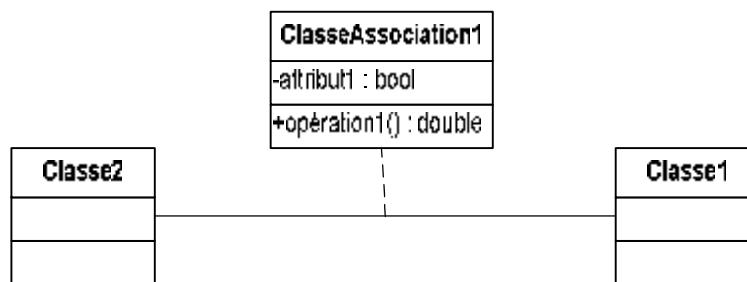


Figure III.1.2. : Classe d'association

1.3. Les cas d'utilisation :

Un cas d'utilisation est la description d'une séquence d'actions exécutées par un système pour conduire à un résultat qui peut être constaté par un acteur particulier. Il sert à structurer les éléments comportementaux d'un modèle et est réalisé par une collaboration comme le montre la **Figure III.1.3**, un cas d'utilisation est représenté par une ellipse en trait plein qui, en règle générale, contient seulement son nom.

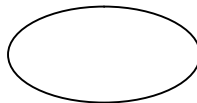


Figure III.1.3 : Cas d'utilisation

2. Les éléments comportementaux :

Les éléments comportementaux représentent les parties dynamiques des modèles UML. Ce sont les verbes du modèle et ils représentent son comportement dans le temps et dans l'espace.

2.1 Les interactions :

Une interaction est un comportement qui comprend un ensemble de messages échangés au sein d'un groupe d'éléments, dans un contexte particulier, pour atteindre un but bien défini. Le comportement d'un ensemble d'objets ou celui d'une opération individuelle peut être précisé par une interaction. Cette dernière implique un certain nombre d'éléments, y compris des messages, des séquences d'actions (comportement induit par un message) et des liens (relations entre des éléments). Comme le montre la **Figure III.2.1**, un message est représenté par une ligne fléchée, qui indique le nom de son opération.

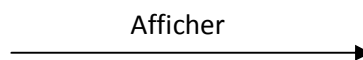


Figure III.2.1. : Message

3. Les éléments de regroupement :

Les éléments de regroupements représentent les parties organisationnelles des modèles UML. Ce sont des boîtes dans lesquelles un modèle peut être décomposé. Il existe un seul type fondamental d'éléments de regroupement : le « paquetage ».

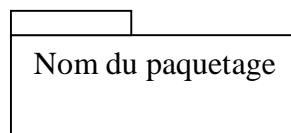


Figure III.3. : Paquetage

3.1. Les éléments d'annotation :

Les éléments d'annotation représentent les parties explicatives des modèles UML. Ce sont les commentaires qui peuvent accompagner tout élément dans un modèle, à des fins de description, d'exploitation et de remarque. Il existe un type fondamental d'éléments d'annotation appelé « note » qui est simplement un symbole utilisé pour représenter les contraintes et les commentaires rattachés à un élément ou un ensemble d'éléments. Comme le montre la **Figure III.3.1**, une note est représentée par un rectangle écorné qui contient un commentaire textuel ou graphique.

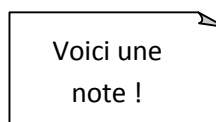


Figure III.3.1. : Note

IV. Relation dans UML :

1. Dépendance :

C'est une relation sémantique entre deux éléments selon laquelle un changement apporté à l'un (élément indépendant) peut affecter la sémantique de l'autre (élément dépendant) comme le montre la **Figure IV.1** , une dépendance est représentée par une ligne en pointillés qui peut être fléchée ; elle comprend parfois une étiquette.

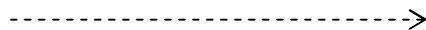


Figure IV.1. Dépendance

2. Association :

Une association est une relation structurelle qui décrit un ensemble de liens, un lien constituant une relation entre différents objets .L'agrégation est un type particulier d'association, qui représente une relation structurelle entre un tout et ses parties. Comme le montre la **Figure A-08** , une association est représentée par une ligne qui peut être fléchée ; elle comprend parfois une étiquette et souvent d'autres décorations, comme la multiplicité et les noms de rôles.

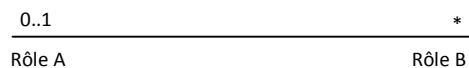


Figure IV.2. Association

3. Généralisation :

Une généralisation est une relation de spécialisation selon laquelle les attributs de l'élément spécialisé (l'enfant) peuvent se substituer aux attributs de l'élément généralisé (le parent). De cette manière, l'enfant partage la structure et le comportement du parent. Comme le montre la **Figure IV.3** , une relation de généralisation est représentée par une flèche dont le trait est plein et dont la pointe creuse est dirigée vers le parent.

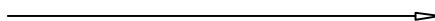


Figure IV.3. Généralisation

4. Réalisation :

La réalisation est une relation sémantique utilisée principalement soit pour indiquer qu'une interface est réalisée par une classe, soit pour indiquer qu'un cas d'utilisation est réalisé par une collaboration d'objets. On la représente par :

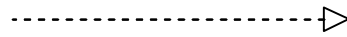


Figure IV.4. Réalisation

V. Extensibilité :

UML comporte des mécanismes qui permettent d'étendre la syntaxe et la sémantique du langage.

1. Stéréotypes :

Les stéréotypes représentent de nouveaux éléments de modélisation, ils constituent un moyen de classer les éléments de la modélisation et facilitent l'élaboration du méta modèle d'UML.

Ils s'appliquent principalement aux classes et rendent possible l'identification d'une typologie de classe souvent nécessaire lorsqu'on manipule un grand nombre de classes.

Le nom du stéréotype est indiqué entre guillemets.

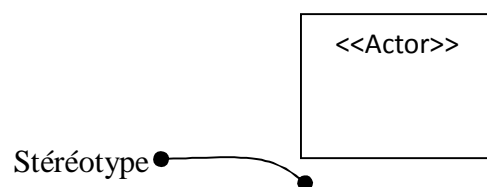


Figure V.1 : Schéma représentatif d'une classe stéréotypée

2. Les contraintes: Une contrainte est une note ayant une valeur sémantique particulière pour un élément de la modélisation, elle s'écrit entre accolades {}, elle peut concerner plusieurs éléments .

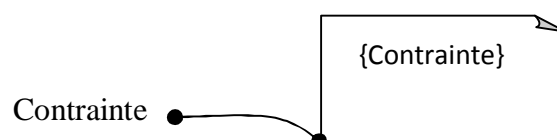


Figure V.2 : Schéma représentatif d'une contrainte

VI. Diagramme dans UML :

Un diagramme est une représentation graphique d'un ensemble d'éléments qui constituent un système. La plupart du temps, il se présente sous la forme d'un graphe connexe où les sommets correspondent aux éléments et les arcs aux relations. Les diagrammes servent à visualiser un système sous différentes perspectives et sont donc des projections d'un système.

1. Le diagramme de classes:

Le diagramme de classes est un diagramme structurel qui exprime d'une manière générale la structure statique d'un système en termes de classes, d'interfaces et de collaborations, ainsi que leurs relations.

2. Le diagramme d'objets :

Le diagramme d'objets appelé aussi diagramme d'instance représente aussi une structure statique et montre des objets et des liens.

Les notations retenues pour les diagrammes d'objets sont dérivées de celles des diagrammes des classes ; les éléments qui sont des instances sont soulignés.

Pour le nom de l'objet on peut le désigner sous trois (03) formes :

- Nom de l'objet : désignation directe et explicite du nom d'objet
- Nom de l'objet : **nom de la classe**: Désignation incluant le nom de la classe.
- Nom de la classe : désignation anonyme d'un objet d'une classe donnée.

3. Le diagramme de cas d'utilisation :

Le diagramme de cas d'utilisation représente les cas d'utilisation, les acteurs et les relations entre eux.

Un acteur représente un rôle joué par une personne ou une chose qui interagit avec un système, il est représenté sous la forme de personnage et déclenche des cas d'utilisation. Il existe quatre (04) catégories d'acteurs à savoir :

- Les acteurs principaux : ce sont les personnes qui utilisent les fonctions principales du système.

- Les acteurs secondaires : ce sont des personnes qui effectuent des fonctions secondaires du système.
- Les matériels externes : Ce sont des dispositifs matériels nécessaires pour être utilisés.
- Les autres systèmes : ce sont des systèmes avec lesquels le système doit interagir. On peut schématiser l'acteur par la figure suivante :



Figure VI.3.1 : Représentation d'un acteur

UML définit trois (03) types de relation pour le diagramme de cas d'utilisation.

a. La relation de communication : elle est signalée par une flèche entre l'acteur et le cas d'utilisation. Comme la montre la figure suivante :

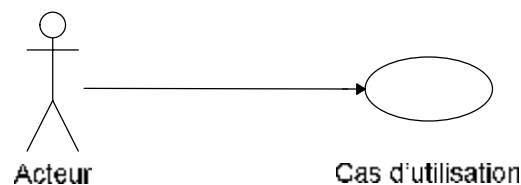


Figure VI.3.a : Représentation d'un déclenchement d'un cas d'utilisation par un acteur

b. La relation d'utilisation : Une relation d'utilisation entre cas d'utilisation signifie qu'une instance du cas d'utilisation source comprend également le comportement décrit par le cas d'utilisation destination.

La figure suivante montre une relation d'utilisation :

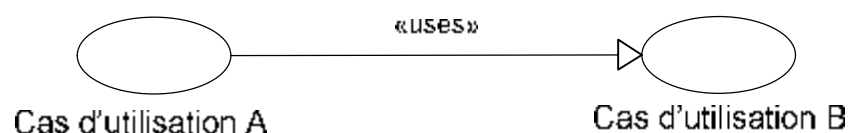


Figure VI.3.b : Représentation de la relation d'utilisation ou d'inclusion

c. Relation d'extension : Une relation d'extension entre cas d'utilisation signifie que le cas d'utilisation source étend le comportement du cas d'utilisation destination.

La figure suivante montre une relation d'extension.

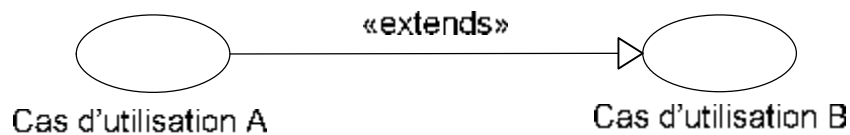


Figure VI.3.c : Représentation de la relation d'extension.

4. Le diagramme de séquences :

Le diagramme de séquences montre les interactions entre objets selon un point de vue temporel. La représentation du contexte des objets se concentre sur l'expression des interactions.

Un objet est matérialisé par un rectangle et une barre verticale appelée ligne de vie des objets. Les objets, communiquent en échangeant des messages représentés au moyen de flèches orientées, de l'émetteur du message vers le destinataire. L'ordre des messages est donné par leur position sur l'axe vertical.

Les autres diagrammes UML sont :

- † Le diagramme des activités qui décrit le comportement d'une opération en termes d'actions.
- † Le diagramme de collaboration qui est une représentation spatiale des objets, des liens et des interactions.
- † Le diagramme de composants qui décrit les composants physiques d'une application.
- † Le diagramme de déploiement qui décrit les composants sur les dispositifs matériels.
- † Le diagramme d'états transitions qui décrit le comportement d'une classe en terme d'états.

VII. Conclusion :

Cette annexe a proposé un survol et une présentation brève des principaux concepts de modélisation UML ainsi que leur notation.

Liste des illustrations :

Chapitre 1 :

Figure II.1 : Situation des téléTPs en e_learning.	6
Figure II.2. Interactions dans un TP classique	8
Figure III.4. Phases de déroulement d'un TP	9
Figure IV.3.1.Situation pédagogique N°1	12
Figure IV.3.2.Situation pédagogique N°2	12
Figure IV.3.3.Situation pédagogique N°3	12
Figure V. Taxonomie des travaux pratiques assistés par ordinateur.	15
Figure V.1.a. Les laboratoires locaux.	16
Figure V.1.b. Les laboratoires locaux assistés par ordinateur.	17
Figure V.2. Les laboratoires distants.....	17
Figure V.3.1. Laboratoire virtuel.	19
Figure V.3.2. Architecture globale proposée d'un laboratoire virtuel.....	20
Figure V.3.3. Les interactions dans un laboratoire virtuel.....	20
Figure V.4. Les laboratoires hybrides	21
Tableau V.5. Comparatif des différents types de laboratoires	22

Chapitre 2 :

Tableau II.1.1.2. Modèle de structuration de LOM	24
Figure II.1.1.3. Modèle d'agrégation de SCORM.....	28
Figure II.1.2.1. Architecture d'une unité d'apprentissage	28
Figure II.1.2.2. Scénario d'une unité d'apprentissage IMS LD	29
Figure II. Modèle de Télé-TP proposé.....	31
Figure IV. Modèle de télé-TP proposé.....	33

Chapitre 3 :

Figure II. Architecture globale du système.....	38
Figure V : Méthodologie de modélisation du site.....	40
Figure V.2.1. Diagramme de contexte de l'application	42
Figure V.2.2. Structuration des cas d'utilisation	43
Figure V.3.1. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Identification »	44
Figure V.3.2. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Suivre formation »	44
Figure V.3.3. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Suivi des apprenants »	45
Figure V.3.4. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Outils collaboratifs »	45
Figure V.3.5. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Messagerie»	46
Figure V.3.6. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Forum »	46
Figure V.3.7. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Chat »	47
Figure V.3.8. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Gestion du domaine d'enseignement»	47
Figure V.3.9. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Gestion des cours »	48
Figure V.3.10. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Gestion des exercices »	48
Figure V.3.11. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Gestion des évaluations » ...	48
Figure V.3.12. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Gestion des Tps»	49
Figure V.3.13. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Gestion des comptes utilisateurs »	49
Figure V.3.14. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Gestion groupes d'apprenants »	49
Figure V.3.15. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Administration des forums »	50
Figure V.3.16. Le diagramme de cas d'utilisation du package « Informations générales »	50
Figure V.4.1 Diagramme de séquence du cas d'utilisation « se connecter au chat »	51
Figure V.4.2 Diagramme de séquence du cas d'utilisation « se déconnecter du chat »	51
Figure V.4.3 Diagramme de séquence du cas d'utilisation « ajout TP »	52
Figure V.4.4. Diagramme de séquence du cas d'utilisation « envoyer message »	53

Figure V.4.5. Diagramme de séquence du cas d'utilisation « faire TP »	54
Figure V.5.1.1. Structuration en packages du diagramme de classes	55
Figure V.5.1.2. Diagramme de classe du package « membres de la plateforme »	56
Figure V.5.1.3. Diagramme de classe du package « messagerie »	56
Figure V.5.1.4. Diagramme de classe du package « chat »	57
Figure V.5.1.5. Diagramme de classe du package « forum »	57
Figure V.5.1.6. Diagramme de classe du package « domaine d'enseignement »	58
Figure.6. Diagramme de classe général	59

Chapitre 4 :

Figure III.3. Diagramme de déploiement.....	65
Figure IV.1. Interface d'EasyPHP.....	66
Figure IV.2. Interface Dreamweaver	67
Figure IV.3. Interface Eclipse.....	68
Figure V.1. Page d'accueil du site.....	69
Figure V.2.1. Page d'accueil de l'apprenant.....	70
Figure V.2.2. Le Tp choisi pour le groupe.....	71
Figure V.2.3. Les étapes à suivre	71
Figure V.2.3. Enoncé du TP	72
Figure V.2.4. La prise de note	72
Figure V.2.5. Interface du TP	73
Figure V.2.6. Rédaction du compte rendu	73
Figure V.2.7. Centre de messagerie	74
Figure V.3.1. Gestion des Tps	74
Figure V.3.2. Ajout d'un TP.....	75
Figure V.4. Espace administrateur	75
Figure V.5. Gestion des groupes d'apprenants	76

Bibliographie

[1] : Mohamed Ramdane, Rachid Ahmed-Ouamer « Un environnement de travail collaboratif dédié aux travaux pratiques a distance », rencontre sur la recherche en informatique « R2I », Tizi Ouzou, juin 2011.

[2] : Mise à distance des travaux pratiques en automatique, Arnaud Lelevé, Hcene Benmohamed et Patrick Prévôt, Laboratoire LIESP, INSA Lyon.

[3] :

www.segec.be/Documents/Fesec/ccm/pedagogie/documents/ntic/IntranetPedagogique.pdf

[4] : Glossaire FIPFOD (Formation en ingénierie pédagogique de la formation ouverte er à distance) 2001-2003.

[5] : Class B, Schneider D « Tutorat, socio-constructivisme et capitalisation des connaissances dans un portail communautaire utilisé en éducation à distance », article EIFAD (Ecole d'Ingénierie de la Formation A Distance), Décembre 2004.

[6] : Lelevé A, Meyer C, Prévôt P « Télé-TP: premiers pas vers une modélisation » Actes du Symposium on Technology of Information and Communication in education for engineering and industry, Lyon, p. 203-211.

[7] : Cooper M « Remote controlled experiments for teaching over the Internet : a comparison of approaches developed in the PEARL Project» Conférence ASCILITE (Australian Society for Computers in Learning in Tertiary Education), Auckland, Nouvelle Zélande, du 08 au 12 Décembre 2002.

[8] : Faerber R « Caractérisation des situations d'apprentissage en groupe », Revue STICEF (Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation), Volume 11, ISSN : 1764-7223.

[9] : Alejo D, Feferman Y, Turpin C, Manot G, Gateau G « Les nouvelles technologies au service de l'aide à la préparation des travaux pratiques », conférence CETSIS 2003, acte 1 page 17.

[10] : Lelevé A, Meyer C, Prevot P « Télé-TP: premiers pas vers une modélisation » Actes du Symposium on Technology of Information and Communication in education for engineering and industry, Lyon, p. 203-211.

[11] : BAYARD, B, SAUVIAC, B, FAYOLLE,J.,NOYEL, G.Projet

Web Analyzer Internet et Instrumentation à distance. Symposium Technologies de l'Information et de la Communication dans les enseignements d'ingénieurs et dans l'industrie (TICE), 13-15 Novembre 2002, Lyon, France, pp.415-416.

[12] : TABOY, J.-P. A community sharing hands-on centers in engineer's training [en ligne].

International Journal of Online Engineering JOE (<http://www.i-joe.org>). (Consulté le 26/06/2006), vol. 2, N°1.

[13] : BISCHOFF, A., ROHRIG, C. Streaming audio/video and multiuser virtual reality based environment for collaborative remote experimentation. 21 st ICDE World Conference on Open Learning and Distance Education ; Février 2004.

[14] : Géraud V, Adam JM, Pernin JP, Calvary G, David JP « L'exploitation d'Objets Pédagogiques Interactifs à distance : le projet FORMID » Revue STICEF (Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation), volume 11, 2004, ISSN : 1764-7223.

[15] : COQUARD, P., GUILLEMOT, M., LOUAIL, G., NOTERMAN, D. Plateforme e_learning pour l'enseignement de l'automatique des systèmes à événements discrets.

Symposium Technologies de l'Information et de la Communication dans les enseignements d'ingénieurs et dans l'industrie (TICE), 13-15 Novembre 2002, Lyon, France, pp. 417-418.

[16] : ROHRIG, C., BISCHOFF, A., Multiuser Environment for Remote Experimentation in Control Education. IFAC Workshop on Internet Based Control Education (IBCE), 12-14 Décembre 2001, Madrid, Espagne.

[17] : Chiculita, Frangu L «A web Based Remote Control Laboratory», Actes de la sixième multi-conférence en systémique, cybernétique et informatique, juillet 2002, Orlando, USA.

[18] : A, Benmohamed H, Prévôt P, Meyer C « Remote Laboratory Towards an integrated training system ». Quatrième conférence internationale sur l'éducation et la formation basées sur les technologies de l'information (ITHET03) (Information Technology Based Higher Education and Training) Marrakech, Maroc du 7 au 9 juillet 2003.

[19] : Cooper M « Remote controlled experiments for teaching over the Internet : a comparison of approaches developed in the PEARL Project» Conférence ASCILITE (Australian Society for Computers in Learning in Tertiary Education), Auckland, Nouvelle Zélande, du 08 au 12 Décembre 2002.

[20] : Leroux P « Un modèle pour le suivi pédagogique synchrone d'activités d'apprentissage à distance », conférence EIAH_2003 Strasbourg.

[21] : Canfora G., Daponte P., Remotely accessible laboratory for electronic measurement teaching. Computing Surveys (CSUR), p 1-24.2006.

[22] : Ma J. Nickerson Jeffrey V. Hands-on, simulated, and remote laboratories : A comparative literature review. ACM Computing Surveys (CSUR), p 1-24.2006.

[23] : Corter J. E., Nickerson Jeffrey V., Remote versus hands-on labs : A comparative study. Savannah, Georgie, Etats-Unis.

[24] : Flamand P, Gervais A « Les objets d'apprentissage », Bulletin collégial des technologies de l'information et des communications, N° 54, Mai 2004.

[25] : Chiculita, Frangu L «A web Based Remote Control Laboratory», Actes de la sixième multi-conférence en systémique, cybernétique et informatique, juillet 2002, Orlando, USA.

[26] : Pernin JP, Calvary G, David JP « L'exploitation d'Objets Pédagogiques Interactifs à distance : le projet FORMID » Revue STICEF (Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation), volume 11, 2004, ISSN : 1764-7223.

[27] : Paquette G « L'ingénierie pédagogique. Pour construire l'apprentissage en réseau ». Presse de l'Université du Québec.

[28] : Ferraris C, Lejeune A, Vignollet L, David JP «Modélisation de scénarios d'apprentissage collaboratif pour la classe», in EIAH 2005, Montpellier, France, 2005.

[29] : Pernin J-P, Lejeune A « Modèles pour la réutilisation de scénarios d'apprentissage », colloque TICE Méditerranée, Nice, novembre 2004.

<http://isdsm.univ-tln.fr/PDF/isdsm18/48-ernin-lejeune.pdf>

[30] : Lahcen OUBAHSSI, Conception de plates-formes logicielles pour la formation à distance, présentant des propriétés d'adaptabilité à différentes catégories d'usagers et d'interopérabilité avec d'autres environnements logiciels, 01/12/2005.

[32] : Tissiani G « Application de l'UNL aux métadonnées des objets pédagogiques pour faciliter leur réutilisation » 1ères Rencontres Jeunes Chercheurs en EIAH, RJC-EIAH'2006.

[34] : Paquette G « Instructional engineering for learning objects repositories networks », 2nd International Conference on Computer Aided Learning in Engineering Education. Grenoble (France), p 25-36.

[35] : Caron PA « Implantation de scénarios pédagogiques selon une approche orientée modèle » 1ères Rencontres Jeunes Chercheurs en EIAH, RJC-EIAH'2006.

[37] : Koper R. « Modeling units of study from a pedagogical perspective : The pedagogical meta-model behind EML ». Open University of the Netherlands, 2001.

<http://eml.ou.nl/introduction/docs/ped-metamodel.pdf>

[40] : Gounon P « Encadrement d'apprenants à distance: Étude du soutien informatique à la conception d'une Formation En Ligne fondé sur un modèle d'organisation du tutorat ». Thèse de doctorat de l'université du Maine.

[41]: Moura C « MDEduc: conceiving and implementing a language-oriented approach for the design of automated Learning scenario » Thèse de doctorat de l'Université des sciences et technologies de Lille, 2007.

[31] : <http://ltsc.ieee.org/wg>

[33] : <http://www.adlnet.org>

[38]: <http://www.imsproject.org/>

[39]: <http://www.imsglobal.org/learningdesign/>

[36] : <http://eml.ou.nl>