

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOULOU D MAMMERRI DE TIZI-OUZOU  
FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE  
DEPARTEMENT D'INFORAMTIQUE

# Mémoire de fin d'études

*En vue de l'obtention du diplôme de Master en Informatique*

*Option : Système Informatique*

*Thème :*

Conception et réalisation d'un laboratoire virtuel en ligne  
pour les Travaux Pratiques à distance  
Cas : Synthèse de protéine en génétique

**Proposé par :**

*M<sup>r</sup> M.RAMDANE*

**Réalisé par :**

*M<sup>elle</sup> BELMILOUD LOUIZA*

Année : 2010/2011

# Remerciements

*Mes plus vifs remerciements vont à mon promoteur M<sup>r</sup> RAMDANE MOHAMED pour m'avoir proposé ce sujet et m'avoir dirigé tout au long de sa réalisation. Sa compétence, ses critiques et son bon sens m'ont largement aidé à réaliser ce travail, je lui exprime ici mes sincères reconnaissances.*

*Je remercie chaleureusement les membres de jury pour l'honneur qu'ils m'accordent en acceptant de juger ce mémoire de fin d'études.*

*A toute personne d'une manière ou d'une autre, qui m'a aidé et encouragé à l'aboutissement de ce travail, trouve ici l'expression de mes sincères reconnaissances.*

## Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à mes chers parents qui m'ont soutenu tout au long de mon cursus moralement et financièrement afin que puisse réussir mes études, que dieux les garde.*

*A ma chère sœur DIHIA et son fiancé SOFIANE.*

*A mon grand frère YACINE et sa femme SOUAD et mon petit frère IDIR.*

*A toute la famille BELMILOUD.*

*A Mes oncles et tantes paternels et maternels.*

*A mon grand père.*

*A tous mes cousins et cousines.*

*A tous mes amis (es).*

# *Table des matières*

<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	1
➤ <b>CHAPITRE I : Les travaux pratiques à distance</b>	
I. Introduction.....	3
II. Situation des télé-TPs en e-learning .....	4
III. Les travaux pratiques (TP) .....	5
III.1. Les objectifs pédagogiques d'un TP : .....	5
III.2. Les interactions dans les TPs : .....	5
III.3. Typologie d'un TP : .....	6
III.4. Cycle de déroulement d'un TP .....	7
III.5. Limites des TPs .....	7
IV. Les travaux pratiques à distance .....	8
IV.1. Les apports des télé-TP .....	8
IV.2. Les limites des télé-TP .....	9
IV.3. Situations pédagogiques dans un télé-TP.....	9
IV.4. Quelques travaux sur les télé-TPs.....	11
IV.4.1. Un méta-modèle pour les télé-TPs.....	11
IV.4.2. Le projet PEARL (Open University) .....	12
IV.4.3. La Robotique Pédagogique au LIUM (Université du Maine-France) .....	12
V. Taxonomie des travaux pratiques assistés par ordinateur .....	13
V.1. Laboratoires locaux assistés ou non par l'ordinateur .....	13
V.2. Laboratoires distants.....	14
V.3. Laboratoires virtuels.....	16
V.3.1. Définition d'un laboratoire virtuel .....	16

V.3.2. Architecture d'un laboratoire virtuel .....	16
V.3.3. Les interactions dans un laboratoire virtuel .....	17
V.5. Comparatif des différents types de laboratoires : .....	18
VI. Conclusion .....	19

➤ **CHAPITRE II : Modélisation d'un télé-TP**

I. Introduction .....	20
II. Modélisation d'un Télé-TP .....	20
II.1. Approches existantes .....	20
II.1.1. Approche documentaliste .....	20
II.1.1.1. LOM (Learning Object Metadata) .....	21
II.1.1.2. SCORM (Sharable Content Object Reference Model) .....	22
II.1.2 Approche centrée sur les processus .....	24
II.1.2.1. EML (Education Modelling Language) .....	24
II.1.2.2. IMS LD .....	25
II.2. Approche et standard retenues .....	27
II.2.1. Approche retenues .....	27
II.2.2. Standard retenues .....	27
III. Modèle de TP proposé .....	28
IV. Propositions d'un modèle de télé-TP .....	29
IV. Conclusion .....	30

➤ **CHPITRE III : Conception du laboratoire virtuel**

I. Introduction .....	31
II. Processus de synthèse de protéine .....	31

II.1. L'ADN, support de l'information génétique .....	31
II.2. Synthèse d'une protéine .....	31
II.2.1 L'ARN messager.....	32
II.2.2 Synthèse d'une protéine .....	32
II.2.3 Exemple .....	33
II.3. Synthèse de plusieurs protéines .....	34
III. Architecture du laboratoire virtuel .....	34
III.1. La plate forme du télé-TP.....	35
III.2. le laboratoire virtuel .....	35
III.3. Le scénario du télé-TP.....	35
IV. Conclusion .....	36

➤ **CHPITRE IV: Réalisation et mise en œuvre**

I. Introduction.....	37
II. Environnement de développement et d'implémentation .....	37
II.1 Présentation du matériel utilisé.....	37
II.2 Présentation du système d'exploitation utilisé .....	37
II.3. Présentation des langages de programmation utilisés .....	37
II.3.1. Le langage HTML (Hyper Text Marckup Language ).....	38
II.3.2. Le langage de Script PHP (hypertexte preprocesor).....	40
II.3.3. Le langage de requête SQL (Structured query language).....	41
II.3.4. Le Java Script .....	42
II.3.5. Le langage Java .....	42
III. Les outils de développement .....	43
III.1. Le serveur web Apache .....	43
III.2 Le serveur de bases de données MySQL .....	44

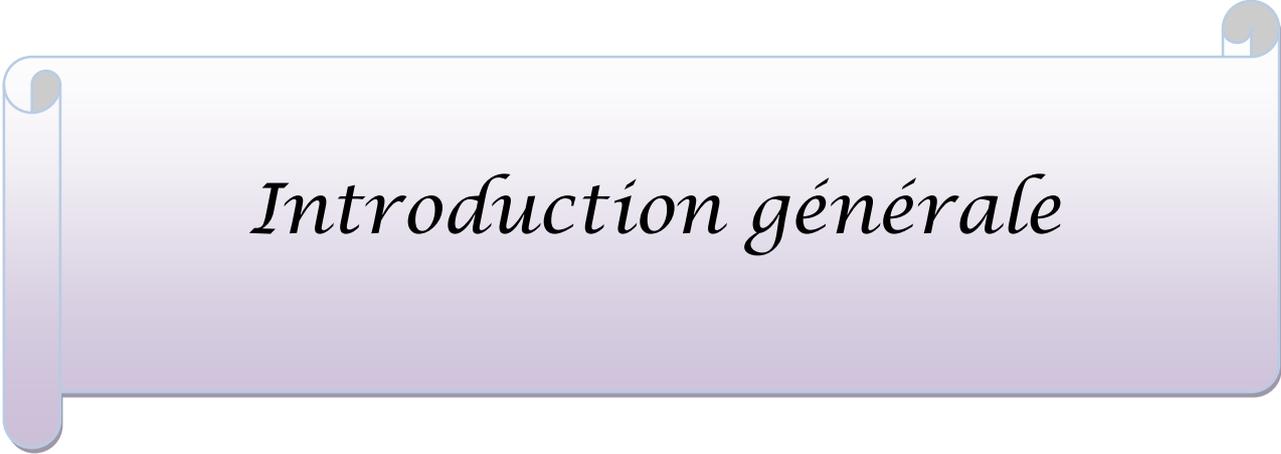
III.2.1 MySQL.....	44
III.2.2. Une interface graphique PHP MyAdmin .....	44
IV. Les logiciels utilisés .....	45
IV.1. Easy PHP 3.0.....	45
IV.2. Macromedia Dreamweaver .....	47
IV.3. Présentation de Flash .....	48
IV.4. L'environnement NetBeans .....	49
V. Présentation de quelques interfaces du site .....	50
V.1. La page d'accueil .....	50
V.2. Interfaces propres à l'apprenant, au laboraoire virtuel et à l'auteur .....	52
V.2.1. Espace apprenant : .....	52
V.2.2. Espace du laboratoire virtuel.....	57
V.2.3. Espace auteur : .....	60
VI. Conclusion .....	62
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>63</b>

# *Liste des illustrations*

---

Figure II.1. Situation des télé-TPs en e-learning.....	4
Figure III.2. Interactions dans un TP classique.....	6
Figure III.4. Phase de déroulement d'un TP.....	7
Figure IV.3.1. Situation pédagogique N° 1.....	10
Figure IV.3.2 : situation pédagogique N° 2.....	10
Figure IV.3.3 : situation pédagogique N° 3.....	10
Figure V. Taxonomie des travaux pratiques assistés par ordinateur.....	13
Figure V.1.a. Les laboratoires locaux.....	14
Figure V.1.b. Les laboratoires locaux assistés par ordinateur.....	14
Figure V.2. Les laboratoires distants.....	15
Figure V.3.3. Schéma illustrant les interactions dans un laboratoire virtuel.....	18
Figure II.1.1.1. Modèle de structuration de LOM.....	21
Figure II.1.1.2.a. Modèle d'agrégation de SCORM.....	23
Figure II.1.1.2.b. SCORM, l'environnement d'exécution.....	23
Figure II.1.2.1. Architecture d'une unité d'apprentissage.....	25
Figure II.1.2.2. Scénario d'une unité d'apprentissage IMS LD.....	26
Figure II.2.3 Exemple de synthèse de protéine.....	33
Figure III. Architecture du laboratoire virtuel.....	34
Figure II.3.2. Fonctionnement de PHP.....	41
Figure III.2.1. Position du serveur MySQL.....	44
Figure IV.1. Interface d'EasyPHP.....	46
Figure IV.2. Interface Dreamweaver.....	48
Figure IV.3. Interface Macromedia Flash.....	49

Figure IV.4. Interface de l'environnement Netbeans.....	50
Figure V.1. Interfaces de la page d'accueil.....	51
Figure V.2.1.1. Page d'accueil de l'apprenant.....	52
Figure V.2.1.2. Interface du scénario.....	53
Figure V.1.2.3. Interface de la liste des TPs .....	53
Figure V.2.1.4. Etape 1.....	54
Figure V.2.1.5. Etape 2.....	55
Figure V.2.1.6. Etape 3.....	55
Figure V.2.1.7. Interface pour effectuer le TP .....	56
Figure V.2.1.8. Etape 4.....	56
Figure V.2.2.1. Etape transcription.....	57
Figure V.2.2.2. Etape traduction.....	59
Figure V.2.3.1. Page d'accueil de l'auteur.....	60
Figure V.2.3.2. La gestion des TPs.....	61
Figure V.2.3.3. L'ajout d'un TPs.....	61
Tableau V.5. Comparatif des différents types de laboratoires.....	20
Tableau II.2.2 code génétique .....	33
Tableau III.3 Activités identifiées dans le scénario de télé-TP.....	39
Tableau II.3.1. Description de quelques balises HTML .....	39



*Introduction générale*

# Introduction générale

Au cours de ces dernières années les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) ont connu un bouleversement marqué par l'apparition d'Internet. Avec l'arrivée de ce dernier, les distances se sont réduites et la communication est devenue plus facile, ses outils de communication permettent aujourd'hui d'organiser des groupes dont les membres peuvent être géographiquement dispersés; l'utilisation actuelle de ce dernier couvre des activités extrêmement variées : art et culture, banque et finance, commerce et enseignement.

L'un des plus grand défis sur Internet est celui de l'enseignement on-line ou l'e- Learning qui est l'objet de notre travail. En effet ce défi est né du fait que l'Internet est le meilleur moyen pour contourner la contrainte de la distance qui était vue comme un handicap dans l'apprentissage. Aujourd'hui l'enseignement à distance couvre pratiquement toutes les activités pédagogiques qu'un enseignement traditionnel peut offrir : cours, TDs et récemment les TPs.

L'intégration des télé-TPs dans l'enseignement à distance présente un grand défi pour l'informatique dû à la complexité qu'ils présentent. De divers projets d'études et de conception sont menés sur cette voie afin de bien maîtriser ce domaine.

## **Objectifs du travail**

L'objectif de notre travail est de concevoir un laboratoire virtuel permettant la synthèse de protéine et la réalisation d'une plate-forme intégrant l'activité de télé-TP. Cette plate-forme nous permettra de réaliser des télé-TPs en génétique au sein de ce laboratoire.

## **Plan du mémoire**

Afin de bien mener à terme le travail de conception et de réalisation de la plate-forme d'enseignement à distance nous avons organisé notre mémoire de la manière suivante :

Dans le premier chapitre on a parlé sur les travaux pratiques à distance (**télé-TPs**), de quelques travaux menés sur ce sujet, sur les différents types de télé-TP (Virtual-lab et Remote-lab) et enfin un petit comparatif entre ces deux derniers.

Le deuxième chapitre s'intéresse à la présentation d'un modèle de télé-TPs qui a été réalisé par M<sup>r</sup> RAMDANE Mohamed [1].

Le troisième chapitre est consacré à la conception du laboratoire virtuel en définissant son architecture.

Enfin dans le quatrième chapitre on a évoqué les différents outils utilisés pour le développement de notre application.

# CHAPITRE I

*Travaux pratiques  
à distance*

## I. Introduction

Les Technologies de l'Information et de la Communication, Internet en particulier, ont, ces dix dernières années, envahi notre quotidien tant personnel que professionnel. Après s'être immiscé dans de nombreux domaines tels que le commerce traditionnel (e-commerce) et les administrations (e-administration), Internet est en passe de devenir la clé de voûte d'une nouvelle forme d'enseignement. En effet, les sites d'e-formation se multiplient du fait de l'intérêt qu'ils apportent : gain de temps, économie de transport et d'hébergement, souplesse d'utilisation, interactivité, etc.

A l'heure actuelle, d'importantes recherches sont menées sur les environnements d'apprentissage à distance (EAD : enseignement à distance) proposant ainsi plusieurs activités pédagogiques :

- Télé-cours : suivi des cours ou de conférences.
- Télé-TD : réalisation de travaux dirigés, exercices,...
- Télé-projet : mise en place d'une architecture permettant le travail collaboratif

Mais, ce n'est que récemment que les STIC (les sciences et technologies de l'Information et de la Communication) ont donné vie à un autre type d'activités pédagogiques permettant des travaux pratiques à distance : les télé-TPs.

A l'instar des travaux pratiques classiques, les télé-TPs sont indispensables aux environnements de télé-formation. Cette dimension pratique de l'enseignement à distance est incontournable, notamment dans les disciplines scientifiques et techniques. En effet, outre les objectifs de connaissance fixés par les programmes officiels, l'enseignement à distance doit prendre en compte les objectifs de méthodologie ou de savoir-faire expérimentaux que vise l'enseignement scientifique et technique.

L'intégration des télé-TPs dans les EAD est motivée par le besoin naturel d'activités pratiques et un coût excessif de certains équipements (robot, instruments de mesure, ...) indispensables à la formation dans les disciplines techniques. Malgré l'importance des télé-TPs en comparaison avec les télé-cours, les télé-TDs et les télé-projets, les recherches en télé-TPs n'ont pas exploré toutes les pistes et toutes les possibilités qu'offre ce genre d'enseignement.

[2]

## II. Situation des télé-TPs 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 télé-TPs sont considérés comme un pôle pratique de l'e-learning comme le montre la figure suivante :

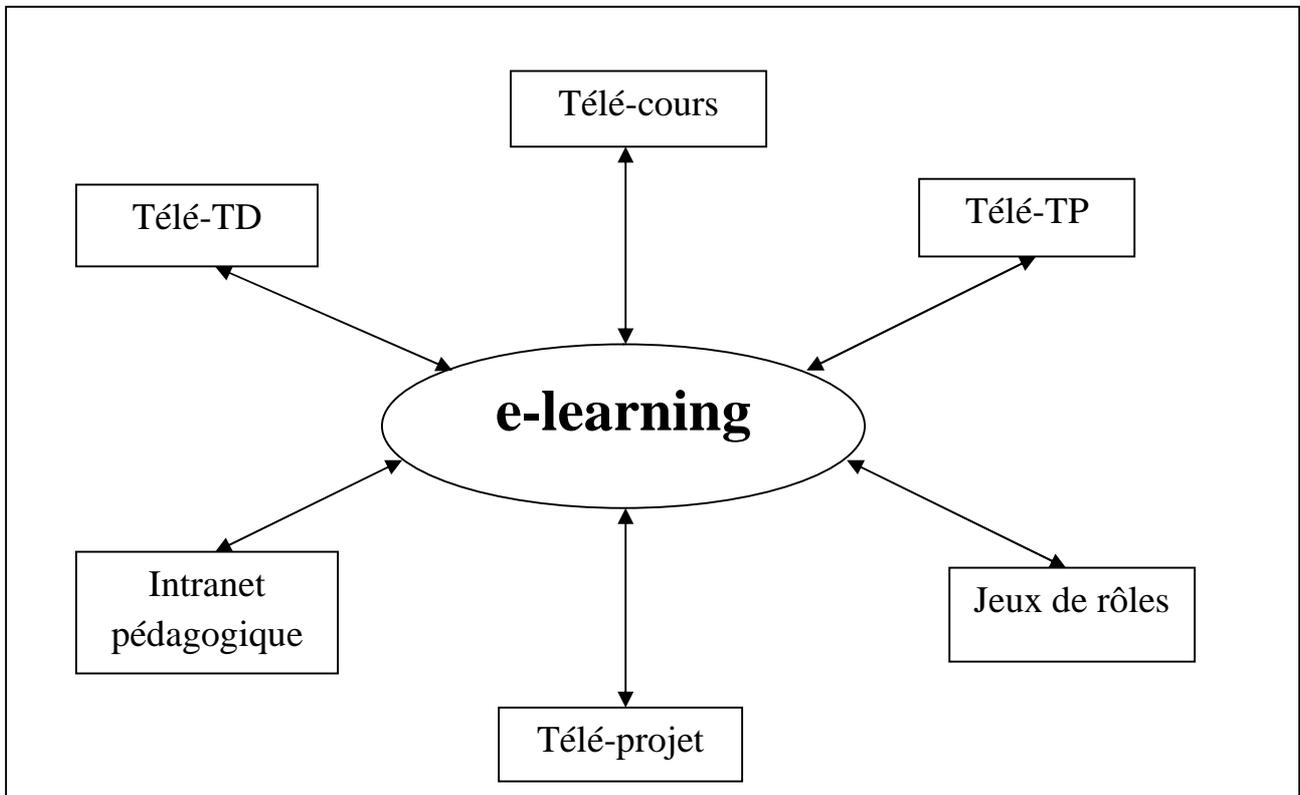


Figure II.1. Situation des télé-TPs en e-learning

**Télé-cours** : suivi de 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 [3].

**Jeux de rôle** : méthode de formation qui vise une mise en situation imaginaire autour d'un thème de la vie courante ou professionnelle [4].

### **III. Les travaux pratiques (TP)**

Les travaux pratiques concernent généralement les sciences expérimentales. Contrairement aux autres types de cours qui se passent exclusivement à l'oral ou à l'écrit, les séances de travaux pratiques nécessitent souvent un matériel spécifique (verrerie et produits chimiques, circuits électriques, ordinateurs...).

L'importance des travaux pratiques a été démontrée par les théories socioconstructivistes [5] comme étant un élément favorisant les interactions entre apprenant et apprenant-formateurs d'un côté et mettant en œuvre le principe de l'apprentissage par essai/erreur d'un autre côté [6].

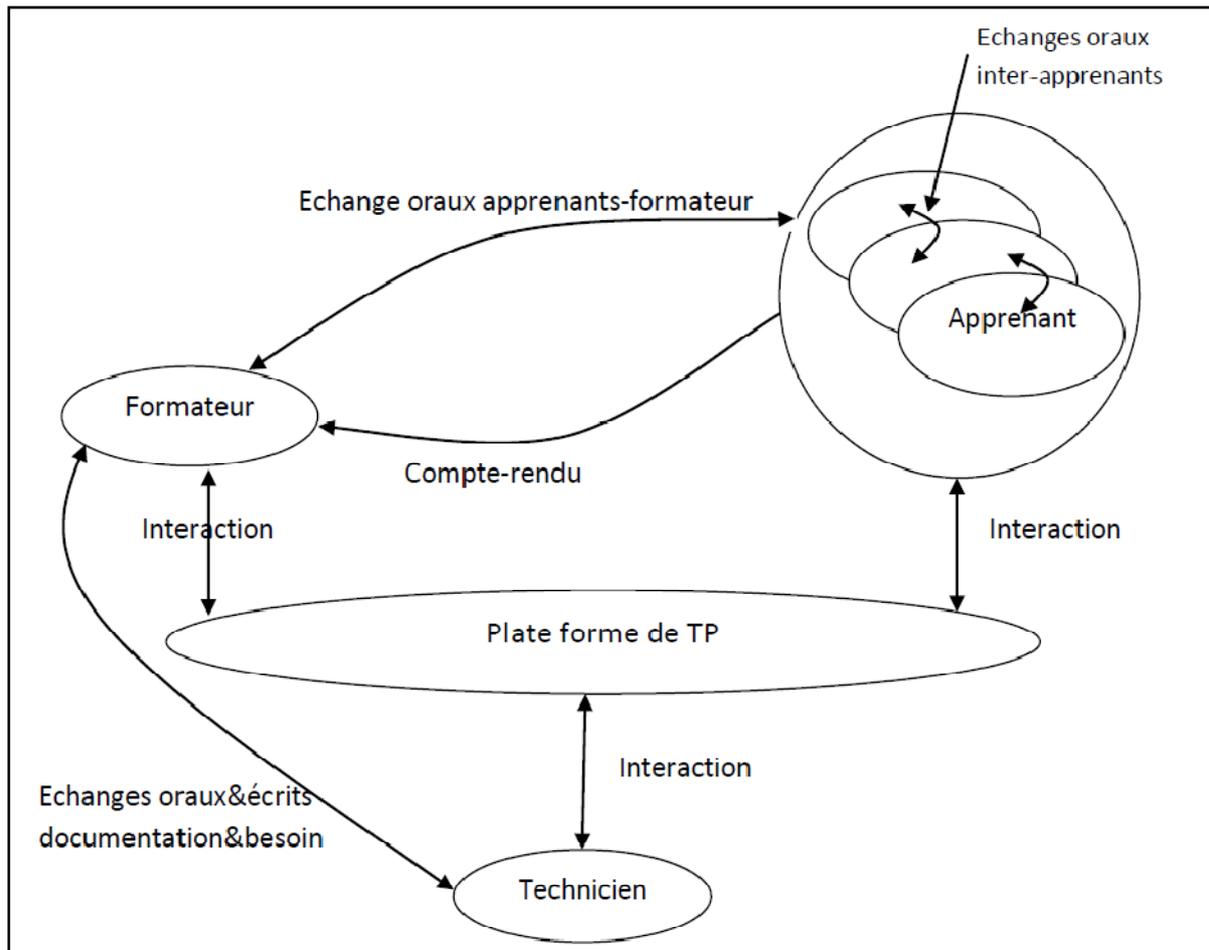
#### **III.1. Les objectifs pédagogiques d'un TP**

Les objectifs pédagogiques des travaux pratiques sont [7] :

- 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 apprenant-formateurs.
- Développer des compétences pratiques considérées comme importantes d'un point de vue professionnel.
- Développer des compétences de travail collaboratif en équipe.

#### **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 et leur capacité à travailler en groupe.



**Figure III.2. Interactions dans un TP classique.**

### III.3. Typologie d'un TP

Selon Richard Faerber [8], 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 [9]

On peut diviser un TP en trois étapes principales :

- Une phase de préparation (hors TP) : elle consiste en une lecture approfondie du texte exposant les notions théoriques utiles (étape théorique) et la manipulation (étape pratique). Elle peut donner lieu à des calculs préliminaires, des analyses théoriques, etc.
- 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 :

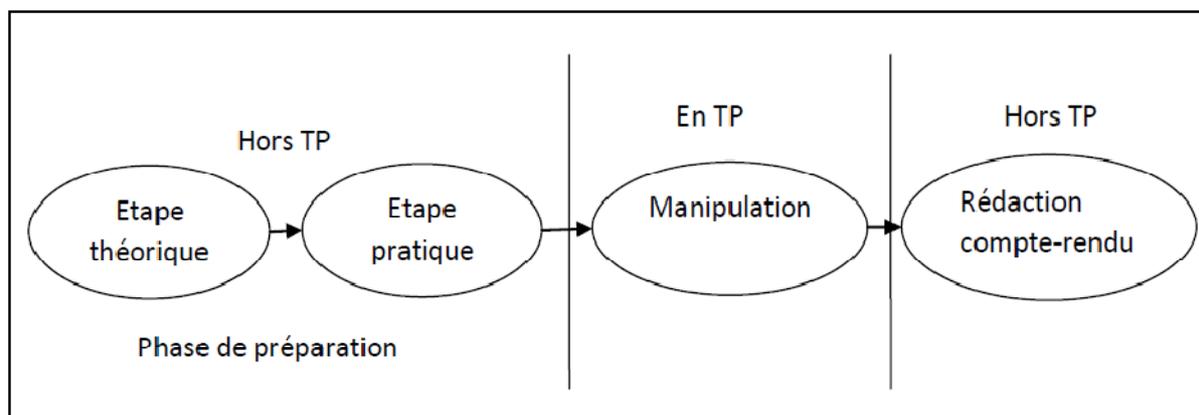


Figure III.4. Phase de déroulement d'un TP.

### 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 [10]

Les travaux pratiques à distance ou télé-TP désigne un TP classique (forme d'enseignement pratique traditionnelle que l'on retrouve du lycée à l'école d'ingénieur) qui a été éventuellement modifié mais surtout étendu afin d'être accédé à distance (via Internet, par exemple).

##### IV.1. Les apports des télé-TP

Les télé-TPs permettent de dépasser certaines limites des travaux pratiques classiques en facilitant :

- Sur le plan économique :
  - Le partage d'instruments et d'équipements lourds et coûteux entre institutions [11] [12].
  - L'accès aux instruments d'un « laboratoire » n'importe quand et de n'importe où [13].
- Sur le plan pédagogique :
  - Possibilité de s'affranchir des contraintes temporelles et d'avoir un accès illimité à l'expérimentation à n'importe quel 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 TIC (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 télé-TPs 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 sur l'état d'avancement de son groupe et ainsi d'éviter d'interroger l'apprenant sur l'historique de son travail [14].

## IV.2. Les limites des télé-TP

Malgré leurs atouts, les télé-TP 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:

- **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.
- **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.
- **Sécurité** : nous distinguons deux niveaux de sécurité. Le premier niveau est la sécurité du système informatique gérant les manipulations [15]. Une très bonne expertise en sécurité informatique est nécessaire (diagnostic de failles, détection d'intrusions, installation de pare-feux, ...) pour éviter un usage malveillant de systèmes réels pouvant provoquer leur immobilisation. Le deuxième niveau est la sécurité du matériel à télémanipuler [16] [17]. 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 pratique 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 IV.3.1 à IV.3.3). Le dispositif mis en place doit pouvoir tolérer cette diversité d'utilisation.

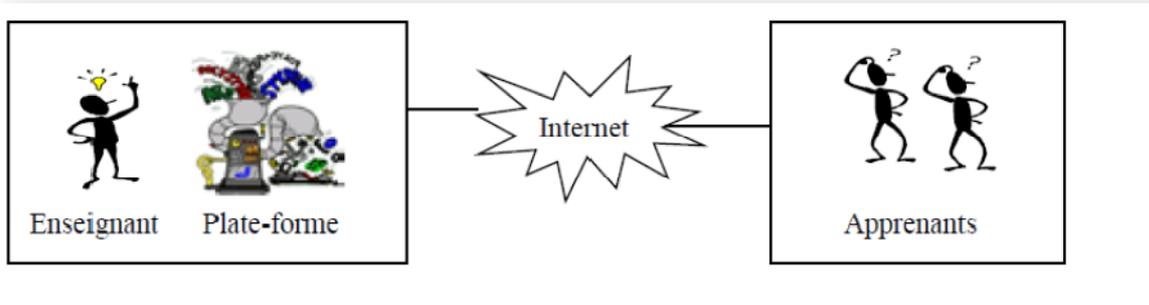


Figure IV.3.1. Situation pédagogique N° 1.

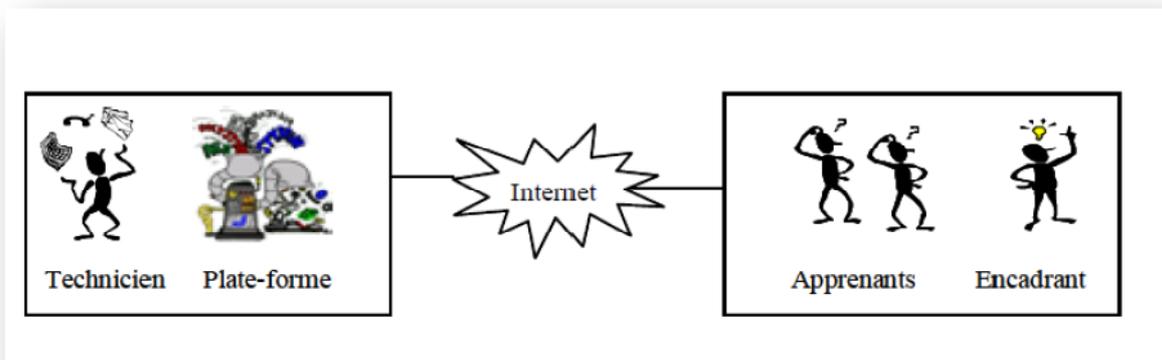


Figure IV.3.2 : situation pédagogique N° 2.

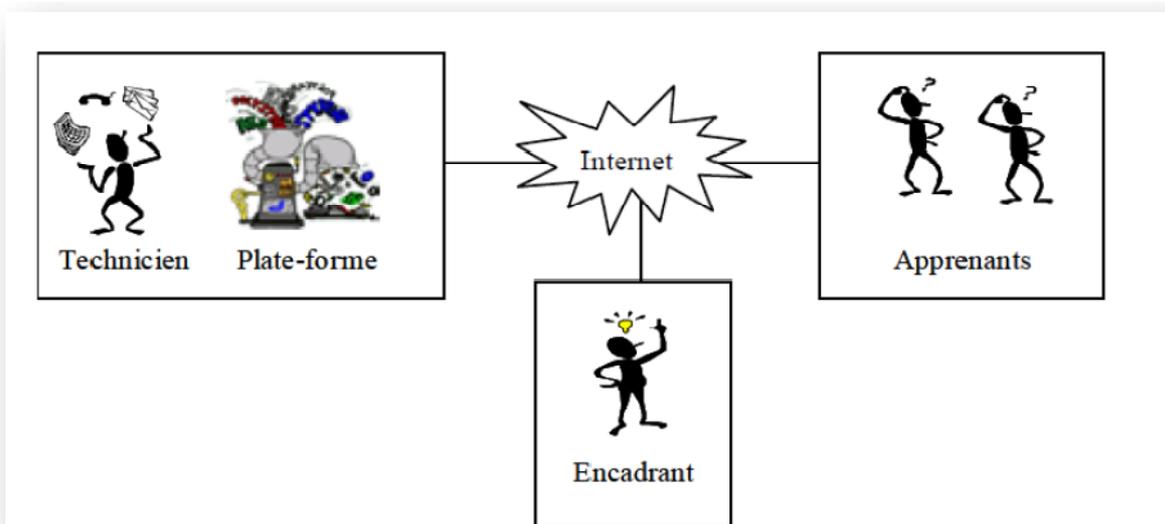


Figure IV.3.3 : situation pédagogique N° 3.

## IV.4. Quelques travaux sur les télé-TPs

### IV.4.1. Un méta-modèle pour les télé-TPs [18]

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

- L'informatique liée à l'e-Learning du point de vue de la diffusion et de l'intégration de contenus pédagogiques dans un module de formation à distance.
- La construction d'interfaces homme-machine efficaces tant sur le plan pédagogique qu'ergonomique (reconstruction d'environnements en 2D, 3D, réalité virtuelle, ...).
- 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 plate-forme de manipulation à but pédagogique.

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

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

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

#### **IV.4.2. Le projet PEARL: Practical Experimentation by Accessible Remote Learning (Open University) [19]**

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

- 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 :

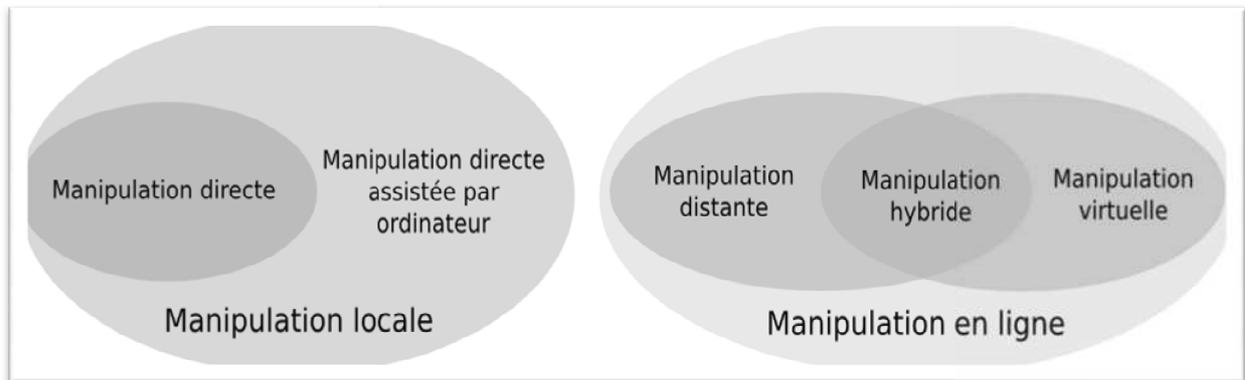
- Le système de délivrance de contenus pédagogiques, d'outil communication/collaboration et de gestion de la formation basée sur WebCT (Web Course Tools). Ce système établi le lien avec le serveur du laboratoire qui contrôle l'infrastructure du laboratoire.
- Le LabServer : le serveur de laboratoire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

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

La robotique pédagogique [20] au LIUM s'est basée sur plusieurs environnements technologiques, la plus aboutie est celle du micromonde piloté par un logiciel spécifique ROBOTEACH. Selon S. Papert un micromonde est un environnement où les apprenants construisent leurs connaissances en explorant et/ou construisant un monde constitué de micro-robots à formes multiples (tortue de plancher, micro-robots modulaires, grues, etc.) pilotés par des ordinateurs. La robotique pédagogique au LIUM est un projet de recherche et développement visant le développement d'environnements d'apprentissage avec ordinateur s'appuyant sur la conception, la construction et le pilotage de micro-robots pédagogiques. Les micro-robots pédagogiques sont des objets techniques physiques qui sont une réduction aussi

voisine et signifiante que possible des procédés et machines automatisées réellement utilisés en milieu industriel.

## V. Taxonomie des travaux pratiques assistés par ordinateur



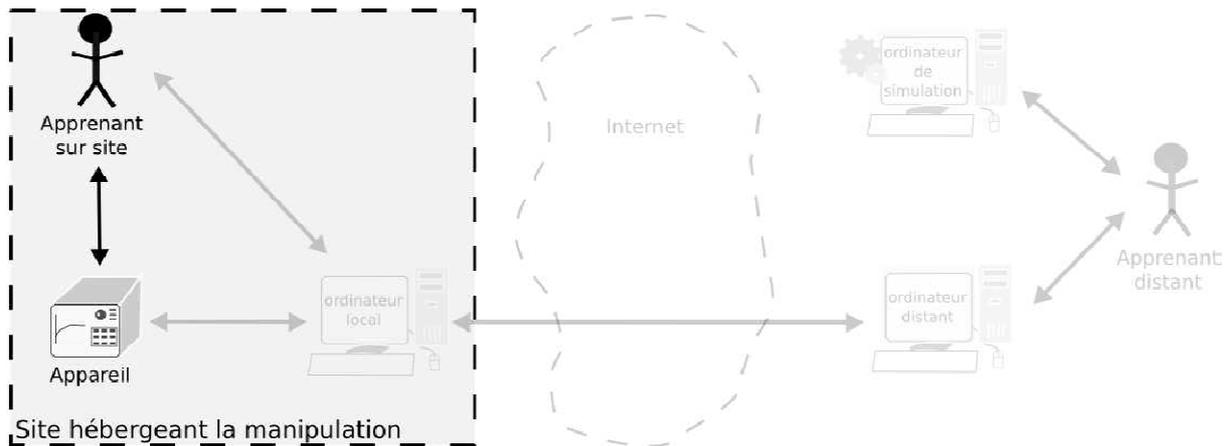
**Figure V. Taxonomie des travaux pratiques assistés par ordinateur**

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 [21].

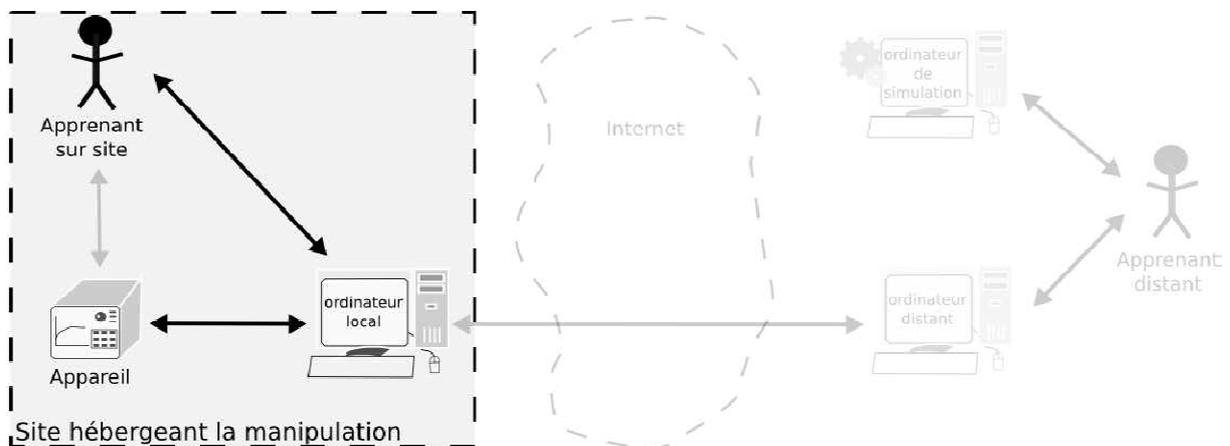
### V.1. Laboratoires locaux assistés ou non par l’ordinateur

Lorsque l’ordinateur était encore absent des salles de travaux pratiques, la manipulation était directe (figure V.1.a).

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.b).



**Figure V.1.a. Les laboratoires locaux**



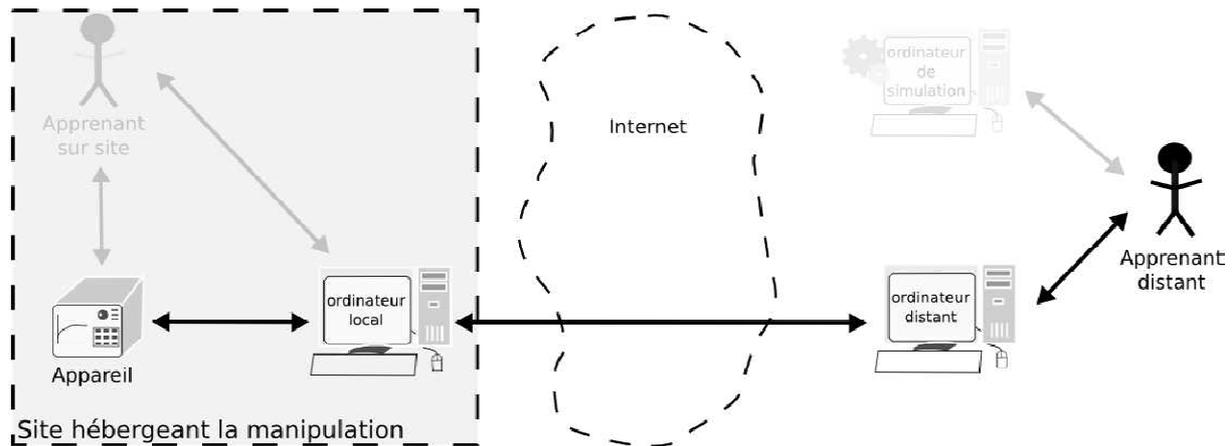
**Figure V.1.b. Les laboratoires locaux assistés par ordinateur**

## V.2. Laboratoires distants

Les laboratoires distants concernent les travaux pratiques menés à distance sur des dispositifs réels (figure V.2.).

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 la communication entre chacun des acteurs [22].

Dans un laboratoire à distance, les ordinateurs sont connectés au dispositif physique (instruments de mesure, micro-robot ...). En se connectant au laboratoire à distance, les apprenants peuvent contrôler et manipuler le dispositif physique. Une vidéo peut être utilisée pour superviser en direct la scène réelle.



**Figure V.2. Les laboratoires distants**

Suivant le type de manipulation ou de contrôle 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 est ici 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 collectes (problème de la qualité des données).
2. les laboratoires distants offrant des moyens de télémesure : 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.

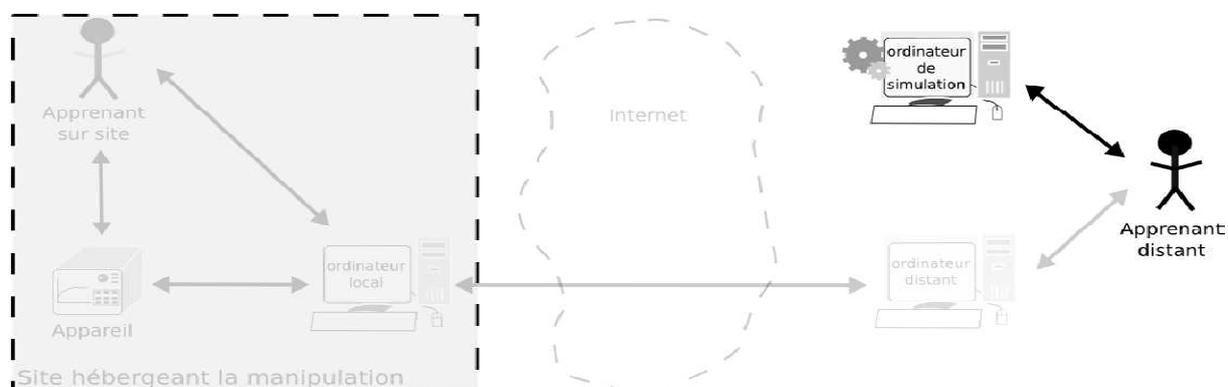
Par défaut, l'expression «laboratoire distant» est utilisée pour désigner cette dernière catégorie de laboratoire car elle englobe les fonctionnalités des trois autres.

## 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 [23], 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."



V.3.1. laboratoire virtuel

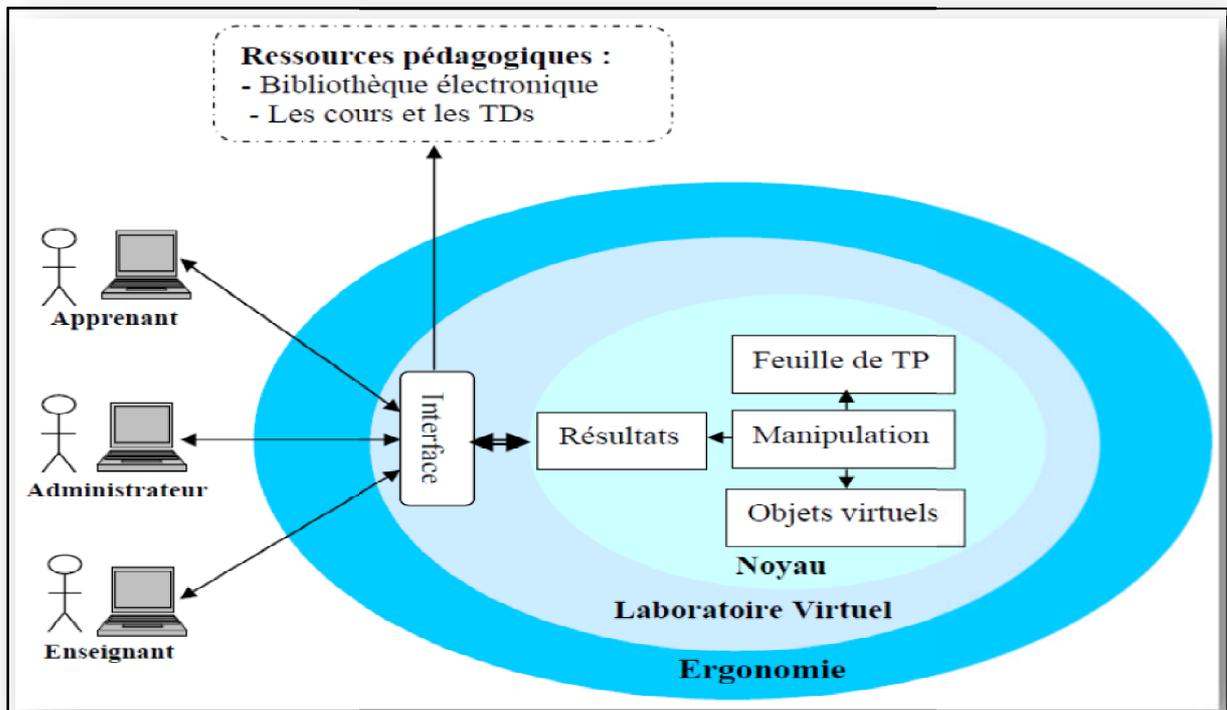
### V.3.2. Architecture d'un laboratoire virtuel

L'architecture proposée illustrée par la figure ci-dessous (**Figure V.3.2**) est composée de trois couches :

La première couche constitue le noyau du laboratoire virtuel ; celle-ci est composée à son tour de composants pédagogiques (feuille de TP, Manipulation, Objets virtuels et Résultats).

La deuxième couche constitue l'élément essentiel pour les laboratoires virtuels : les interfaces. Elles jouent 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). L'ensemble (Noyau, Interface) est appelé un 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. : Architecture globale proposée 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 l'architecture ci-dessus, il existe trois types d'interactions : interactions Homme-Système, interactions Homme-Homme et interactions Système-Système. Les interactions réalisées via une interface entre les différents acteurs, les ressources pédagogiques et le laboratoire virtuel, sont résumées dans la figure suivante [Figure V.3.3.].

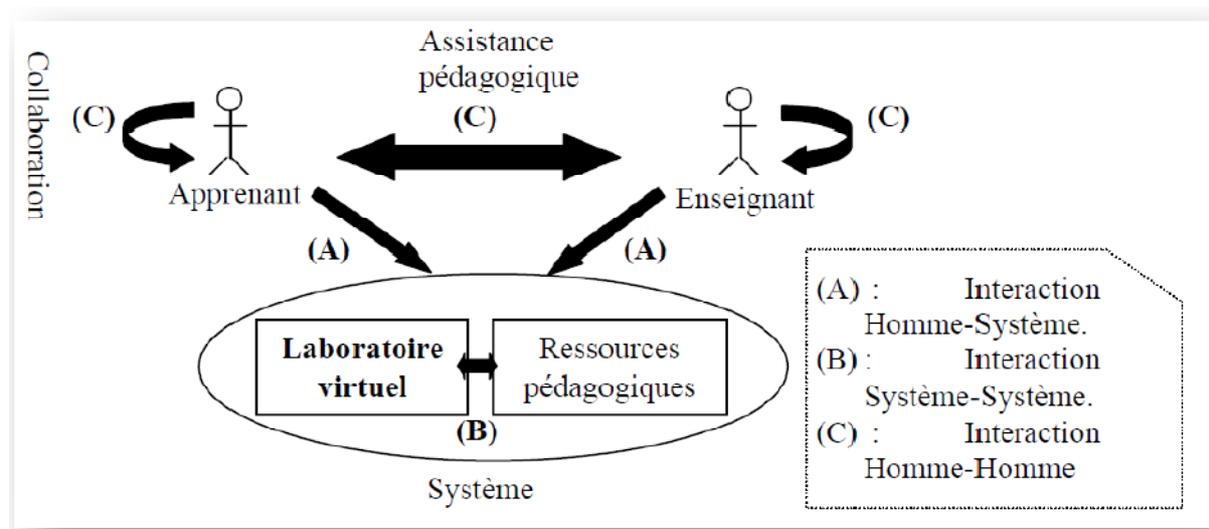


Figure V.3.3. Schéma illustrant les interactions dans un laboratoire virtuel.

#### V.4. Comparatif des différents types de laboratoires :

Le tableau suivant (tableau V.4.) 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
<b>Expérience manuelle (manipulation)</b>	Très bonne	Dégradation pour cause de distance	Typiquement virtuelle
<b>Sensation de réalité</b>	Très bonne	Bonne (en cas D'utilisation de camera)	Absente
<b>Formateur</b>	Présent sur place	Les apprenants peuvent bénéficier d'une assistance à distance (par exemple : e-mail)	
<b>Temps d'accès</b>	Limité	Libre	
<b>Supervision</b>	Un assistant doit être présent sur place	Assistance à distance (chat, e-mail...)	
<b>Enchaînement pédagogique</b>	Traditionnel	Suite de liens, d'animations, de simulations...	

Tableau V.4. Comparatif des différents types de laboratoires

## **VI. Conclusion**

Les travaux pratiques sont une activité pédagogique très importante dans l'enseignement des sciences expérimentales, mais le fait de les intégrer dans des plates-formes e-Learning à distance impliquera 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 à 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.

## CHAPITRE II

*Modélisation des travaux  
pratiques à distance*

## **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 télé-TPs dans les plates-formes d'enseignement à distance actuelles afin de réutiliser leurs ressources pédagogiques.

Dans ce chapitre nous présenteront ce modèle de télé-TP qui intègre les activités d'expérimentations 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 télé-TP (la télé-opération).

## **II. Modélisation d'un Télé-TP**

### **II.1. Approches existantes**

Depuis environ une quinzaine d'années, d'importants travaux de recherche ont été entrepris en ingénierie pédagogique pour proposer des méthodes 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 des 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 informatiques (SCORM) et enfin les langages de modélisation pédagogiques (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. Les principaux standards qui ont émergé de cette approche sont : LOM et SCORM.

### II.1.1.1. LOM (Learning Object Metadata)

LOM [30] définit un ensemble de métadonnées permettant l'indexation des objets d'apprentissage. LOM définit un objet d'apprentissage comme étant une entité sur support numérique ou non, qui peut être utilisée, réutilisée ou référencée dans une activité de formation assistée par ordinateur. LOM est fondée sur le principe « partager et réutiliser ». Son objectif est d'indexer des objets pédagogiques (objets d'apprentissage) pour les réutiliser [31] dans des curriculums comme le montre le modèle de structuration suivant :

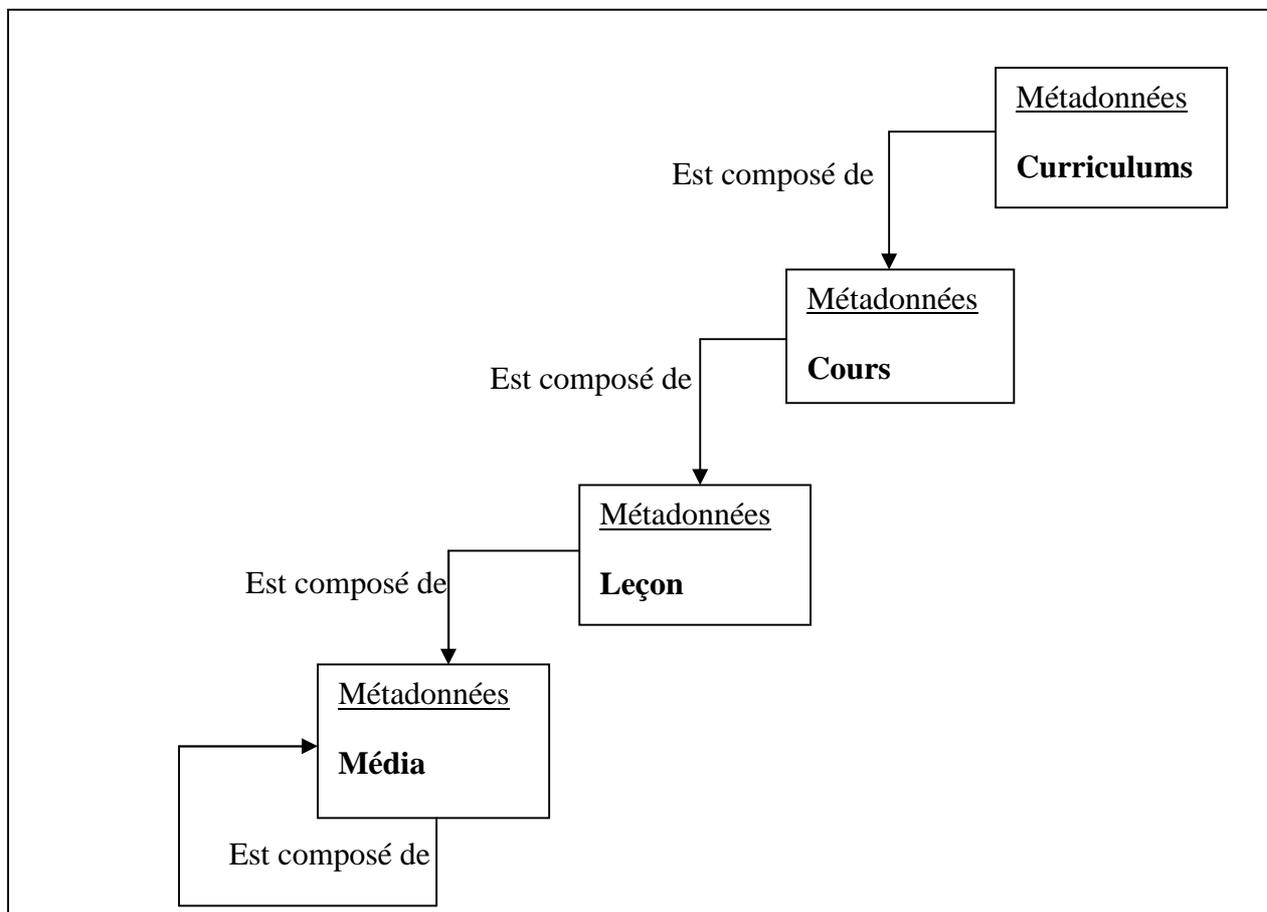


Figure II.1.1.1. Modèle de structuration de LOM

### Faiblesse de LOM

Parmi les faiblesses de LOM :

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

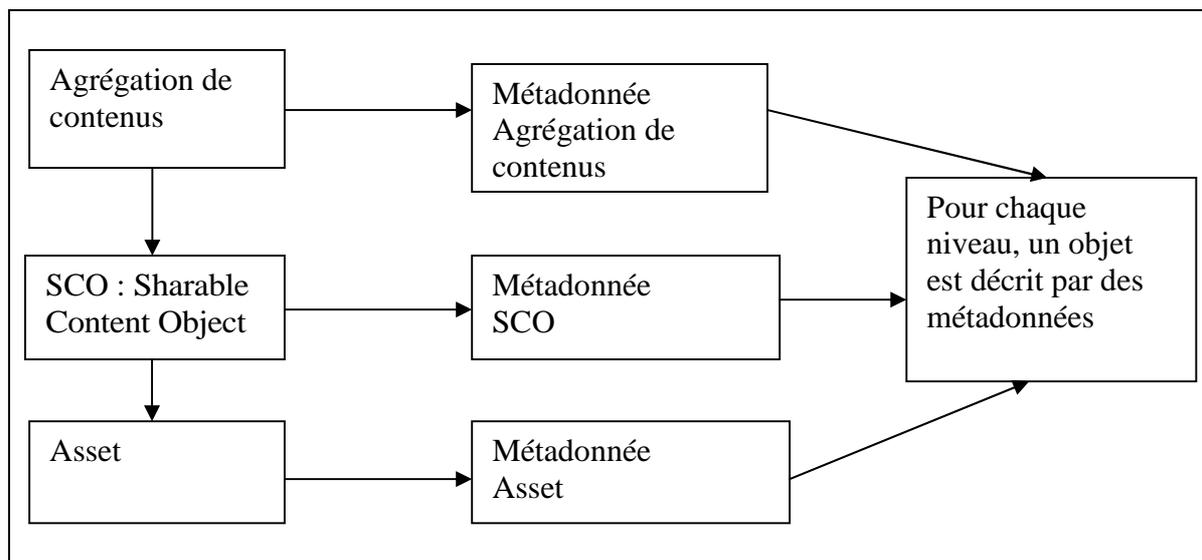
### **II.1.1.2. SCORM (Sharable Content Object Reference Model)**

Le modèle SCORM [32] complète le standard LOM en proposant :

- Un modèle d'agrégation (figure II.1.1.2.a).
- Un environnement d'exécution permettant de surveiller l'activité d'un apprenant depuis un LMS (figure II.1.1.2.b).

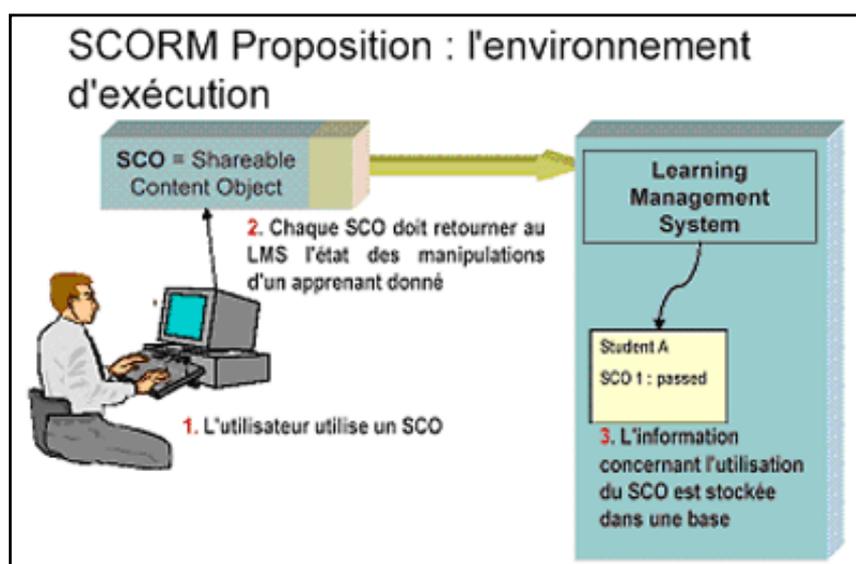
Le modèle SCORM définit une structure arborescente de représentation, avec au plus haut niveau l'agrégation de contenus (des cours par exemple), un niveau intermédiaire où se trouvent des objets de contenus partageables SCO « Sharable Content Object ». Les SCO représentent le niveau le plus fin de contenu susceptible d'être réutilisé. Le troisième niveau est le niveau de base appelé Assets, c'est-à-dire des ressources de base telles que des textes, des images, etc... .

Enfin, chaque niveau (asset, SCO, Agrégation de contenus) est associé à un ensemble de métadonnées 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.1.1.2.a. Modèle d'agrégation de SCORM**

La deuxième composante de SCORM concerne l'environnement d'exécution. Le principe consiste à renvoyer vers une plate-forme de formation des informations sur l'état d'utilisation d'un objet (a-t-il été parcouru ? lu ? effectué avec succès ? etc.). Ces informations peuvent être stockées dans une base de données et exploitées par la suite sur le plan pédagogique.



**Figure II.1.1.2.b. SCORM, l'environnement d'exécution**

## 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).

### II.1.2 Approche centrée sur les processus

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 et non pas les objets pédagogiques.

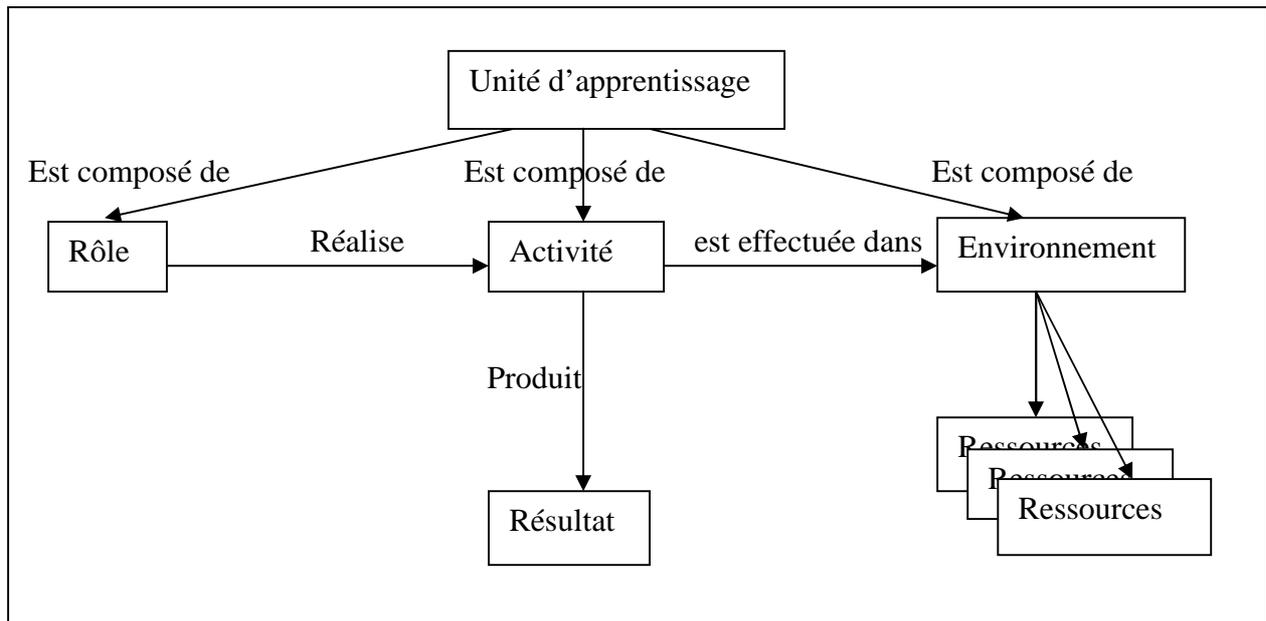
L'approche centrée sur les processus s'intéresse à définir des méthodes d'ingénierie pédagogique capables d'assurer la mise en place des ressources et des moyens pédagogiques facilitant la conception et la mise en place de formations. Comme le souligne Paquette [33], l'approche centrée sur les processus, qui est basée sur une dissociation entre activités et ressources, s'est attachée récemment à la nécessité d'exprimer les scénarios pédagogiques selon les formes normalisées afin d'en permettre l'échange et la réutilisation. Ceci a permis l'émergence des langages de modélisation pédagogique [34] essentiellement EML et IMS LD.

#### II.1.2.1. EML (Education Modelling Language)

EML [35], est issue de travaux de recherche européenne et constitue une généralisation de ce qu'étaient les LOM. EML est un modèle intégrateur de métadonnées (en XML) prenant en compte non seulement des éléments pour décrire les ressources pédagogiques et leur contenu (textes, tâches, tests, devoirs), mais aussi, le rôle, les liens, les interactions et les activités des formateurs et des apprenants.

Ce langage est construit à partir des remarques et constats de Bob Koper [36] et se caractérise par le fait que « les objets de connaissance ne constituent pas le concept clé de la réussite d'un Environnement d'Apprentissage(EA) »

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

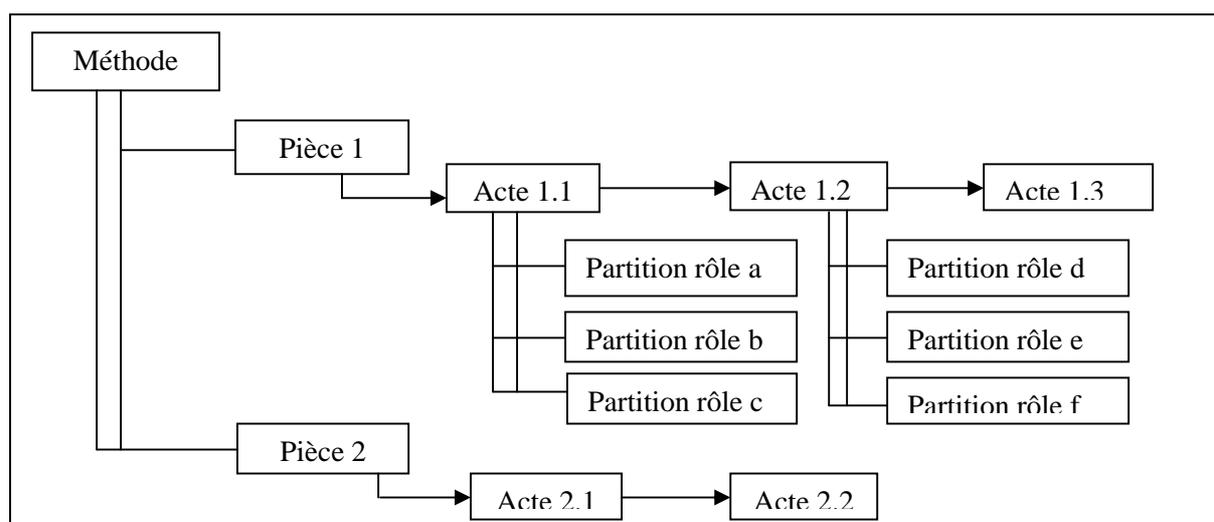
- Séparation explicite des activités et des ressources (qui peuvent être non numériques).
- Permet d'envisager d'autres types de réutilisation (réutilisation de scénarios).
- Propose une classification des activités (activités d'apprentissage, activités d'assistance, autre activités).
- Propose une classification des ressources (objets) (de connaissance, de test, outil, communications, etc).

### II.1.2.2. IMS LD

IMS LD (Instructional Management System Learning Design) [37] est une spécification d'IMS [38] 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 [39] [40]. 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 distribué 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 (étudier un document, effectuer un test, débattre d'une proposition, résoudre un problème, aider un apprenant, 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 pré-requis 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 partition, ce qui représente le scénario d'apprentissage.

Comme le montre la figure II.1.2.2, 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 par 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 pré-requis spécifient l'ensemble des conditions préalables à son suivi. Il est possible d'exprimer les objectifs et les pré-requis au niveau d'une unité d'apprentissage ou d'une activité.

## **II.2. Approche et standard retenus**

L'approche et le standard retenus sont ceux figurant dans les travaux menés par M<sup>r</sup> Ramdane Mohamed.

### **II.2.1. Approche retenue**

Pour modéliser un télé-TP, ses travaux se sont appuyés sur l'approche centrée sur les processus qui considèrent 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 rôles 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**

Le standard qu'il a retenu est 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 est composée d'une méthode fixant les pré-requis et les objectifs pédagogiques. Dans cette méthode, il est possible de définir plusieurs pièces simultanées, 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.

### III. Modèle de TP proposé

Ce modèle montre que concevoir un TP, revient à définir le(s) objectif(s) pédagogiques, le(s) dispositif(s) technologique(s), le scénario pédagogique les acteurs humains et éventuellement les pré-requis nécessaires.

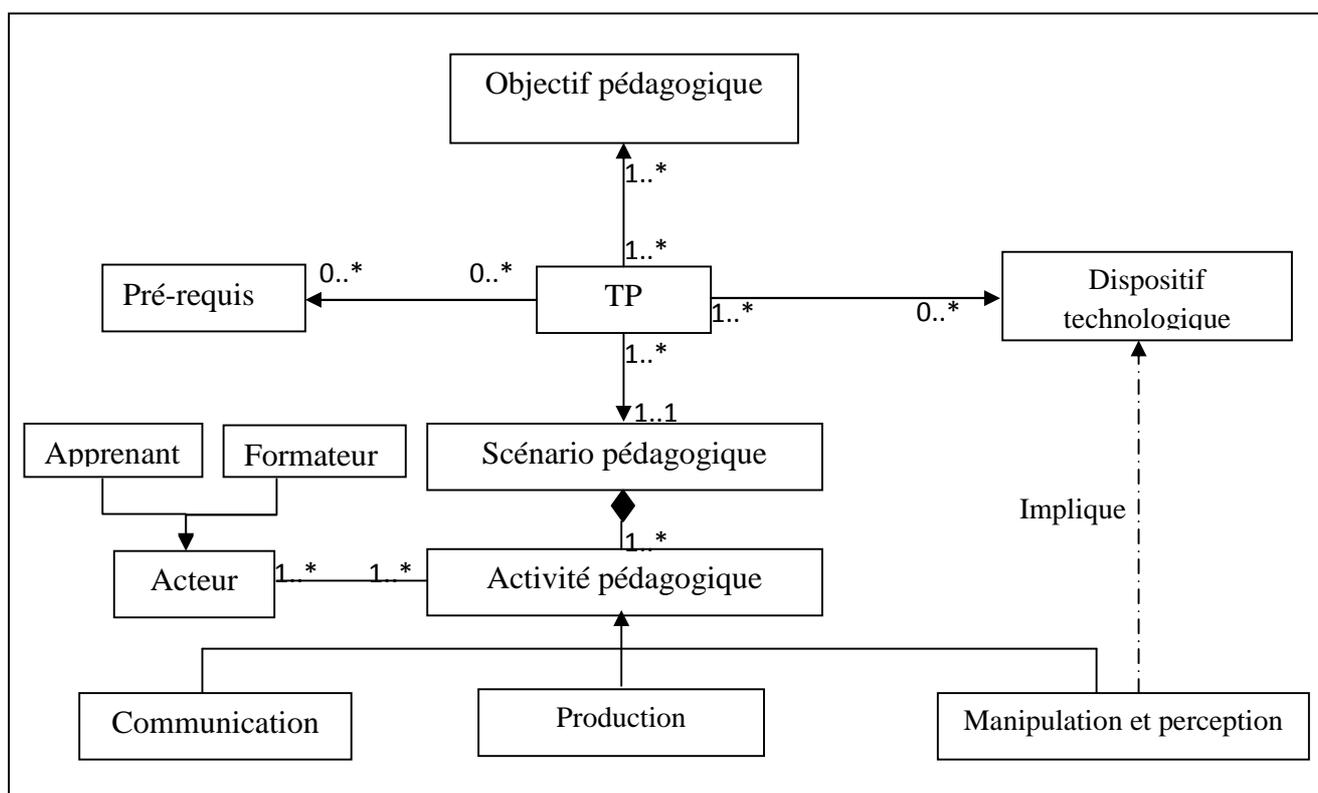


Figure III. Modèle de TP proposé

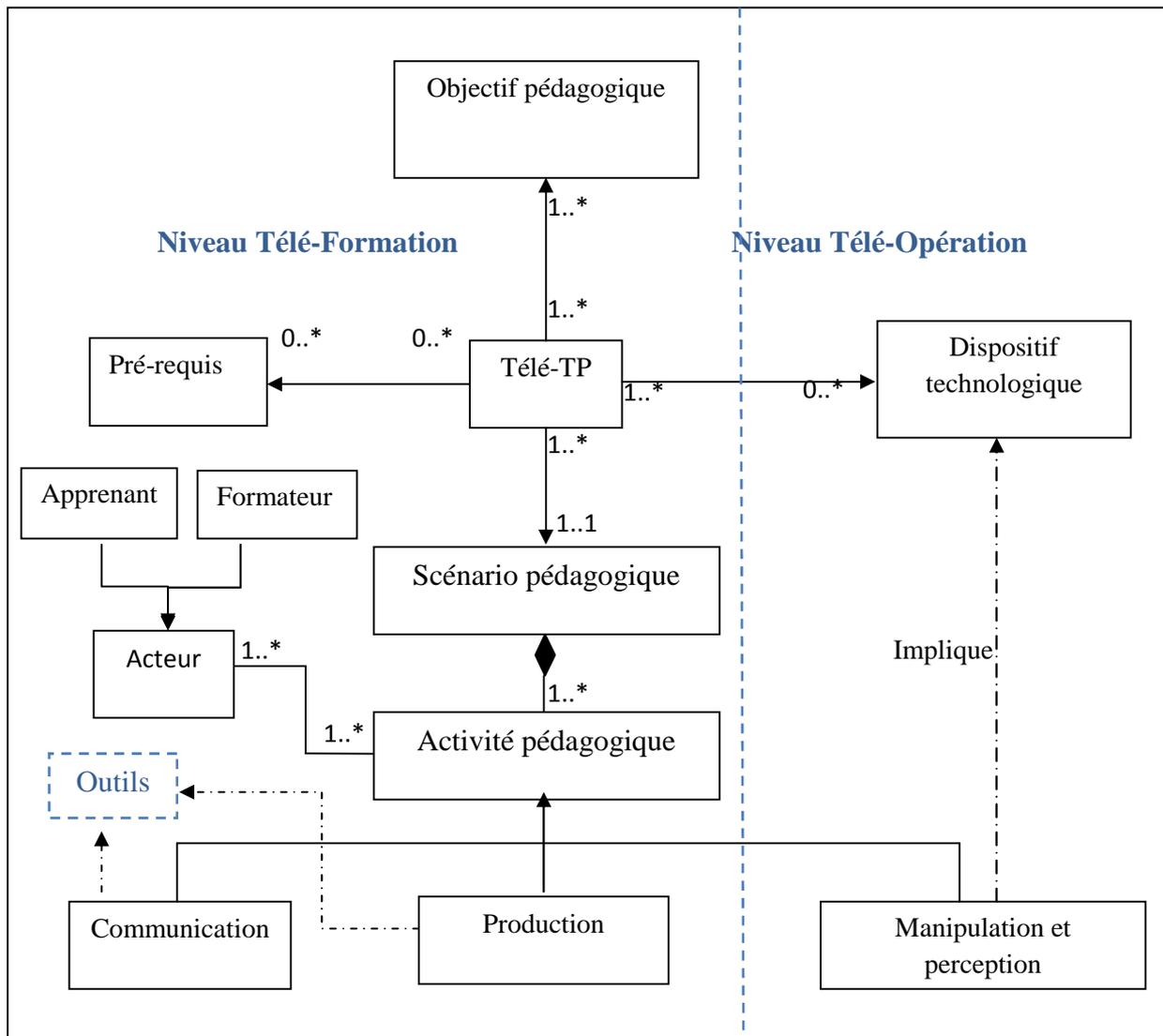
- **Objectifs pédagogiques** : Le point commun entre différents TP se situe au niveau des objectifs pédagogiques globaux (par exemple : lier la théorie à la pratique).
- **Pré-requis** : Dans de nombreux cas (toutes disciplines confondues), les travaux pratiques nécessitent des connaissances préalables (souvent acquises dans les cours et les TD).

- **Dispositif technologique** : L'une des particularités des travaux pratiques, en comparaison avec d'autres vecteurs pédagogiques c'est d'être liés à l'utilisation d'instruments, d'appareillages, de produits, etc.
- **Scénario pédagogique** : Correspond au déroulement d'un TP, représente l'enchaînement de plusieurs activités, chaque activité peut être de type apprentissage (manipulation, perception, production ex : rédiger un compte rendu) ou de type soutien (communication).
- **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. Propositions 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 les apprenants et le travail collaboratif (entre apprenant) ne peuvent avoir lieu qu'à l'aide d'outils de communication à distance (courriel, messagerie instantanée,...). L'extension ici consiste à offrir aux acteurs du télé-TP l'ensemble des outils nécessaires pour reproduire les échanges existant entre les acteurs d'un TP en présentiel.
- **Télé-opération** : Le niveau télé-opération représente les principaux éléments relatifs à la manipulation à distance. Plus précisément : les activités pédagogiques liées à la télé-opération (pilotage de la manipulation et visualisation). Les principales activités de la télé-opération sont : la perception du dispositif technologique et son pilotage.



**Figure IV. Modèle de télé-TP proposé**

## V. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté le modèle de télé-TP proposé par Ramadane 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.

# CHAPITRE III

*Conception du laboratoire  
virtuel*

## I. Introduction

Dans ce chapitre, nous nous proposons de décrire l'architecture du laboratoire virtuel.

En premier lieu, on a pensé à définir le processus de synthèse de protéine afin de concevoir de façon précise le laboratoire. En second lieu on décrira l'architecture du laboratoire virtuel en représentant de façon détaillée les éléments de la plate-forme, les étapes à suivre dans le laboratoire pour effectuer le TP ainsi que le scénario du télé-TP.

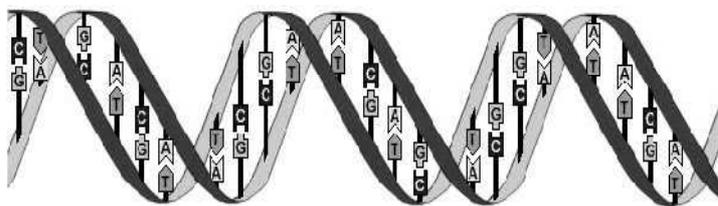
## II. Processus de synthèse de protéine

Les protéines sont des molécules qui jouent un rôle biologique très important. Elles peuvent avoir des fonctions très diverses ; de façon générale, on peut dire qu'elles font le lien entre génotype (l'information génétique, contenue dans l'ADN) et phénotype (l'expression visible du génotype, par exemple avoir les yeux bleus).

Nous allons ici nous intéresser à la construction de ces protéines, suivant le contenu de l'ADN.

### II.1. L'ADN, support de l'information génétique

La molécule d'ADN est composée de deux brins formant une structure de double hélice. Chacun des deux brins d'ADN est une séquence de bases. Quatre bases différentes sont utilisées dans un brin d'ADN : l'adénine (A), la thymine (T), la cytosine (C) et la guanine (G). Ces deux brins d'ADN sont complémentaires, c'est-à-dire que les bases de chaque brin sont face à face suivant le schéma suivant :



Brin1	A	T	C	G
Brin2	T	A	G	C

Sur les deux brins de l'ADN, un seul code l'information génétique.

### II.2. Synthèse d'une protéine

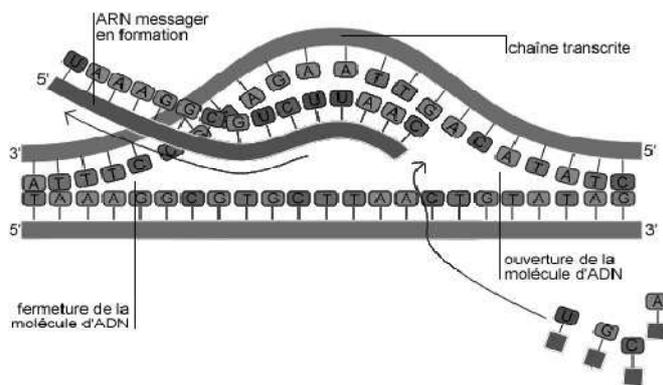
La synthèse d'une protéine à partir de l'information contenue dans l'ADN se déroule en deux étapes :

1. La transcription de l'ADN en ARN messenger.
2. La traduction de l'ARN messenger en une protéine.

### II.2.1 L'ARN messenger

La molécule d'ARN messenger est une séquence de bases. Quatre bases différentes sont utilisées dans une molécule d'ARN messenger : l'adénine (A), l'uracile (U), la cytosine (C) et la guanine (G).

La première étape de la synthèse des protéines est la transcription du brin codant de l'ADN en ARN messenger. Le brin d'ADN transcrit et le brin d'ARN messenger créé sont aussi complémentaires. Le schéma ci-dessous illustre la formation de cet ARN messenger et le tableau présente les associations (base ADN, base ARN messenger) employées pour créer le brin d'ARN.



ADN	A	T	C	G
ARNmessenger	U	A	G	C

### II.2.2 Synthèse d'une protéine

La seconde étape de la synthèse d'une protéine est la traduction de l'ARN messenger en une séquence d'acides aminés représentant une protéine. Autrement dit, il faut donner une signification à une suite de bases : c'est ce que fait le code génétique, donné dans le tableau ci-dessous, en associant à un triplet de bases un acide aminé.

Il devient donc possible de traduire une molécule d'ARN messenger en une séquence d'acides aminés, c'est-à-dire une protéine.

	U		C		A		G	
U	UUU	phénylalanine	UCU	sérine	UAU	tyrosine	UGU	cystéine
	UUC		UCC		UAC		UGC	
	UUA	leucine	UCA		UAA	stop	UGA	stop
	UUG		UCG		UAG		UGG	tryptophane
C	CUU	leucine	CCU	proline	CAU	histidine	CGU	arginine
	CUC		CCC		CAC		CGC	
	CUA		CCA		CAA		CGA	
	CUG		CCG		CAG		CGG	
A	AUU	isoleucine	ACU	thréonine	AAU	asparagine	AGU	sérine
	AUC		ACC		AAC		AGC	
	AUA		ACA		AAA	lysine	AGA	arginine
	AUG	méthionine	ACG		AAG		AGG	
G	GUU	valine	GCU	alanine	GAU	acide	GGU	glycine
	GUC		GCC		GAC	aspartique	GGC	
	GUA		GCA		GAA	acide	GGA	
	GUG		GCG		GAG	glutamique	GGG	

Tableau II.2.2 code génétique

### II.2.3 Exemple

La figure ci-dessous montre les deux brins d'une molécule d'ADN ; il est facile de vérifier qu'ils sont complémentaires. Le brin codant est situé en bas.

Le brin codant de la molécule d'ADN est alors transcrit en ARN messager.

Enfin, la molécule d'ARN messager peut être traduite en une séquence d'acides aminés à l'aide du code génétique : AUG donne la méthionine, puis CGU donne l'arginine, etc. Cette séquence d'acides aminés forme la protéine qu'il fallait synthétiser.

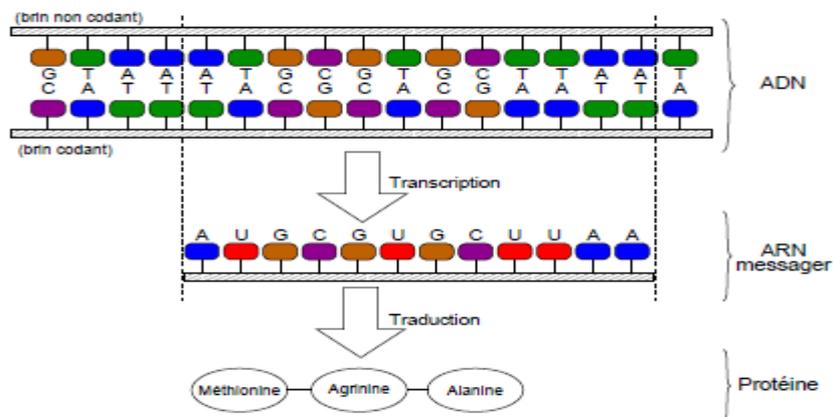


Figure II.2.3 Exemple de synthèse de protéine

### II.3. Synthèse de plusieurs protéines

Dans la réalité, un brin d'ADN est très long et contient des informations pour synthétiser un grand nombre de protéines. Une partie du brin codant de l'ADN correspondant à une (et une seule) protéine est appelée un gène. Le brin codant d'ADN est donc une juxtaposition de gènes.

Afin de pouvoir distinguer les différents gènes présents, ceux-ci sont séparés par des indicateurs « stope ». Ces stops font partie du code génétique.

### III. Architecture du laboratoire virtuel

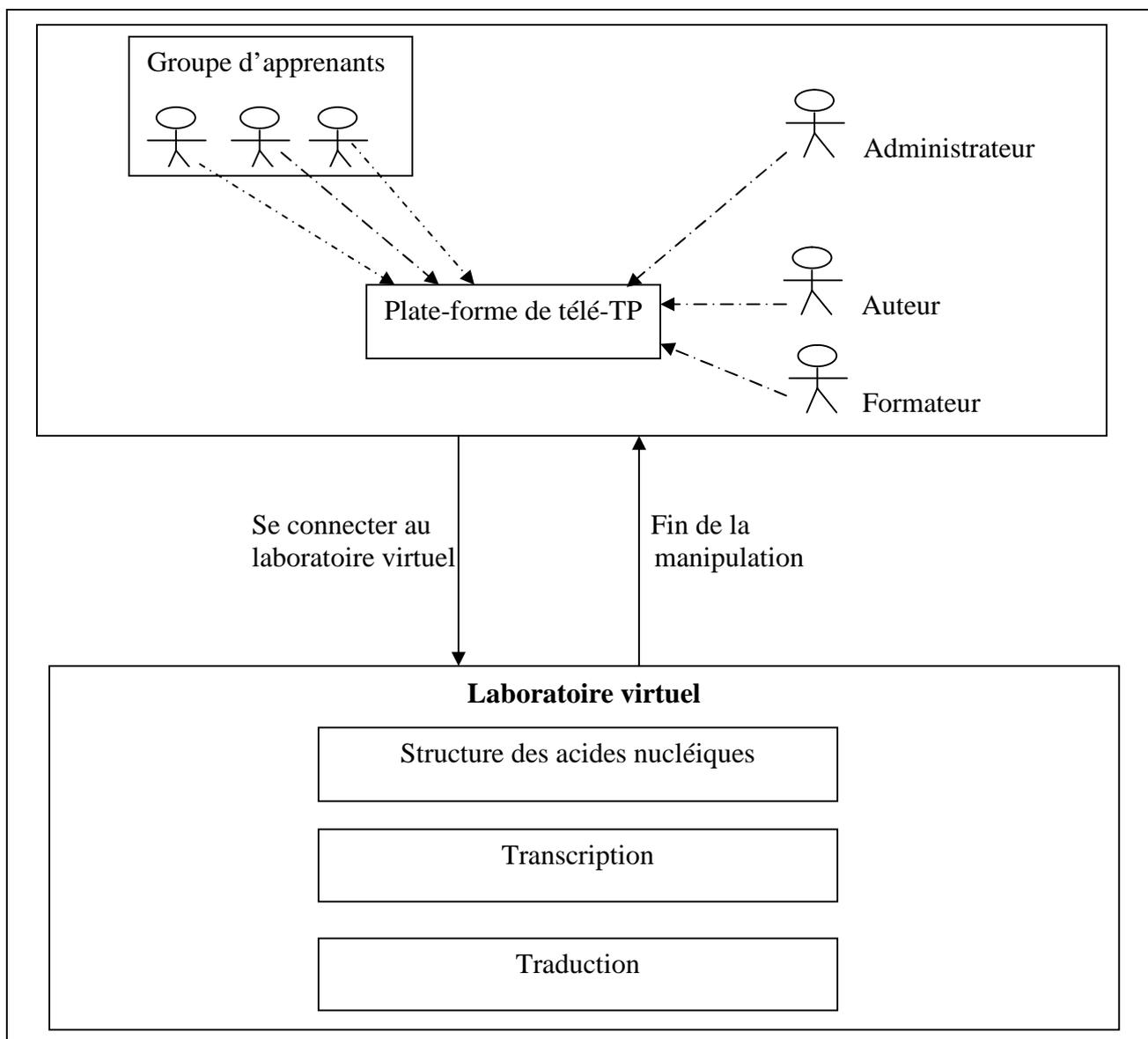


Figure III. Architecture du laboratoire virtuel

L'architecture du laboratoire virtuel présentée dans la figure ci-dessus est composée de deux éléments jugés importants pour réaliser un télé-TP : la plate-forme du télé-TP et le laboratoire virtuel.

### III.1. La plate forme du télé-TP

On distingue quatre acteurs principaux dans notre plate-forme :

Le premier acteur est l'**Auteur**, il est chargé de concevoir des télé-TP et d'assurer leur gestion.

Le deuxième acteur est l'**Administrateur**, c'est le responsable organisationnel de la plate-forme de télé-TP. Il est chargé d'assurer l'intégration et la mise à jour de scénarios pédagogiques, la gestion des utilisateurs, l'attribution de leurs droits d'accès et la planification des sessions de télé-TP.

Le troisième type d'acteur est l'**Apprenant**, il s'agit de la personne effectuant un télé-TP dans le but d'atteindre des objectifs pédagogiques visés par le télé-TP.

Le quatrième acteur est le **formateur**, son rôle est d'assurer le suivi ou l'encadrement des apprenants.

### III.2. le laboratoire virtuel

Dans cette section, on va expliquer le fonctionnement du laboratoire virtuel pour synthétiser une protéine.

La première étape consiste en une présentation des structures des acides nucléiques.

La deuxième étape est celle de la transcription. Celle-ci nous permet de saisir le brin de l'ADN, de déduire le brin complémentaire et enfin la séquence de l'ARN messenger.

La dernière étape permet la traduction de l'ARN messenger obtenu dans l'étape précédente en une succession d'acides aminés, l'ensemble des acides aminés forme une protéine.

### III.3. Le scénario du télé-TP

Il correspond au déroulement du télé-TP et 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 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.

Ainsi les activités identifiées dans le scénario de télé-TP sont résumées par le tableau suivant :

N°	Activité
1	Lire l'énoncé
2	Prendre des notes
3	Manipuler le dispositif
4	Rédiger le compte-rendu
5	Remettre le compte-rendu

**Tableau III.3 Activités identifiées dans le scénario de télé-TP**

#### **IV. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons présenté l'architecture du laboratoire virtuel, en décrivant les différents modules qui le composent dans un environnement de formation à distance reposant sur quatre types d'acteurs (Formateur, Apprenant, Auteur et Administrateur).

Le chapitre suivant sera consacré à la réalisation de notre système, en présentant les outils de développement utilisés et les différentes fonctionnalités de notre application à travers ses différentes interfaces.

# CHAPITRE IV

*Réalisation et mise en œuvre*

## **I. Introduction**

Dans ce chapitre nous allons traiter les différents aspects techniques liés à l'implémentation et la mise en œuvre de notre application. D'abord, nous allons présenter nos choix des technologies et outils adoptés qui nous ont servi d'appui pour la développer. Nous présenterons par la suite, les principales interfaces via lesquelles les différents types d'utilisateurs (Formateur, apprenants, ...etc.) interagissent avec le système.

## **II. Environnement de développement et d'implémentation**

Nous allons décrire les différents choix techniques pour lesquels nous avons opté.

### **II.1 Présentation du matériel utilisé**

Pour la réalisation de notre application nous avons utilisé un micro-ordinateur HP 550 ayant les caractéristiques suivantes :

- Processeur : Intel(R) Core(TM) 2 Duo CPU T5670 1,80 GHz
- RAM : 2 GO
- Disque dur : 250 GO

### **II.2 Présentation du système d'exploitation utilisé**

Le développement a été réalisé sous Windows 7.

Windows 7 est la dernière version du système d'exploitation produit par le géant américain de l'informatique 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. Présentation des langages de programmation utilisés**

Pour le développement de notre application qui est une application web, nous avons utilisé les langages suivants :

### II.3.1. Le langage HTML (Hyper Text Markup Language )

Le HTML (Hyper Text Markup Language) est un langage utilisé pour créer des pages web. Il permet de baliser une page, c'est-à-dire d'indiquer au navigateur web (qui est chargé d'afficher la page web) la façon dont le contenu de cette page doit être présenté : où commence une nouvelle ligne, comment aligner le texte ou les images, ...etc. Ces indications sont définies au moyen de balises (tags en anglais) insérées dans la page. En résumé, le HTML permet de spécifier la structure et le format des pages web.

#### ➤ Structure du document HTML :

Un document HTML commence par la balise <HTML> et finit par la balise </HTML>. Il contient également un en-tête décrivant le titre de la page, puis un corps dans lequel se trouve le contenu de la page.

L'en-tête est délimité par les balises <HEAD> et </HEAD>. Le corps est délimité par les balises <BODY> et </BODY>.

Nous décrivons dans la table ci-dessous quelques balises :

	Balises HTML	Description
<b>Balises de l'en-tête &lt;HEAD&gt;</b>	<TITLE>	Pouvoir identifier le document dans un ensemble plus large comme un index
	<BASE>	Permet d'indiquer une adresse de base.
<b>Balises du corps du document &lt;BODY&gt;</b>	<B> ou bien <STRONG>	Caractère gras
	<I> ou bien <EM>	Caractère italique
	<FONT>	Couleur de caractère
	<CENTER>	Centrer

	 	Retour à la ligne
<b>Les liens :</b> permet en cliquant sur un mot, généralement souligné (ou une image) d'être transporté.	<A HREF= "document">text</A>	Lien vers un fichier HTML sur le même ordinateur avec document désigne le document vers lequel on pointe et texte représente le texte qui sera affiché pour représenter le lien hypertexte.
	<A HREF=URL>...</A>	Lien vers un autre site distant. Exemple : URL : <a href="http://google.fr">http://google.fr</a>
<b>Les images</b>	<IMG SRC="nom_image.gif">	Pour insérer une image locale, où nom_image.gif est le nom complet du fichier
	<IMG SRC="URL">	Pour insérer une image distante. URL étant l'adresse complète du fichier image.
<b>Les tableaux</b>	<TABLE> et </TABLE>	Début et fin du tableau
	<TR> et </TR>	Début et fin de ligne. TR : Table Row.
	<TD> et </TD>	Début et fin de cellule. TD : Table Data

Tableau II.3.1. Description de quelques balises HTML

➤ exemple d'une page HTML minimaliste :

```
<HTML>
```

```
  <HEAD>
```

```
    <TITLE>Titre de la page</TITLE>
```

```
  </HEAD>
```

```
<BODY>
```

Contenu de la page

</BODY>

</HTML>

### II.3.2. Le langage de Script PHP (hypertexte preprocesor)

PHP est un langage de scripts coté serveur qui a été conçu spécifiquement pour le Web. Dans une page html, vous pouvez inclure du PHP qui sera exécuté chaque fois qu'un visiteur affichera la page. Ce code PHP est interprété au niveau du serveur Web et génère du code html ou toute autre donnée affichable dans le navigateur de l'utilisateur.

PHP est très majoritairement installé sur un serveur Apache, mais peut être installé sur les autres principaux serveurs http du marché.

PHP est un produit open source, ce qui signifie que vous pouvez vous procurer son code, l'utiliser, le modifier et le redistribuer gratuitement.

#### ➤ Les avantages de PHP

- La gratuité et la disponibilité du code source
- La simplicité d'écriture de script
- La possibilité d'inclure le script PHP au sein d'une page HTML
- La rapidité d'exécution des scripts sur le serveur
- La facilité d'interfaçage avec des bases de données
- La bonne gestion des requêtes SQL
- L'intégration au sein de nombreux serveurs Web (Apache, Microsoft IIS, ...).

#### ➤ Comment fonctionne PHP

Dans une utilisation Web, l'exécution du code PHP se déroule ainsi : lorsqu'un visiteur demande à consulter une page Web, son navigateur envoie une requête au serveur HTTP correspondant. Si la page est identifiée comme un script PHP (généralement grâce à l'extension .php), le serveur appelle l'interprète PHP qui va traiter et générer le code final de la page (constitué généralement d'HTML ou de XHTML, mais aussi souvent de CSS et de JS). Ce contenu est renvoyé au serveur HTTP, qui l'envoie finalement au client.

La figure ci-dessous illustre ce mode de fonctionnement.

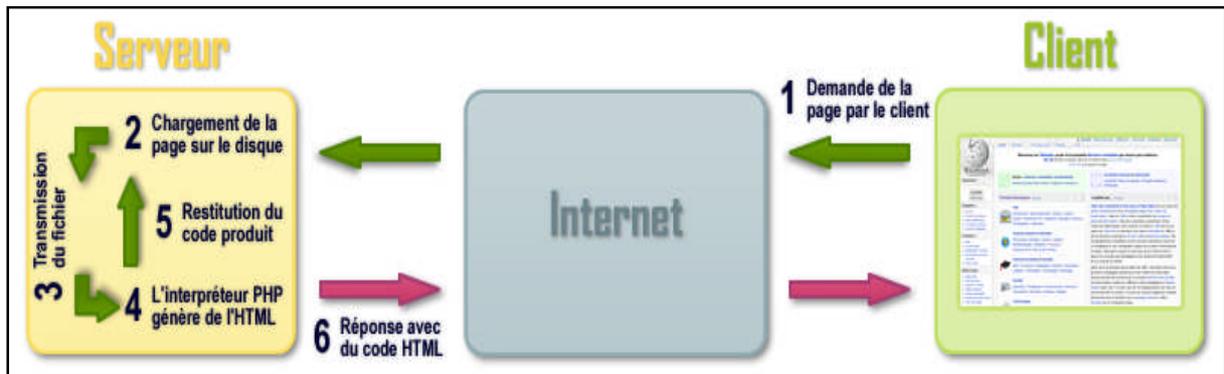


Figure II.3.2. Fonctionnement de PHP

### ➤ La syntaxe

```
< ? php code php ? >
```

```
< ? code php ? >
```

```
< % code php % >
```

**Exemple** : un exemple du traditionnel Hello world :

```
< ? php
```

```
Echo 'Hello World'
```

```
? >
```

Résultat affiché : Hello, World

### II.3.3. Le langage de requête SQL (Structured query language)

Ou langage structuré de requêtes, est un pseudo langage informatique (de type requête) standard et normalisé, destiné à interroger ou à manipuler une base de données relationnelle :

- La manipulation des bases de données (sélection, modification et suppression d'enregistrements).
- La gestion des droits d'accès aux modifications.

### II.3.4. Le Java Script

Le Java Script est un langage de script incorporé dans un document HTML. Historiquement il s'agit même du premier langage de script pour le Web. Ce langage est un langage de programmation qui permet d'apporter des améliorations au langage HTML en permettant d'exécuter des commandes du côté client, c'est-à-dire au niveau du navigateur et non du serveur web. Ainsi le langage JavaScript est fortement dépendant du navigateur appelant la page web dans laquelle le script est incorporé, mais en contrepartie il ne nécessite pas de compilateur, contrairement au langage Java, avec lequel il a longtemps été confondu.

Java Script a été mis au point par Netscape en 1995. A l'origine, il se nommait LiveScript et était destiné à fournir un langage de script simple au navigateur Netscape Navigator 2.

### II.3.5. Le langage Java

Le langage Java est un langage de programmation informatique 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 la particularité principale que les logiciels écrits avec ce dernier sont très facilement portables sur plusieurs systèmes d'exploitation tels que UNIX, Microsoft Windows, Mac OS ou Linux avec peu ou pas de modifications. C'est la plate-forme qui garantit la portabilité des applications développées en Java.

Le langage 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 à la fois les plus déroutants, tels que l'héritage multiple remplacé par l'implémentation des interfaces. Les concepteurs ont privilégié l'approche orientée objet de sorte qu'en Java, tout est objet à l'exception des types primitifs (nombres entiers, nombres à virgule flottante, etc.).

Une application développée en java fonctionne (sans aucune modification, même pas une recompilation) dans n'importe quel environnement disposant d'une MVJ (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.

Il existe trois versions majeures de Java :

- Java 1.0 :

C'est la première version stable du langage, de ce fait la totalité des navigateurs la supporte.

- Java 1.1:

Cette version du langage a été publiée début 1997, elle apporte des améliorations syntaxiques ainsi que des progrès au niveau de l'interface utilisateur et de la gestion des exceptions.

- Java 2:

La version 2 apporte des améliorations multimédias. Elle permet par exemple l'utilisation d'interface utilisateur graphique avancée avec swing.

### **III. Les outils de développement**

#### **III.1. Le serveur web Apache**

Apache HTTP Server, souvent appelé Apache, est un logiciel de serveur HTTP produit par l'Apache Software Foundation. C'est le serveur HTTP le plus populaire du web.

Apache est apparu en avril 1995. Au début, il s'agissait d'une collection de correctifs et d'additions au serveur NCSA HTTPD 1.3

Apache est devenu le serveur HTTP le plus répandu sur Internet. En mai 1999, il faisait tourner 57 % des serveurs web, et si début 2004 il était à environ 69 % de parts de marché, il ne détient plus que 50,61 % du marché à la fin du mois de janvier 2008. En février 2008, Apache représente 50,93 % des parts du marché. En décembre 2008, ses parts du marché sont de 72,45 %.

Notre choix d'utiliser le serveur Apache se justifie par plusieurs raisons : Il est ouvert et portable, contrairement au serveur Microsoft IIS. De plus, il est considéré comme stable et sécurisé. Apache profite aujourd'hui de sa popularité, de sa stabilité, de sa sécurité, de sa modularité et de sa complétude. Il est en outre associé au langage de script PHP que nous utiliserons pour l'implémentation de notre plate-forme

## III.2 Le serveur de bases de données MySQL

### III.2.1 MySQL

MySQL est un véritable serveur de base de données SQL (Structured Query Language) qui est un langage de requêtes vers les bases de données exploitant le modèle relationnel. Il en reprend la syntaxe mais n'en conserve pas toute la puissance puisque de nombreuses fonctionnalités de SQL n'apparaissent pas dans MySQL (sélection imbriquées, clés étrangères...etc.). MySQL est une configuration client/serveur qui est souvent utilisée avec le langage de création de pages Web dynamiques PHP comme le montre la figure suivante :

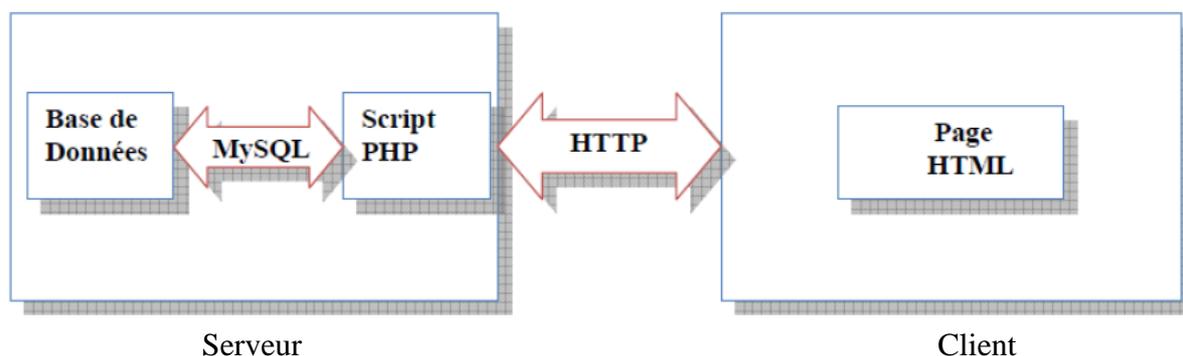


Figure III.2.1. Position du serveur MySQL

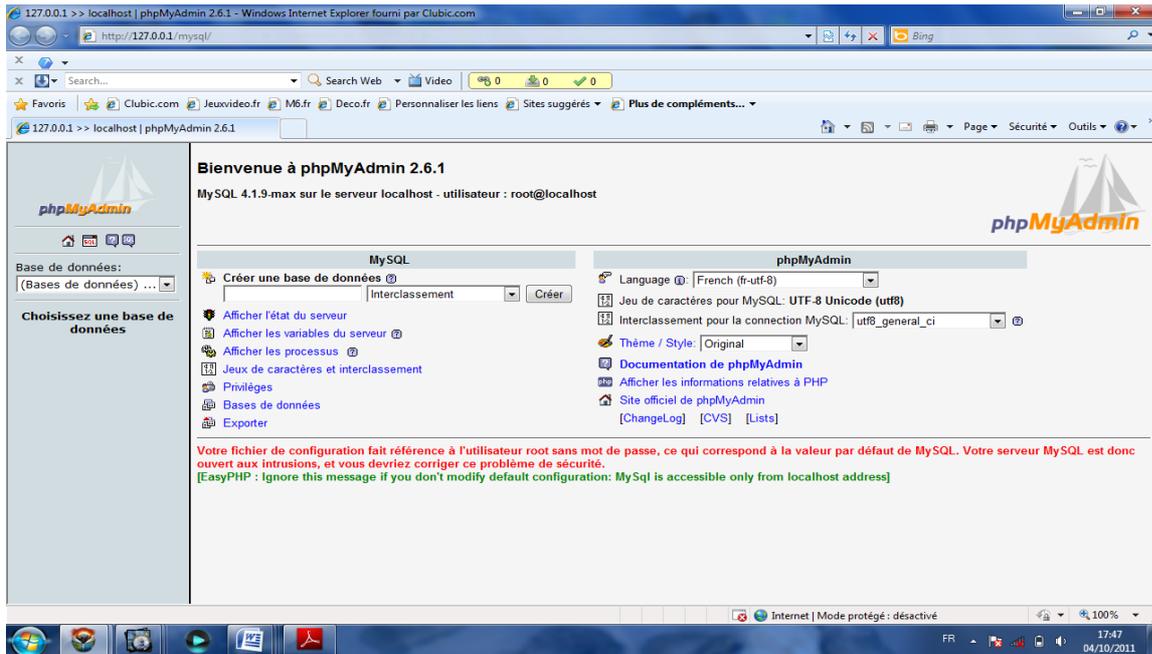
MySQL permet la manipulation des tables (création, suppression, modification de la structure des tables).

### III.2.2. Une interface graphique PHP MyAdmin

PhpMyAdmin est une interface conviviale gratuite réalisée en langage PHP pour l'administration de bases de données MySQL afin de faciliter la gestion des bases de données MySQL sur un serveur. Il permet de :

- Créer/supprimer de nouvelles bases.
- Créer/modifier/supprimer/copier des tables.
- Afficher/ajouter/modifier/supprimer des tuples dans les tables.
- Effectuer des sauvegardes de la structure et/ou des données.
- Gérer les privilèges des utilisateurs.

L'interface est la suivante :



### III.2.2. Interface phpMyAdmin

## IV. Les logiciels utilisés

Pour le développement de notre application on a utilisé les logiciels suivants :

### IV.1. Easy PHP 3.0

Easy PHP 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 à un serveur externe) des scripts PHP.

Easy PHP n'est pas en soi un logiciel, mais un environnement comprenant deux serveurs (un serveur web Apache et un serveur de bases de données MySQL), un interpréteur de script

(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 suivant :

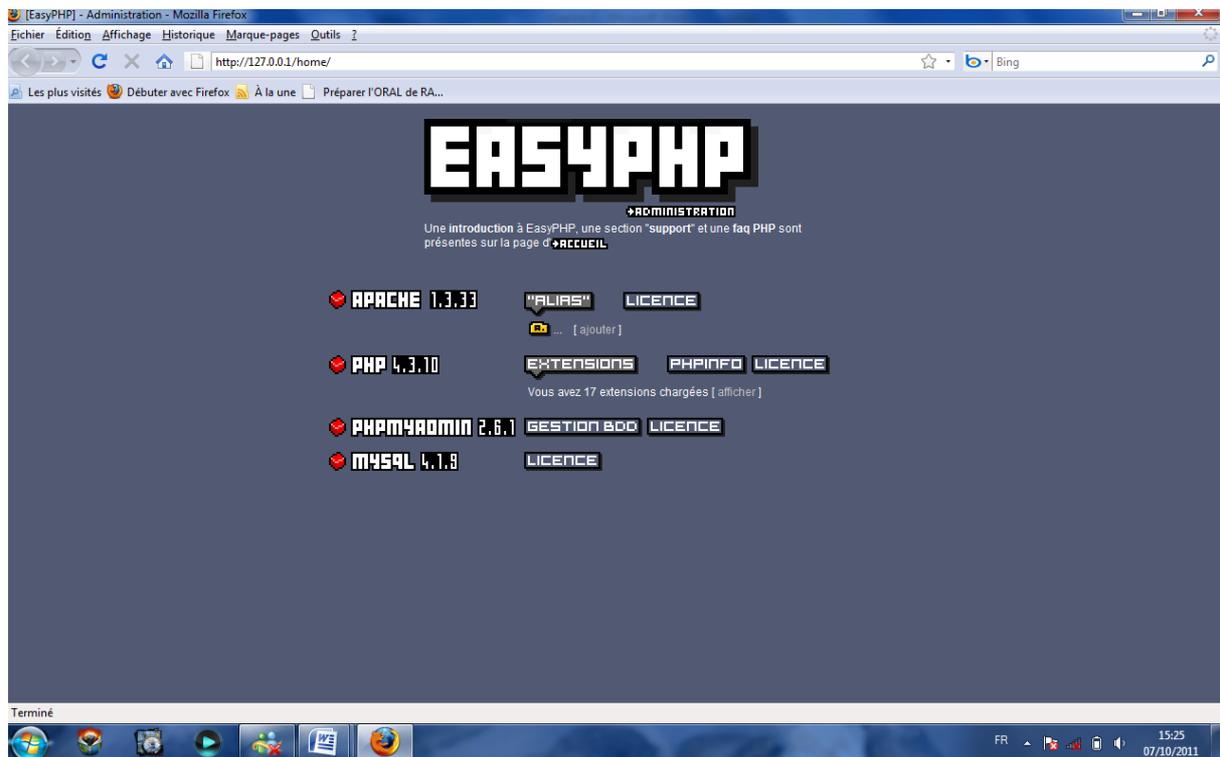


Figure IV.1. Interface d'EasyPHP

- **Lancement d'EasyPHP**

On ne peut pas, à proprement dire, parler du lancement d'EasyPHP, il s'agit en fait de la mise en route du serveur Apache et de MySQL.

Lors de l'installation, un raccourci vers EasyPHP est créé dans le repertoire Windows : « C:/Program files/EasyPHP ». Une fois EasyPHP lancé, une icône se place dans la barre des tâches.

Un clic droit permet d'accéder à différents menus :

- Aide : pour avoir plus d'informations sur l'utilisation.
- Fichier log : renvoie aux erreurs générées par Apache et MySQL.
- Configuration : donne accès aux différentes configurations d'EasyPHP.
- Web local : ouvre la page <http://localhost/>.
- Redémarrer : redémarre Apache et MySQL.
- Arrêter : Arrêter Apache et MySQL.
- Quitter : ferme EasyPHP.

Utilisation du répertoire « www » :

Pour que vos pages PHP soient interprétées, il est impératif de placer vos fichiers dans le répertoire www. Le serveur Apache est configuré pour ouvrir automatiquement un fichier index lorsque vous saisissez l'adresse <http://localhost/> ou bien <http://127.0.0.1/>.

Cette page sert de page d'accueil au web local et permet de vérifier le bon fonctionnement d'EasyPHP. Il est conseillé de créer un répertoire par projet dans le répertoire www afin d'avoir une version plus claire de vos développements. Pour visualiser les pages PHP voici le chemin à suivre : lancer EasyPHP , ouvrir le web local, sélectionner le répertoire de travail puis cliquer sur le fichier que vous voulez développer.

## IV.2. Macromedia Dreamweaver

Dreamweaver Macromedia Dreamweaver8 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 directement 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. Cette dernière option est particulièrement

intéressante pour les débutants qui, à terme, souhaitent se familiariser avec le langage HTML, il peut être utilisé avec des langages web dynamiques (ASP, PHP) à l'aide d'outils relativement simples d'utilisation.

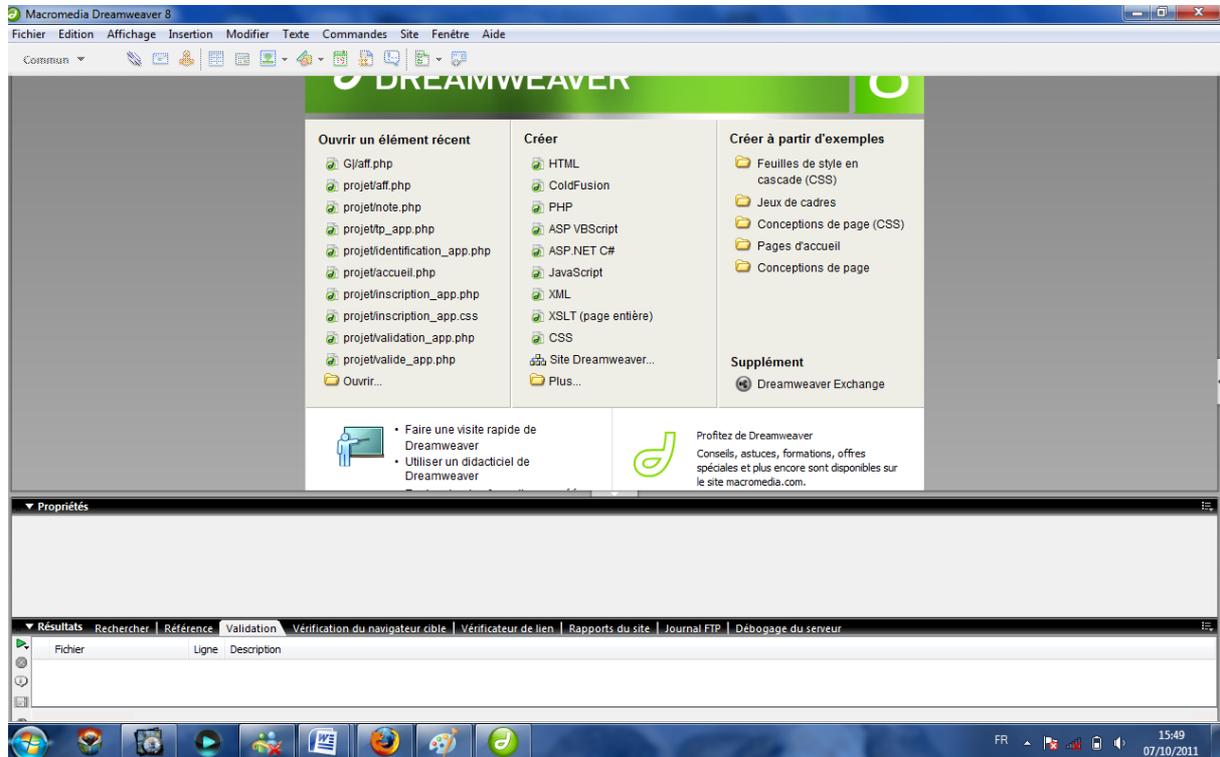


Figure IV.2. Interface Dreamweaver

### IV.3. Présentation de Flash

Flash est un outil de programmation qui permet aux concepteurs et aux développeurs de créer des présentations, des applications et d'autres types de contenu qui permettent une interaction avec l'utilisateur. Les projets Flash peuvent inclure des animations simples, du contenu vidéo, des présentations complexes, des applications ainsi que tout élément s'y rapportant. En règle générale, les éléments de contenu conçus avec Flash sont appelés applications, même s'il peut s'agir d'une simple animation. Vous pouvez enrichir vos applications Flash en y ajoutant des images, du son, de la vidéo et des effets spéciaux.

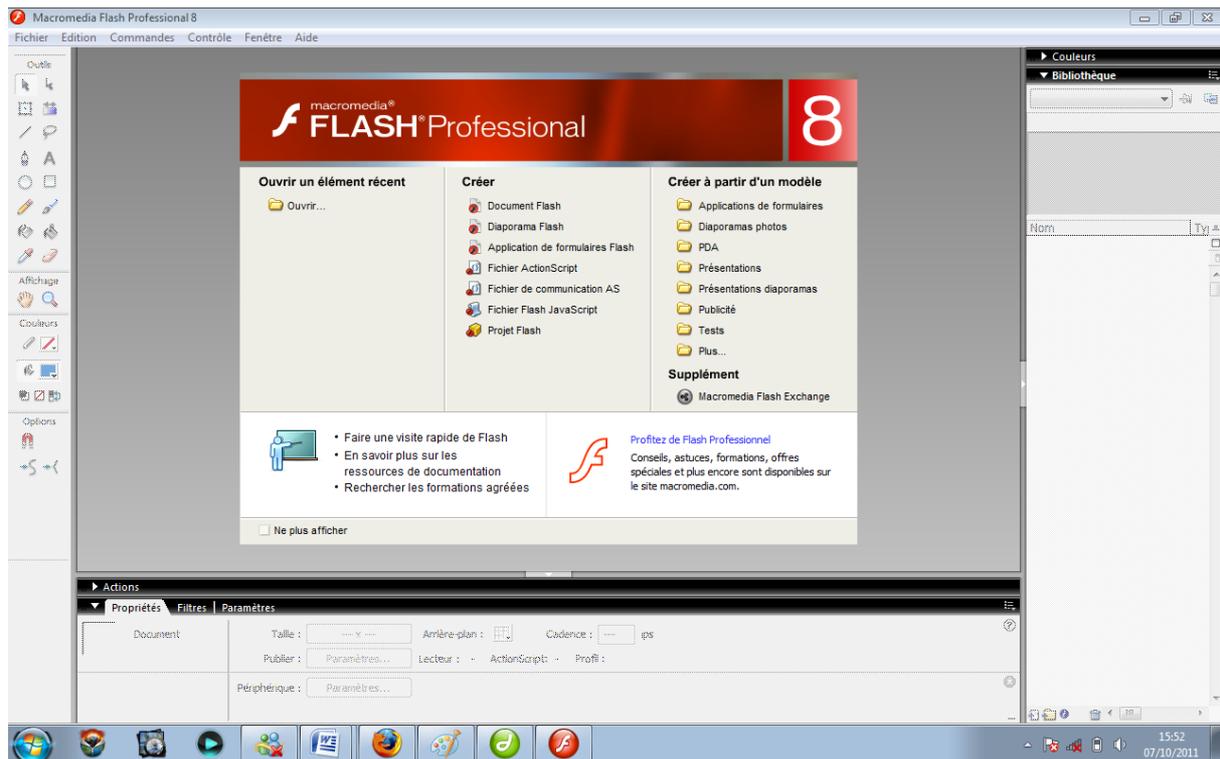


Figure IV.3. Interface Macromedia Flash

#### IV.4. L'environnement NetBeans

NetBeans est un environnement de développement intégré (IDE : Integrated Development Environment) pour Java, placé en open source par Sun en juin 2000 sous licence CDDL (Common Development and Distribution License). En plus de Java, NetBeans permet également de supporter différents autres langages, comme Python, C, C++, XML et HTML. Il comprend toutes les caractéristiques d'un IDE moderne (éditeur en couleur, projets multi-langage, éditeur graphique d'interfaces et de pages web).

NetBeans est disponible sous Windows, Linux, Solaris (sur x86 et SPARC), Mac OS X et Open VMS).

NetBeans est lui-même développé en Java.

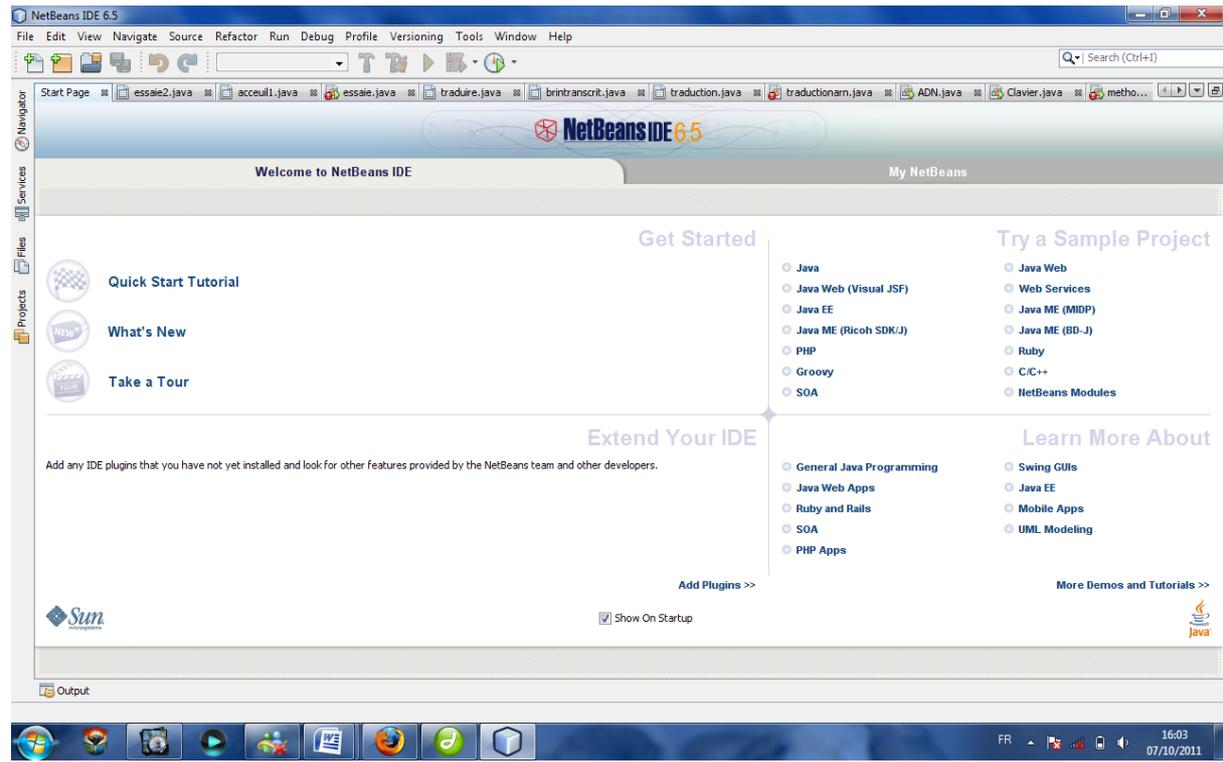


Figure IV.4. Interface de l'environnement Netbeans

## V. Présentation de quelques interfaces du site

Nous allons présenter dans ce qui suit les principales 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 leur différents espaces.

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



**Figure V.1. Interfaces de la page d'accueil**

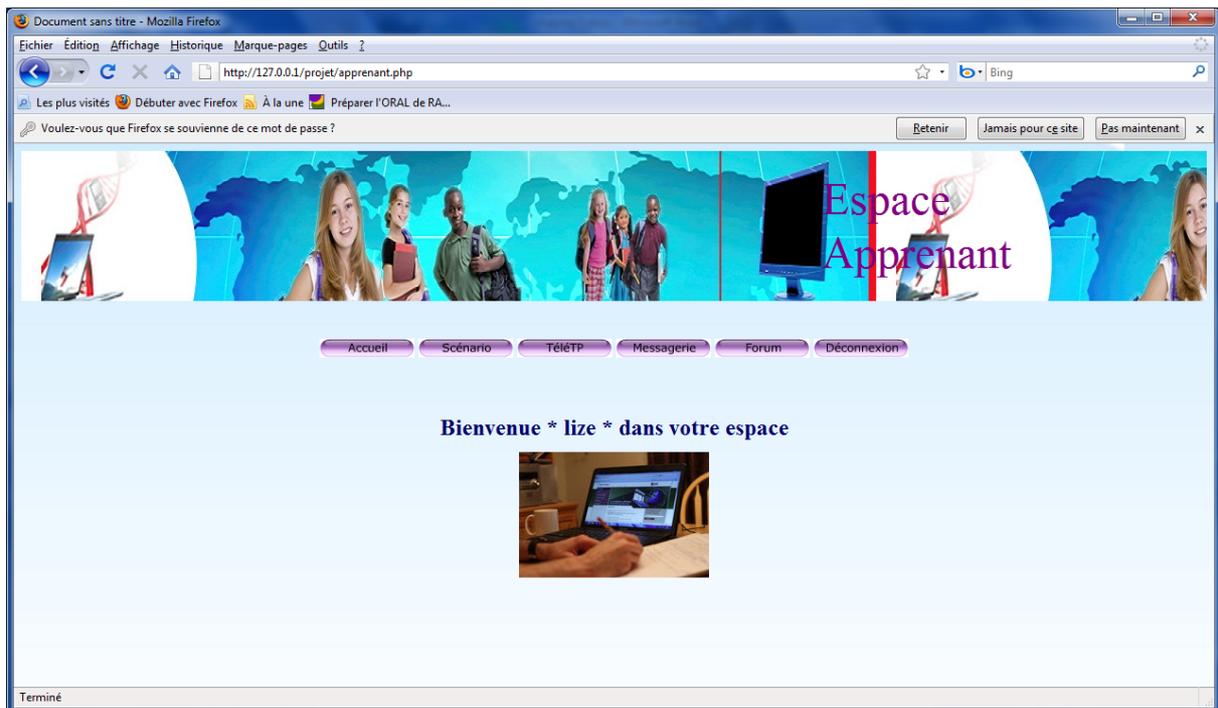
En haut de cette page, nous avons la barre de navigation qui contient les liens suivants :

- **Accueil** : ce lien nous laisse sur cette page d'accueil principale.
- **Apprenant** : ce lien mène les apprenants au formulaire d'inscription et d'identification.
- **Formateur** : ce lien mène les formateurs au formulaire d'inscription et d'identification.
- **Administrateur** : ce lien mène l'administrateur à son espace privé.
- **Auteur** : ce lien mène l'auteur à son espace privé.
- **Messagerie** : ce lien permet aux apprenants et aux formateurs d'accéder au centre de messagerie.

## V.2. Interfaces propres à l'apprenant, au laboratoire virtuel et à l'auteur

### V.2.1. Espace apprenant

Cet espace permet à l'apprenant de profiter de tous les outils d'instruction (scénario, télé-TP) et de communication (messagerie) qu'offre la plate-forme.



**Figure V.2.1.1. Page d'accueil de l'apprenant**

En cliquant sur Scénario l'apprenant peut consulter les étapes à suivre pour faire un TP.

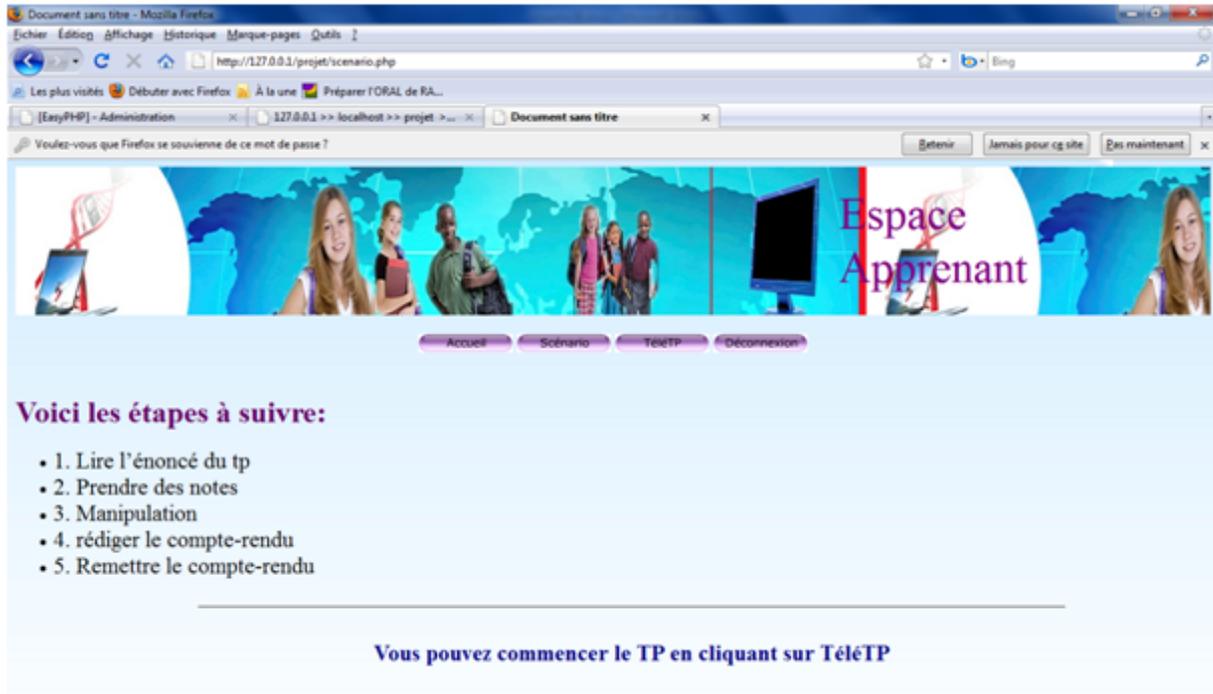


Figure V.2.1.2. Interface du scénario

Après avoir consulté le scénario, l'apprenant peut voir la liste des TP. En cliquant sur le lien Télé-TP la page suivante s'affiche :



Figure V.2.1.3. Interface de la liste des TP

En cliquant sur voir l'apprenant peut commencer le TP.



The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window displaying a web page. The address bar shows the URL `http://127.0.0.1/projet/aff.php?num_etape=1&id_t=1`. The page features a header with a blue background, a world map, and the text "Espace Apprenant". Below the header is a navigation menu with buttons for "Accueil", "Scénario", "TéléTP", "Messagerie", "Déconnexion", "Notes", and "Déconnexion". The main content area displays the following text:

**L'énoncé du TP:**

On a le brin d'ADN 3'ACC.GAC.TAT.ATA.TAT.CCG.CAC.TAC.TTC.GAC.ACT5'

1. Donner la séquence de l'autre brin d'ADN.
2. Comparer les séquences nucléotidiques du brin 1 d'ADN et l'ARNm en prenant le brin 1 d'ADN comme séquence de référence. Enoncer vos constatations.

At the bottom of the content area, there is a link labeled "suivant". The browser's status bar at the bottom left shows "Terminé".

**Figure V.2.1.4. Etape 1**

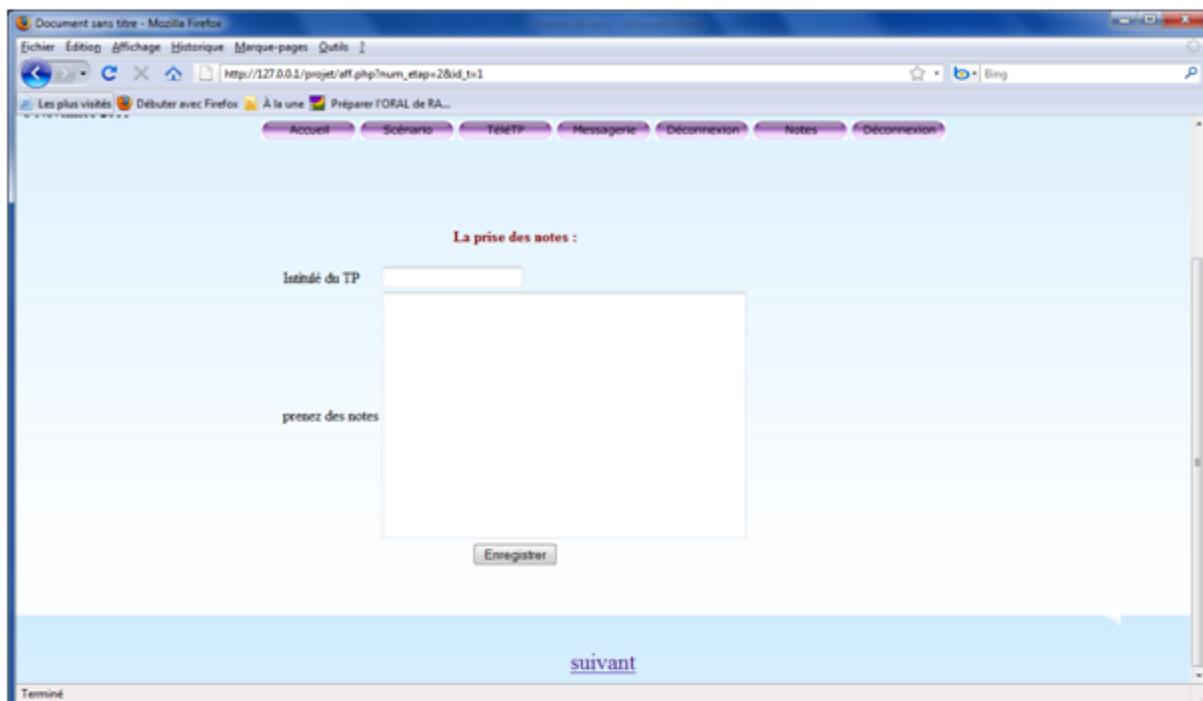


Figure V.2.1.5. Etape 2

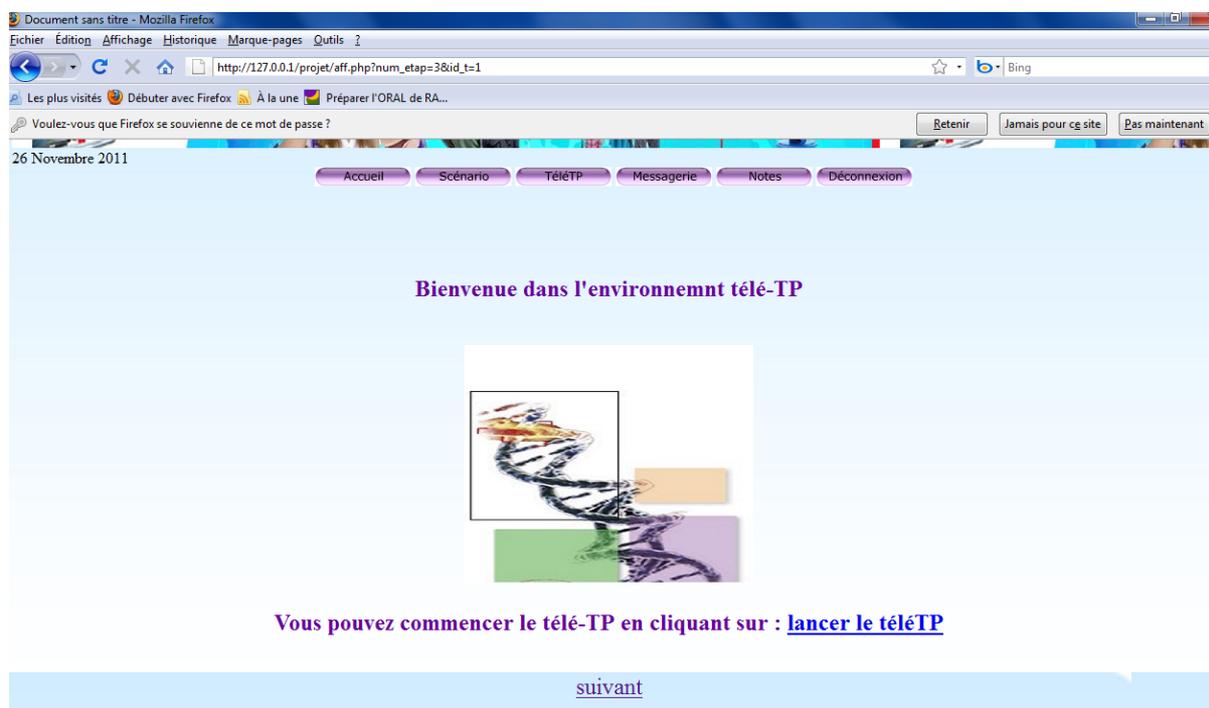


Figure V.2.1.6. Etape 3

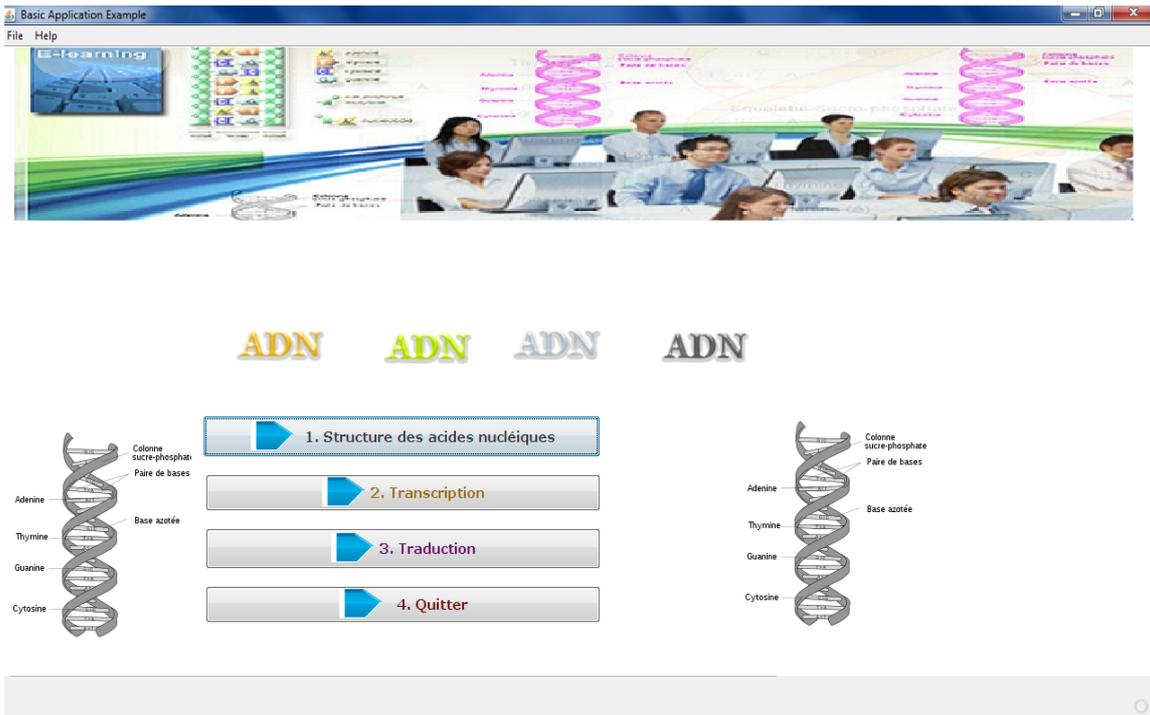


Figure V.2.1.7. Interface pour effectuer le TP

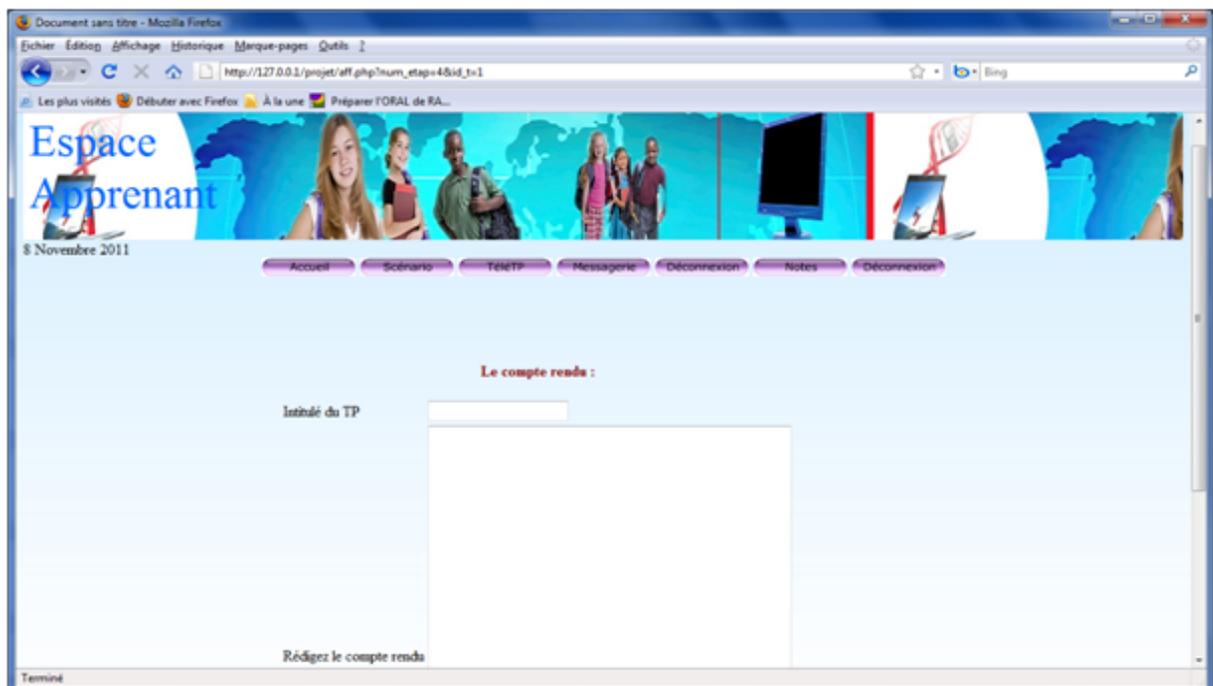


Figure V.2.1.8. Etape 4

## V.2.2. Espace du laboratoire virtuel

Cette espace nous permet d'effectuer un télé-TP afin de synthétiser une protéine ;

The screenshot shows a software application window titled 'Basic Application Example'. The main interface is a virtual laboratory environment. In the foreground, there is a 'Transcription' section with a text input field containing the DNA sequence 'ACGATCGTAGCGGTAGCC'. Below the input field are three buttons: 'Saisie terminée' (with a green checkmark), 'Nouvelle séquence' (with a blue refresh icon), and 'Quitter cette section' (with a red X icon). To the right of the input field is a 3D model of a DNA double helix. A legend next to the model identifies the components: Thymine (T) in blue, Adénine (A) in green, Cytosine (C) in red, Guanine (G) in yellow, Désoxyribose (sucre) as orange ribbons, Phosphate as red lines, and Liaison hydrogène as dotted lines.

**Figure V.2.2.1. Etape transcription**

Cette étape nous permet de saisir le brin de l'ADN, de déduire le brin complémentaire en cliquant sur le bouton « Saisie terminée » et enfin la séquence de l'ARN messenger en cliquant une autre fois sur le même bouton.

Figure V.2.2.1.a. La séquence complémentaire

Figure V.2.2.1.b. La séquence de l'ARN messenger

Basic Application Example

File Help

E-learning

Acides aminés

ACG AUC GUA GCG GUA GCC

- thréonine - isoleucine - valine - alanine - valine - alanine

3) Traduire l'ARNm en Acides Aminés

ACGAUCGUAGCGUAGCC

Traduire Quitter cette section

ADN

ARNm

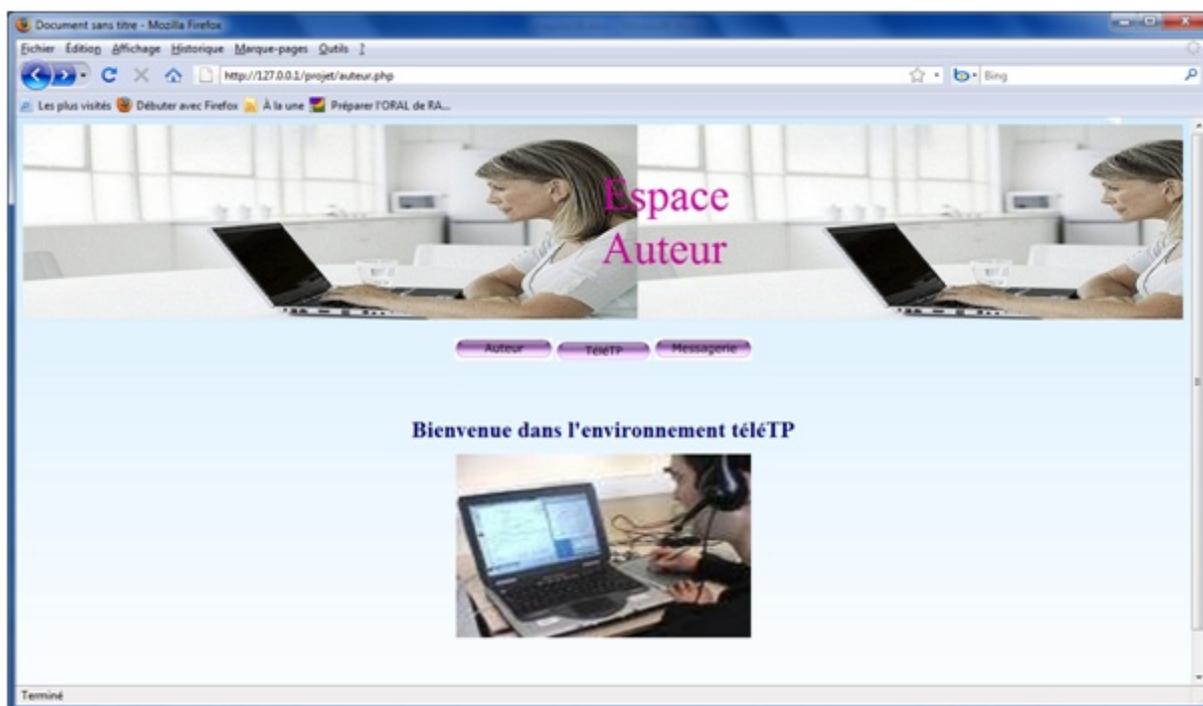
Protéine

20 acides aminés possibles

Figure V.2.2.2. Etape traduction

Cette étape permet la traduction de l'ARN messager obtenu dans l'étape précédente en une succession d'acides aminés, l'ensemble des acides aminés forme une protéine.

### V.2.3. Espace auteur



**Figure V.2.3.1. Page d'accueil de l'auteur**

Cette page représente l'espace privé de l'auteur, elle lui permet de gérer les TPs : l'ajout, la modification, la consultation et la suppression.

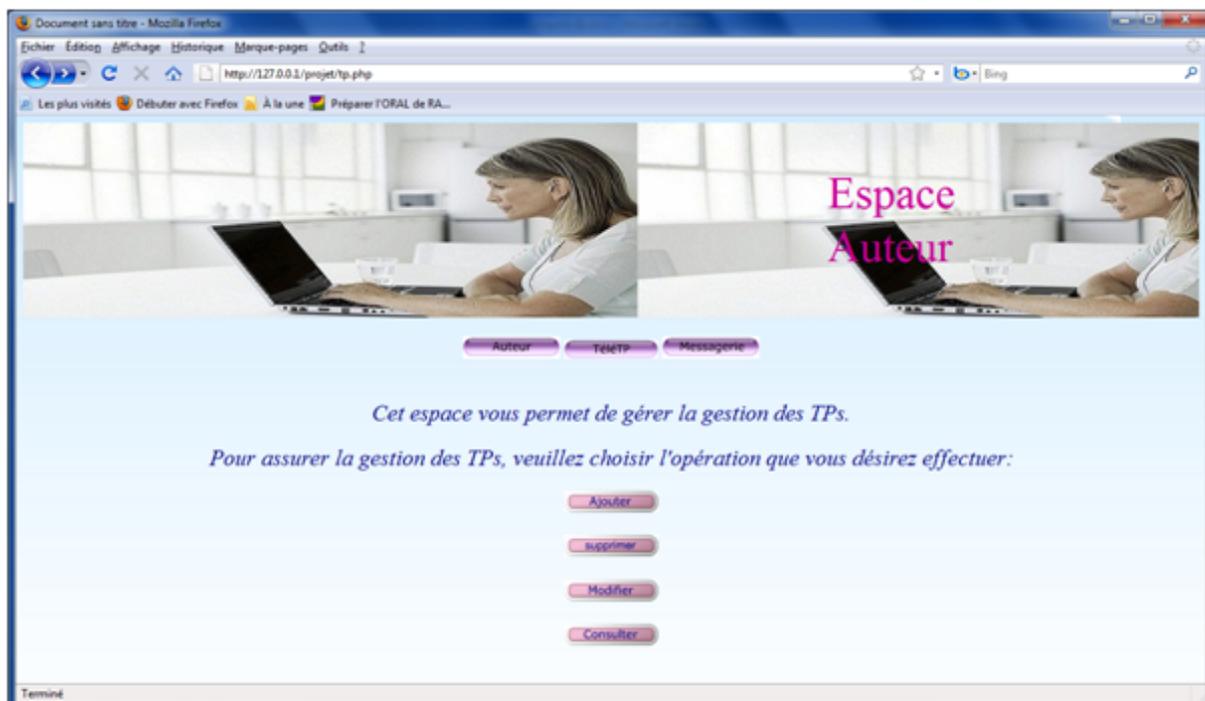


Figure V.2.3.2. La gestion des TPs

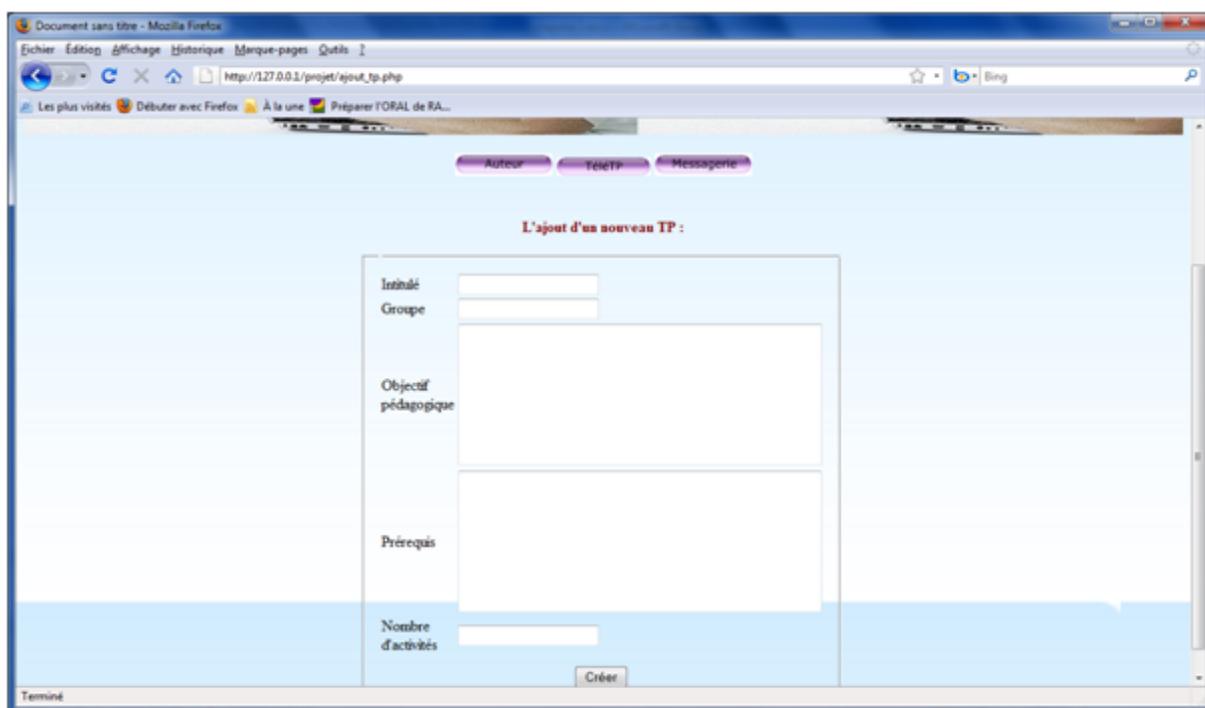


Figure V.2.3.3. L'ajout d'un TPs

## **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 Télé-TP (laboratoires virtuels).



*Conclusion générale*

# Conclusion générale

L'implantation de travaux pratiques dans les environnements d'enseignement à distance implique une difficulté supplémentaire par rapport aux autres modes d'enseignements (télé-TD, télécours) en pleine croissance. 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 à 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 à la réalisation d'une plate-forme pour la formation à distance.

Cette plate-forme permet essentiellement de :

- Proposer des TPs virtuels aux apprenants inscrits ; ces TPs seront assurés par les formateurs.
- Offrir des outils de collaboration qui permettent une meilleure interaction entre l'apprenant et le formateur
- Gérer et administrer cette plate-forme : gestion des membres de la plate-forme TPs.

## **Apports et contributions**

La réalisation de ce travail nous a permis :

- De connaître 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 l'enseignement à distance.
- D'approfondir nos connaissances théoriques et pratiques sur les réseaux informatiques et leur configuration et les outils de communication sur le web (Chat, messagerie et forum).
- D'acquérir de nouvelles connaissances en langage de programmation tel que le HTML, PHP, JavaScript, JAVA et d'utiliser plusieurs logiciels tels que macromedia

dreamweaver, le système de gestion de base de données MySQL et phpMyAdmin de EasyPHP.

## **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.

Enfin, nous espérons que le travail que nous avons réalisé puisse 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.



# *Bibliographies*

# *Bibliographies*

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

[2]: Mise à distance de 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](http://www.segec.be/Documents/Fesec/ccm/pedagogie//documents/ntic/IntranetPedagogique.pdf)

[4] : Glossaire FIPFOD (Formation en Ingénierie Pédagogique de la Formation Ouverte et 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, Prevot P « Télé-TP : premiers pas vers une modélisation » Actes du Symposium ou 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 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'Education 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 ou Technology of Information and Communication in education for engineering and industry, Lyon, p. 203-211.

**[11]**: BAYARD, B., SAUVIAC, B., FAYOLLE, J., ALLARD, B. , NOYEL, G. Projet WebAnalyzer Internet et l'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., RÔHRIG, C. Streaming audio/video and multiuser virtual reality based environment for collaborative remote experimentation. 21st ICDE World Conference on Open Learning and Distance Education, Février 2004.

**[14]** : Guéraud V, Adam JM, Pernin JP, Calvary G, David JP « L'exploitation d'objets Pédagogiques interactifs à distance », 2004.

**[15]** : COQUARD, P., GUILLEMOT, M., LOUAIL, G. , NOTERMAN, D. Plate-forme e-learning pour l'enseignement de l'Automatique des Systèmes à Evénements 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]** : RÔHRIG, 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 systématique, cybernétique et informatique, Juillet 2002, Orlando, USA.

[18] : 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.

[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 Décembre 2002.

[20] : Leroux P « Machines partenaires des apprenants et des enseignants, Etude dans le cadre d'environnements supports de projets pédagogiques » Mémoire présenté pour l'obtention de l'Habilitation à Diriger des Recherches en Informatique (HDR), LIUM Université du Maine, France.

[21] : Canfora G., Daponte P. & Rapuano S. Remotely accessible laboratory for electronic measurement teaching. *Computer Standards & Interfaces*, 26(6), 489–499. 2004.

[22] : Ma J. & Nickerson J. 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., Esche S. K. & Chassapis C. Remote versus hands-on labs: A comparative study. Savannah, Georgie, Etats-Unis  
ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. 2004.

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

[24] : Ulivieri N, Rocchi S « LabWeb1451: Remotely Accessible Virtual Laboratory for Transducer Electronic Data Sheets Creation and Testing Conférence IMTC(Instrumentation and Measurement Technology Conference) Sorrento, Italie 24-27 Avril 2006.

[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 J-P, Lejeune A « Dispositifs d'apprentissage instrumentés par les technologies : vers une ingénierie centrée sur les scénarios ». Colloque TICE 2004.

[http://archiveedutice.ccsd.cnrs.fr/docs/00/02/75/99/PDF/Pernin\\_Lejeune.pdf](http://archiveedutice.ccsd.cnrs.fr/docs/00/02/75/99/PDF/Pernin_Lejeune.pdf)

[27] : Paquette G “ Instructional engineering for learning objects repositories networks”, 2<sup>nd</sup> International Conference on Computer Aided Learning in Engineering Education. Grenoble (France), p 25-36. 2004.

[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, JP « Objets pédagogiques : unités d'apprentissage, activités ou ressources ? » Revue « Sciences et Techniques Educatives », Hors série 2003 « Ressources numérique, XML et éducation ». Editions Hermès, 179-210 p. 2003.

[30] : <http://Itsc.ieee.org/wg12/>

[31] : Tissiani G « Application de l'UNL aux métadonnées des objets pédagogiques pour faciliter leur reutilization » 1<sup>ère</sup> Rencontres Jeunes Chercheurs en EIAH, RJC-EIAH. 2006.

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

[33] : Paquette G “Instructional engineering for learning objects repositories networks”, 2<sup>nd</sup> International Conference on Computer Aided Learning in Engineering Education. Grenoble (France), p 25-36. 2004.

[34] : Caron PA “Implantation de scénarios pédagogiques selon une approche orientée modèle » 1<sup>ères</sup> Rencontres jeunes chercheurs en EIAH, RJC-EIAH'2006.

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

[36] : Koper R “From change to renewal : Education technology foundations of electronic learning environments” Open University of the Netherlands. 2000.