

N/004.431

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université de 8 Mai 1945 – Guelma -

Faculté des Mathématiques, d'Informatique et des Sciences de la matière

Département d'Informatique



Mémoire de Fin d'études Master

Filière : Informatique

Option : Informatique Académique

14/880

Thème :

**Evaluation Intelligente de la motivation pour  
des configurations E-Learning multiples.**

Encadré Par :

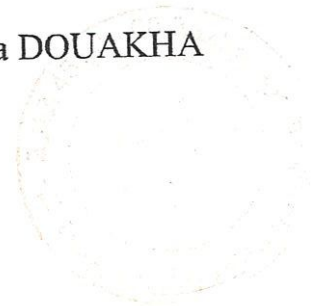
Dr. Douadi BOUROUAIEH

Présenté par :

M<sup>elle</sup> Hind ADJROUDI

M<sup>elle</sup> Nada DOUAKHA

Juin 2014



## ***Remerciement***

*Nous tenons à remercier en premier lieu, notre encadreur Dr. Douadi BOUROUAIEH, pour le temps qu'il nous à consacré, son aide précieuse et ses conseils.*

*Un grand merci à tous les enseignants qui nous ont formé.*

*Merci à Mr. A BOUAZDIA, pour son soutien et ses encouragements, et à tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin dans notre travail.*

*Un immense merci à nos familles, pour leur patience, leur dévouement et leurs encouragements.*

## ***Dédicace***

*A mes parents : Les meilleurs au monde*

*A mes étoiles : Amel, Sarah, Yacine, Idriss et Amine, merci d'illuminer mon ciel*

*Hind ADJROUDI*

## *Dédicace*

*Je dédie ce mémoire,*

*A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi.*

*A mes meilleurs : Rahim, Sounia, Akila, Malika, Salima, Fouzi et Abdnour.*

*Nada DOUAKHA*



## **Résumé**

De nos jours, les systèmes de E-Learning et en particulier les EIAH, dédiés à l'apprentissage, sont conçus sans prendre en considération l'un des principaux facteurs d'apprentissage qui est l'état motivationnel de l'apprenant.

Notre travail consiste en la modélisation d'une plateforme éducative, comportant différentes modalités d'apprentissage, qui nous permet de tester l'influence de ces dernières sur l'état motivationnel de l'apprenant, et qui peut estimer la motivation des apprenants pour la prendre en compte dans les décisions pédagogiques.

Nous mettons en place, dans ce travail, un dispositif E-Learning pour étudier différents aspects de la motivation et une approche pour son évaluation automatique.

Nous noterons aussi comment la motivation des apprenants peut être augmentée par le choix d'une modalité par rapport à une autre, ce qui peut contribuer à une amélioration de la qualité de l'apprentissage.

## **Mots clés**

E-Learning, Systèmes Tutoriels Intelligents, motivation, modèle de l'apprenant.

## SOMMAIRE

Sommaire.....	1
Liste des figures.....	4
Liste des tableaux.....	5
Liste des Abréviations et Acronymes.....	6
Introduction générale.....	7

### Chapitre I : La Motivation

1. Introduction.....	10
2. Définition de la motivation.....	10
3. Les théories de la motivation.....	11
3.1. Les théories de contenu.....	11
3.1.1. La hiérarchisation des besoins par MASILOW (1954).....	11
3.1.2. La théorie des deux facteurs d'HERZBERG (1971).....	13
3.1.3. La théorie SRP d'ALDERFER (1972).....	15
3.1.4. La théorie de MC CLELLAND (1985).....	15
3.2. Les théorie de processus.....	16
3.2.1. La théorie des attentes de VROOM (1964).....	16
3.2.2. La théorie des objectifs de LOCKE (1975).....	16
3.2.3. Le module de PORTER et de LAWLER.....	17
3.3. La théorie de l'autodétermination (Self Determination Theory) SDT.....	17
3.3.1. La motivation intrinsèque.....	18
3.3.2. La motivation extrinsèque.....	18
3.3.3. L'amotivation.....	19
4. Qu'est-ce qu'une tâche motivante ?.....	21
5. Mesurer la motivation.....	22
5.1. Le libre choix.....	22
5.2. Les questions d'auto-évaluation.....	23
5.2.1. Le Test sur les sources et les indicateurs de la motivation scolaire.....	23
5.2.2. L'Échelle de motivation en éducation.....	23
5.2.3. Le Questionnaire des buts en contexte scolaire.....	23

6. La motivation dans les STI.....	25
6.1. Le système MORE (Motivational REactive Plan).....	25
6.2. Le système MOODS.....	26
6.3. Le système ECOLAB.....	27
6.4. Le système M-ECOLAB.....	28
6.5. Le système EDUCE.....	28
7. Conclusion.....	30

## Chapitre II : Les Chaines de Markov

1. Introduction.....	31
2. Les chaines de Markov.....	31
2.1. Chaîne observable.....	32
2.2. Chaîne cachée.....	33
3. Les modèles de Markov cachés.....	34
4. Extension des HMM.....	37
4.1. Densités de probabilités.....	37
5. Les problèmes fondamentaux pour les HMM.....	38
5.1. Problème d'évaluation.....	39
5.2. Problème de reconnaissance.....	39
5.3. Problème d'apprentissage.....	39
6. L'utilisation des Modèles de Markov Cachés « HMM.....	40
7. Conclusion.....	40

## Chapitre III : Conception

1. Introduction.....	41
2. Objectifs.....	41
3. Présentation.....	41
3.1. Modalité hypermédia.....	42
3.2. Modalité vidéos annotées.....	43
3.3. Modalité interactive et construction de solution.....	44
3.4. Modélisation de l'état motivationnel par les HMM.....	45
3.4.1. Construction du HMM.....	45
3.4.1.1. Etats cachés.....	46

3.4.1.2. Observations.....	46
4. Conclusion.....	50

**Chapitre IV : Implémentation**

1. Introduction.....	52
2. Description générale de l’environnement.....	52
2.1. Outils de développement.....	52
2.1.1. PHP.....	52
2.1.2. Java.....	53
2.1.3. ER-Editor.....	54
2.1.4. Dreamwaver.....	55
3. Scénario d'utilisation de l’application.....	55
3.1. La page d’inscription.....	55
3.2. Les différentes modalités d’apprentissage.....	56
3.2.1. La modalité Hypermédia.....	57
3.2.2. La modalité Vidéos Annotées.....	59
3.2.3. La modalité Interactive et construction de solutions.....	60
3.3. Modélisation de l’état motivationnel par les HMM.....	63
4. Conclusion.....	64
Conclusion générale.....	65
Bibliographie.....	66



## Liste des figures :

<b>Figure1.1</b> : La hiérarchisation des besoins selon MASLOW.....	13
<b>Figure 1.2</b> : Type de motivation et de régulation dans le cadre de la SDT.....	21
<b>Figure2.1</b> : Graphe d'un Modèle de Markov observable.....	32
<b>Figure2.2</b> : Graphe d'un Modèle de Markov Caché.....	33
<b>Figure2.3</b> : Exemple de chaine de Markov observable pour modéliser les lancers d'une pièce de monnaie.....	35
<b>Figure 2.4</b> : Exemple pour définir à quelle saison nous sommes.....	36
<b>Figure 2.5</b> : Modélisation HMM de l'exemple.....	37
<b>Figure2.6</b> : Représentation d'un HMM discret à 3 états.....	38
<b>Figure 3.1</b> : vue générale de la conception.....	42
<b>Figure 3.2</b> : Exemple de Cours présenté dans la modalité Hypermédia.....	43
<b>Figure 3.3</b> : Exemple de Cours présenté dans la modalité Vidéos annotées.....	44
<b>Figure 3.4</b> : Schéma de l'outil de construction du modèle E/A.....	45
<b>Figure 3.5</b> : HMM initial.....	48
<b>Figure 3.6</b> : Schéma général de la plateforme.....	50
<b>Figure 4.1</b> : Déroulement de l'exécution du code PHP .....	53
<b>Figure4.2</b> : La page de l'inscription.....	56
<b>Figure4.3</b> : La page d'accueil.....	57
<b>Figure4.4</b> : La modalité Hypermédia.....	57
<b>Figure4.5</b> : La liste des cours.....	58
<b>Figure4.6</b> : Exemple de cours présentés dans la modalité Hypermédia.....	58
<b>Figure4.7</b> : La modalité Vidéos annotées.....	59
<b>Figure4.8</b> : Exemple de vidéo dans la modalité Vidéos annotées.....	60.
<b>Figure4.9</b> : La modalité Interactive et Construction de Solution.....	60
<b>Figure4.10</b> : Les sous-fonctions de la modalité Interactive et Construction de Solution...	61
<b>Figure4.11</b> : L'outil de modélisation du modèle E/A.....	62
<b>Figure4.12</b> : Liste des modèles partagés avec la note.....	62
<b>Figure4.13</b> : L'espace chat.....	63

## Liste des Abréviations et Acronymes :

EIAH : Environnement Interactif d'Apprentissage Humain.

HMM : Hidden Markov Model «Chaine Cachées de Markov».

Modèle E/A : Modèle entité-association.

SDT : *Self Determination Theory* « théorie de l'autodétermination ».

STI : Système Tutoriel Intelligent.

## Introduction générale

De nos jours, les nouvelles technologies s'infiltrer et arrivent à s'imposer dans la plus part des activités humaines. Les pressions sont de plus en plus fortes pour que l'ordinateur devienne un outil d'apprentissage, et de ce fait, démocratiser la connaissance en facilitant l'accès aux sources primaires d'information. Le savoir n'appartient plus qu'aux enseignants seulement. Nous parlons alors de E-Learning qui est l'apprentissage à distance ou encore les EIAH qui sont la forme la plus développée d'applications de E-Learning ayant pour objectif d'adapter l'apprentissage qu'ils fournissent aux spécificités d'un apprenant.

L'utilisation du E-Learning se développe de plus en plus et s'impose dans certaines universités et autres établissements par l'emploi d'outils de mise en ligne de contenu. Mais il ne permet pas vraiment un enseignement adaptatif et est donc bien plus limité que les EIAH. Nous pouvons citer le WEB-CT comme l'un des logiciels les plus connus dans ce domaine. Néanmoins il présente de nombreuses lacunes puisqu'il est incapable, par exemple, d'analyser les réactions des apprenants, leurs erreurs... Par ailleurs, les EIAH ont encore des limitations importantes, nous noterons entre autres que ces systèmes ne prennent pas en compte la motivation de l'apprenant qui est un des éléments clés de l'apprentissage.

Cependant, le véritable apprentissage ne dépend pas uniquement de l'information. Un surplus d'information ne garantit pas une qualité supérieure d'apprentissage et encore moins une augmentation dans la motivation à apprendre.

Il est clair que dans toutes les sphères de l'activité humaine, le concept de motivation occupe une place tellement importante, que de nombreux chercheurs ont élaboré des théories sur le sujet afin de nous aider à comprendre d'avantage ce qui motive l'être humain à agir et comment cette motivation se manifeste. Il existe, à cet effet, un nombre considérable de théories et de nombreux documents dont nous nous inspirons dans notre travail pour ne noter que les notions fondamentales et principales informations qui nous permettrons de saisir ce vaste concept qui fait toujours l'objet de recherches variées.

Les apprenants ont plus que jamais besoin d'instituteurs pédagogues pour les orienter, les aider à apprendre et organiser les informations et bien les structurer, de manière à ce que l'apprentissage aboutisse à une réussite totale et avérée. Cela dit les EIAH et donc le e-Learning peut être d'une aide plus que précieuse pour les pédagogues et les enseignants qui



peuvent s'en servir comme un outil d'assistance sur lequel ils pourraient s'appuyer pour réaliser leurs tâches.

Mais ces systèmes ne veillent pas à la motivation des apprenants à s'instruire et à être attiré par les tâches dédiées à l'apprentissage, sans pour autant être distrait par les technologies multimédia utilisés fréquemment pour les motiver et qui ne feraient que les éloigner de leur but qui est d'apprendre. Ils sont conçus sans prendre en compte un des principaux facteurs d'apprentissage qui est l'état motivationnel de l'apprenant.

## 1. Problématiques

C'est là, toute la conception des systèmes qui est mise en question, que peut-on améliorer dans les EIAH afin de les rendre plus efficaces? Quelle sont les modalités à ajouter ou encore à suspendre pour que les apprenants soient motivés par leur but principal qui est de s'instruire? Pouvons-nous quantifier la motivation? Et comment peut-ont mesurer intelligemment l'état motivationnel des apprenants, pour des configurations E-Learning, afin de mieux les guider dans leur activité d'apprentissage?

Notre travail consiste en l'élaboration d'une plateforme éducative, proposons différentes modalités d'apprentissage, qui va nous permettre de mesurer la motivation des apprenants dans chacune d'elle, et l'influence de celles-ci sur son état motivationnel.

## 2. Structure du Mémoire

Nous avons structuré ce mémoire en deux parties, avec une introduction et une conclusion générale, la première partie est consacrée à l'état de l'art et est composée de deux chapitres.

Le premier chapitre, intitulé *La motivation*, explore la notion de la motivation et une brève définition, les théories les plus importantes qui ont portées sur l'état motivationnel des apprenants et les différents outils de mesure et de quantification de la motivation pour finir avec des exemples de différents systèmes intelligents existants qui prennent en compte la motivation des apprenants chacun suivant une théories différentes.

Le deuxième chapitre, *Les Chaines de Markov*, nous introduit à ce processus et traite principalement des chaînes cachées de Markov, leurs applications, les domaines d'utilisation de ces chaînes et les problèmes fondamentaux liées à leur usage.

La deuxième partie quant à elle est consacré à la mise en œuvre de notre système, et est composée du troisième chapitre *Conception* et du quatrième chapitre *Implémentation*. Il décrit l'architecture générale de notre application, nous donnant d'abord une description globale de l'environnement en illustrant les différentes composantes de notre



système pour ensuite faire une présentation plus détaillées en exposant des scenarii de fonctionnement pour mieux expliquer notre approche. Par la suite nous présentons les différents logiciels et plates-formes que nous avons utilisé, et les langages de programmation avec lesquels nous avons travaillé.

Nous terminons ce mémoire avec une conclusion générale qui met l'accent sur nos contributions et quelques perspectives sur les travaux futurs dans ce domaine de recherche.

# Chapitre I : La Motivation

## 1. Introduction

Nous entendons souvent parler de la motivation comme clé essentielle dans l'aboutissement d'un projet quelque-soit sa nature, et ce dans de nombreux domaines.

Dans toute entreprise un leader veille scrupuleusement à garder motivés ses subordonnés. En sport le staff cherche toujours à motiver ses joueurs, aussi dans l'éducation la motivation reste nécessaire pour arriver à une formation réussie et favoriser l'apprentissage.

Dans tous les domaines la motivation est la composante essentielle pour mener à terme une activité donnée. Dans le milieu scolaire ou en apprentissage, réussir à motiver et à garder motivé un apprenant n'est pas une tâche facile en général, et principalement dans les *systèmes tutoriaux intelligents*. La distance qu'il y a entre le tuteur et l'apprenant ne facilite pas davantage la tâche, particulièrement dans les environnements qui ne prennent pas vraiment en compte le profil complet de l'apprenant c'est-à-dire : Son âge, son style, son niveau... etc.

Nous allons, dans la partie qui suit, nous intéresser aux notions nécessaires à l'assimilation des processus motivationnels, pour permettre une meilleure compréhension de la place de la motivation dans les *Systèmes Intelligents*, son impact sur l'apprenant, et surtout comment arriver à évaluer intelligemment et mesurer automatiquement la motivation de l'apprenant dans chaque modalité d'apprentissage du système

## 2. Définition de la motivation

Le mot motivation aurait été créé dans les années 30 par deux psychologues pionniers du marketing, Ernest Dichter et Louis Cheskin. Ils appelaient *motivations l'ensemble des facteurs irrationnels et inconscients des conduites humaines*. [21]

Depuis les années soixante, les études portant sur la motivation se sont multipliées. Il existe plusieurs définitions de la motivation tant les opinions et les analyses divergent sur ce sujet. Au fil des années plusieurs théoriciens ont vu le jour et aucune ne suffit à elle seule à donner une définition complète de la motivation, cela dit les chercheurs ont à peu près abouti à un consensus pour la définir :

Rolland Viau, nous propose la définition suivante de la motivation : « La motivation en contexte scolaire est un état dynamique qui a ses origines dans les perceptions que l'élève a de lui-même et de son environnement et qui l'incite à choisir une activité, à s'y engager et à persévérer dans son accomplissement afin d'atteindre un but ».

Selon Petri, la motivation est :

*“The concept we use when we describe the forces acting on or within an organism to initiate and direct behavior”*. [11]

Il remarque aussi que le concept de motivation est utilisé pour indiquer l'intensité d'un comportement et son objectif aussi appelé direction *“when we are hungry, we direct our behavior in ways to get food”*.

Dans le même concept, Ryan et Deci pensent que :

*“To be motivated means to be moved to do something. A person who feels no impetus or inspiration to act is thus characterized as unmotivated, whereas someone who is energized or activated toward an end is considered motivated”*. [18]

La motivation est conçue comme les forces qui mettent l'individu en branle, qui l'amènent à choisir un comportement, à orienter son action et à maintenir cette orientation. [9][29]

### 3. Les théories de la motivation

Il existe de nombreuses approches sur les théories de la motivation, on en distingue trois principales:

- 1) Les théories de contenu : Ces théories ont pour objet d'énumérer, de définir et de classer les forces qui incitent un individu à adopter un comportement.
- 2) Les théories de processus : Ces théories tentent d'expliquer comment les forces interagissent avec l'environnement pour amener l'individu à adopter un comportement particulier.
- 3) La théorie de l'autodétermination.

#### 3.1. Les théories de contenu

##### 3.1.1. La hiérarchisation des besoins par MASLOW (1954)

La théorie des besoins d'Abraham Maslow est l'une des plus célèbres. Elle propose une conception systématique des besoins de l'homme au travail et hiérarchise différents niveaux selon une pyramide (Figure01). [2]

Maslow pense que les conduites humaines sont dictées par la satisfaction des besoins ; l'homme est donc instinctif, biologique. Derrière chaque motivation ou chaque objet de désir se cache un besoin fondamental.

Cinq groupes de besoins sont distingués :

-Les besoins physiologiques : Boire, manger, dormir... Tout ce qui est nécessaire à la survie de l'homme.



-Le besoin de sécurité : L'individu a besoin d'être en sécurité dans sa maison, avec sa famille, dans son travail. On perçoit l'importance des besoins de sécurité par les situations où les individus doivent mobiliser toute leur énergie pour fuir ou se protéger.

-Les besoins d'appartenance et d'affection : Appartenir à un groupe social et avoir des amis, communiquer et échanger pour se sentir intégré, se reproduire...

-Le besoin d'estime : L'homme a besoin de reconnaissance personnelle ou de la part des autres pour réussir et acquérir la confiance et le respect de son entourage.

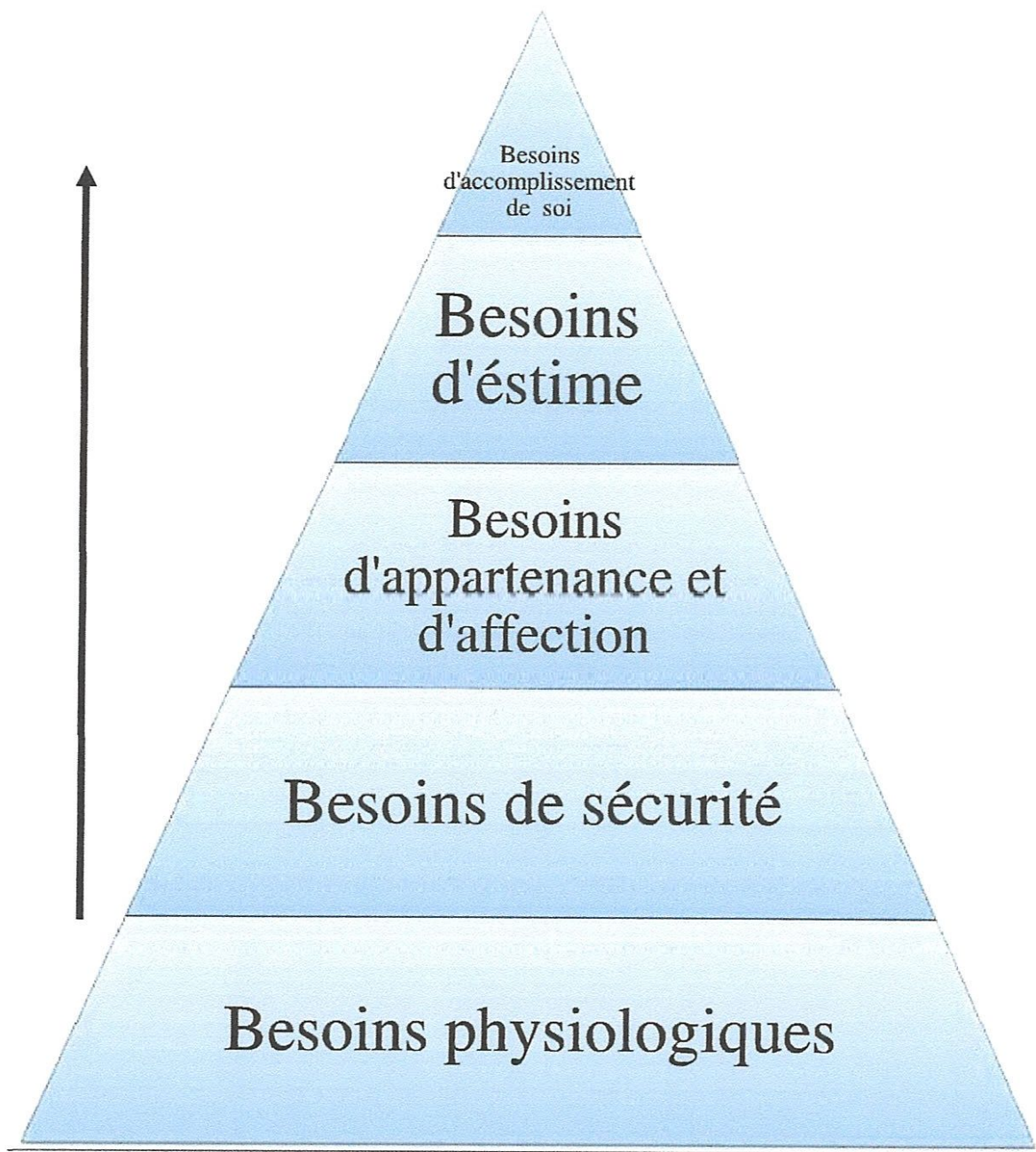
-Le besoin d'accomplissement de soi : Réaliser les choses pour soi-même, évoluer, et devenir tout ce que l'on veut et tout ce que nous sommes capable d'être.

Tout comportement est déterminé par la recherche de satisfaction concernant un des besoins fondamentaux.

La recherche des besoins est hiérarchisée. L'homme cherche d'abord à satisfaire les besoins fondamentaux pour s'élever ensuite; Toutefois les besoins du premier niveau sont absolus, la réalisation de soi n'est pas possible si en premier lieu les besoins physiologiques ne sont pas satisfaits. De plus, le besoin de réalisation de soi est le plus large et est supposé être insatiable.

Maslow ne dit pas qu'un seul besoin est motivant à un moment donné mais plutôt qu'un seul besoin est dominant et relativise ainsi l'importance des autres. Cette théorie n'est pas en fait une théorie de la motivation ; elle nous dit quels besoins peuvent être à la base d'un comportement mais ne dit pas quand ni pourquoi la personne opte pour un comportement spécifique pour satisfaire tel ou tel besoin, de plus il est fréquent que les besoins soient multiples et contradictoires. Ce sont les aspirations et désirs concrets qui déterminent la motivation et orientent le comportement.

Maslow n'explique pas comment il est possible de rester motivé si les besoins ne sont pas tous satisfaits, ce qui est souvent le cas.



*Figure 1.1 : La hiérarchisation des besoins selon MASLOW.*

### **3.1.2. La théorie des deux facteurs d'HERZBERG (1971)**

Dans sa théorie, Fred Herzberg met en relation les motivations et les satisfactions au travail et utilise un postulat commun à toutes les théories du besoin : la non-satisfaction du besoin est source de motivation. [8]

Herzberg distingue deux sortes de besoins : ceux qui sont propres à tous les êtres vivants, c'est les facteurs d'hygiène, et ceux qui sont particuliers à l'homme, dit facteurs



moteurs. Seuls ces derniers sont source de motivation, les besoins d'hygiène, eux dès qu'ils sont pourvus réduisent l'insatisfaction et ne sont donc plus motivants.

Selon Herzberg, le besoin de se réaliser est le seul facteur de motivation ; pour satisfaire ce besoin, l'homme ne se lasse pas d'en faire le plus possible, non seulement pour l'atteindre mais aussi pour dépasser l'objectif qu'il s'est fixé. Herzberg distingue dans le travail les éléments qui ont constitué de bons et de mauvais souvenirs. Il oppose les sources véritables de la motivation à la simple satisfaction, modèle appelé bi-factoriel. La motivation est à rapprocher du contenu des tâches, réussite, promotion, indépendance et autonomie. Le contexte du travail, lui, est à mettre en relation avec la rémunération, les conditions de travail, les relations d'équipe.

Le message semble clair : certains facteurs conditionnent la motivation. Il s'agit de l'avancement, des responsabilités, de la nature du travail, de la reconnaissance et de la réalisation de ses capacités.

Pour motiver les gens à s'appliquer vraiment, Herzberg propose de leur donner un travail qui leur permette de se réaliser, qui offre donc la possibilité de faire une expérience enrichissante (variée, assez difficile, importante) et qui comporte une certaine autonomie et des responsabilités. Si non, s'ils ont peu d'intérêt pour leur travail, ils le font mal, ce qui diminue encore son intérêt ... etc. Herzberg préconise sept recommandations comme retirer certains contrôles sans supprimer la vérification ou instituer des auto-contrôles, augmenter l'initiative, réaliser un ensemble plutôt qu'une partie. Il pense qu'il faut accorder plus de pouvoirs et plus de liberté aux employés dans l'accomplissement de leur travail, faire le point avec eux, introduire des tâches nouvelles et proposer d'acquérir une expertise, ceci en terme de responsabilisation.

L'approche d'Herzberg a connu un franc succès grâce à sa simplicité, son originalité et parce qu'intuitivement nous adhérons à ses conclusions. Cependant des objections existent. Les données basées sur des entretiens peuvent manquer d'objectivité et l'analyse peut faire l'objet de différences selon les interprétations. L'introduction de l'enrichissement des tâches a suscité la résistance des autres acteurs. Les contrôleurs acceptaient mal un appauvrissement de leur rôle, une perte de pouvoir. De plus ces théories sont trop partielles puisqu'elles disent seulement quels besoins peuvent être à la base d'un comportement mais jamais quand ni pourquoi la personne se comporterait d'une manière plutôt que d'une autre pour satisfaire tel besoin plutôt qu'un autre, ni même à quel moment un besoin est suffisamment satisfait pour

qu'il s'en détourne au profit d'un autre. En 1980, la théorie de Herzberg a été abandonnée mais son schéma a été à l'origine de nombreuses recherches sur la motivation.

### **3.1.3. La théorie SRP d'ALDERFER (1972)**

C. Alderfer est connu pour sa théorie SRP (Subsistance, Relations, Progression). Cette théorie est en accord avec la théorie de Maslow, mais elle ne définit que trois séries de besoins:

-Besoins de subsistance : Ces besoins se traduisent par les deux catégories de base de la pyramide des besoins de Maslow : la sécurité et les besoins physiologiques. Ce facteur est influencé, en milieu de travail, par la rémunération et les conditions de travail principalement. Une fois ces facteurs contrôlés, les gestionnaires verront leurs employés plus motivés et plus accomplis.

-Besoins de relations : L'être humain a besoin d'amour et d'appartenance. Il ressent le besoin d'être associé avec des gens. Il a besoin d'interaction et de se faire reconnaître au sein d'un groupe

-Besoins de progression : C'est les besoins dit de base, l'être humain a besoin de s'épanouir. Il doit faire preuve d'ambition pour pouvoir accomplir de nouvelles choses et grandir en tant qu'individu. En se fixant et réalisant des objectifs, il se sent comme une personne plus épanouie. [3]

Contrairement à la théorie de Maslow, il n'y a pas d'hierarchisation et les besoins peuvent agir de manière simultanée, la motivation dépendrait plutôt de l'intensité d'un besoin.

### **3.1.4. La théorie de MC CLELLAND (1985)**

Mc. Clelland définit d'autres besoins pour sa théorie qui porte plutôt sur des éléments cognitifs, c'est la théorie de besoin de réalisation [20]. Pour montrer que l'envie de réussir est une auto-motivation puissante, Mc Clelland met l'accent sur trois besoins qui sont au sommet de la pyramide de Maslow :

-Le besoin d'accomplissement : L'individu a envie et a besoin de réussir et de s'accomplir.

-Le besoin de pouvoir : Vouloir avoir de l'influence sur autrui.

-Le besoin d'affiliation : C'est le besoin de relations sociales satisfaisantes, besoin de s'intégrer et d'appartenir à une classe sociale.



### 3.2. Les théories de processus

Ces théories dites de processus tentent de répondre à la question "*comment les gens sont-ils motivés pour travailler ?*". Elles partent du postulat que l'homme se comporte de manière hédoniste dans ses choix de comportement. Il essaie *de maximiser l'affect positif et de minimiser l'affect négatif en adoptant des comportements visant à l'obtention de résultats associés à la plus grande valeur ou utilité globale positive perçue*". [24]

On distingue principalement trois théories de processus :

#### 3.2.1. La théorie des attentes de VROOM (1964)

Vroom propose une théorie de la motivation dans laquelle il reprend les concepts fondamentaux de valence et d'expectation introduits par Lewin en 1936. [16]

Cette théorie fait appel à la notion d'expectation c'est à dire : que puis-je attendre, quel niveau puis-je atteindre, que suis-je capable de réaliser ? Cette perception de soi et cette confiance est déterminante dans la motivation.

La deuxième approche est l'instrumentalité qui répond à la question : que vais-je obtenir par ma performance ? Le travail va représenter un moyen d'obtenir une rétribution correspondant à l'effort.

La troisième composante est la valence : quelle valeur accorder aux avantages obtenus ? Il faut que les satisfactions retirées aient une réelle valeur aux yeux de la personne considérée.

Ces trois composantes sont essentielles à la motivation et ces notions subjectives varient d'un individu à l'autre. Elles constituent des axes directeurs pour le management.

#### 3.2.2. La théorie des objectifs de LOCKE (1975)

Cette théorie dite théorie de fixation des objectifs (*Goal Setting Theory*) est initialement conçue comme un ensemble de techniques plutôt qu'une théorie, elle se structure par la suite et s'enrichit de concepts et propositions théoriques cohérentes et solides.

Elle part du principe que l'individu a des buts qu'il essaie consciemment d'atteindre et propose comme hypothèse principale que les objectifs seraient déterminés par des processus cognitifs et des réactions affectives, et seraient les antécédents qui influenceraient le plus fortement le comportement, se préoccupant surtout de comprendre comment des objectifs peuvent avoir un impact sur le comportement au travail.

Cette théorie pose comme autre postulat que les individus se comportent de façon rationnelle et consciente. Elle a donc une base cognitive puisque l'individu aurait un certain



degré de contrôle sur ses stimuli, ferait des choix, orienterait des actions, consciemment, en direction des objectifs qu'il veut atteindre.

Locke et ses collaborateurs concluent que la fixation des objectifs dans une organisation améliore la performance des employés quand :

- Ils considèrent avoir les capacités nécessaires pour atteindre les objectifs ;
- Un feed-back est mis en place, c'est-à-dire que les supérieurs informent les employés des progrès accomplis par rapport aux objectifs. Cela permet de mesurer et d'ajuster le niveau d'effort à développer pour parvenir à son but. Les employés acceptent les objectifs qui leur sont fixés sur la base de l'information qui leur est communiquée et des récompenses sont données lorsqu'un objectif est atteint.

### 3.2.3. Le module de PORTER et de LAWLER

Porter et Lawler ont complété le modèle de Vroom. Ils ont montré que sur le terrain, le niveau réel des aptitudes ne correspond pas toujours au sentiment que chacun en a, et que la bonne volonté ne suffit pas. Ils précisent les relations complexes qui existent entre performance et satisfaction.

La motivation n'est donc plus vue comme une caractéristique stable de l'individu mais comme une interaction individu / situation, en évolution constante puisque l'expérience acquise contribue à la modifier.

Toutes les recherches qui tentent de prédire des *décisions* vérifient parfaitement ce modèle. En revanche, le modèle est beaucoup moins efficace quand il s'agit de prédire le niveau de performance atteint par chacun des individus d'un même groupe. La performance est également déterminée par beaucoup d'autres paramètres (aptitudes, qualités des moyens disponibles,...)

### 3.3. La théorie de l'autodétermination (Self Determination Theory) SDT

Parmi toutes les théories qui permettent de mieux comprendre et de mieux expliquer la motivation, il en existe une qui intègre les effets du contexte sur le développement de la personne qui affecte la motivation (comme le soutien à l'autonomie versus le contrôle de la part des parents ou de l'entraîneur), et propose l'existence de différents types de motivations autodéterminées qui ont des répercussions importantes sur le développement de la personne. Cette théorie est celle de l'autodétermination. [18]

Issue du 20<sup>e</sup> siècle, elle a été élaborée au début des années 1980. Elle a servi de support à de nombreuses recherches dans des domaines très variés : éducation, travail, sports, relations de couple, jeu pathologique, troubles de l'alimentation, tabagisme, psychothérapie et, plus

récemment, dans le domaine de la toxicomanie. Selon Deci et Rayan il y a différents types de motivation qui se distinguent par le degré d'autodétermination qui est à la base du comportement. Ils distinguent ainsi trois types de motivation : la motivation intrinsèque, la motivation extrinsèque, et l'amotivation.

### 3.3.1. La motivation intrinsèque

«*Doing something because it is inherently interesting and enjoyable*». [18]

Deci définit la motivation intrinsèque comme la tendance à s'engager dans une activité pour le plaisir et la satisfaction inhérents à la pratique de cette activité.

Une personne qui est intrinsèquement motivée à faire une tâche ou une activité quelconque le fait uniquement par plaisir et pour son propre intérêt sans rien attendre en retour, ni récompense ni reconnaissance, ou craindre une quelconque punition, elle agit donc soit pour la connaissance : apprendre de nouvelles choses, soit pour un accomplissement personnel et être plus compétant, soit pour se stimuler et satisfaire une envie de sensation particulière. Ici la motivation est au-dedans de la personne, et est indépendante des facteurs extérieurs.

Des études ont montré que si vous êtes intrinsèquement motivé vous allez probablement fournir plus d'effort pour essayer différentes façons de réussir, être plus persistant et apprendre plus profondément.

### 3.3.2. La motivation extrinsèque

Selon Rayan et Deci «*Doing something because it leads to a separate outcome* ».

Un individu motivé extrinsèquement n'est pas essentiellement intéressé par l'activité en soi, mais il l'accomplit dans le but d'engendrer des conséquences agréables ou d'éviter des conséquences désagréables. [18]

Une personne extrinsèquement motivée à faire une activité la fait pour obtenir quelque chose en retour comme une récompense matérielle par exemple ou un bonus, ou encore pour éviter une punition ou un sentiment de culpabilité. Cette motivation dépend donc de l'extérieur de l'individu et non de lui-même.

La motivation extrinsèque provient de l'extérieur de soi-même et n'est pas aussi efficace que la motivation intrinsèque. Elle comprend les objectifs, les valeurs et les intérêts des autres. Une personne apprendra donc dans le but d'éviter une punition, ou pour obtenir une récompense, ou plaire à quelqu'un.

La motivation extrinsèque n'est pas mauvaise, elle n'est pas tout simplement aussi efficace que la motivation intrinsèque.



### 3.3.3. L'amotivation

Nous parlons d'amotivation quand la personne qui exécute une activité est incapable de déterminer les raisons de son comportement ou de prévoir ses conséquences. La personne agit donc mécaniquement et fini éventuellement par abandonner l'activité car elle ne se sent pas forcément intéressée. [26]

Toujours selon la théorie de l'autodétermination, trois besoins psychologiques sont à la base de la motivation humaine, soit le besoin d'autonomie, le besoin de compétence et le besoin d'appartenance sociale. Lorsque la satisfaction de ces trois besoins est présente, elle devrait mener, généralement, à une sensation de bien-être chez l'individu.

Nous notons donc les principes essentiels de la théorie de l'autodétermination :

- Comme nous l'avons cité plus haut il existe différents types de motivation, et un comportement est plus au moins efficace selon le type de motivation qui le régit.
- Il existe trois besoins psychologiques fondamentaux : Toute personne tend à satisfaire ces besoins ce qui mènera à une amélioration de la qualité de motivation.

En ce qui concerne les trois besoins fondamentaux, la SDT distingue :

- Le besoin de compétence : D'après la SDT plus on se sent compétent plus on va s'intéresser à l'activité [18]. Le besoin de compétence concerne le sentiment d'auto-accomplissement et d'efficacité qui dérive de l'exercice de ses propres capacités dans des conditions de défi et de difficulté optimale.

En effet, nous nous sentons beaucoup moins, voire pas du tout motivé à poursuivre un travail dans lequel on n'est pas compétent.

- Le besoin relationnel : Toujours d'après Ryan & Deci[18] les types de motivation positive sont encouragés par la sensation psychologique d'être en relation avec les autres, dans une communion sécuritaire ou dans l'unité.

Le sentiment de participation ou encore de proximité concerne les relations émotionnelles et personnelles entre individus. Ce sentiment reflète nos besoins profonds pour le contact, le soutien et le sens de participation avec les autres. Il fait référence à l'expérience de se sentir "en rapport" avec les autres d'une façon qui suscite le bien-être et l'auto-cohésion de tous les individus impliqués.

Un apprenant aura donc plus de chance d'être motivé dans un environnement où il est en échange avec d'autres individus, avec qui il peut partager ses expériences.

- Le besoin d'autonomie : Le besoin d'autonomie fait référence à la nécessité pour l'individu de se sentir comme étant celui à la base de ses choix au moment d'initier un

comportement [10]. La SDT insiste d'ailleurs sur le fait que l'autonomie ne veut en aucun cas dire individualisme. Les étudiants qui ont une attitude autonome sont plus engagés dans des activités d'apprentissage.

L'autonomie ou « l'auto-détermination » est définie comme la capacité à auto-réguler son propre comportement et sa propre expérience, et à gérer la mise en place et la direction d'une action. Dans l'action autonome, le sujet fait l'expérience de soi comme agent, « locus of causality » (lieu de contrôle) de son comportement.

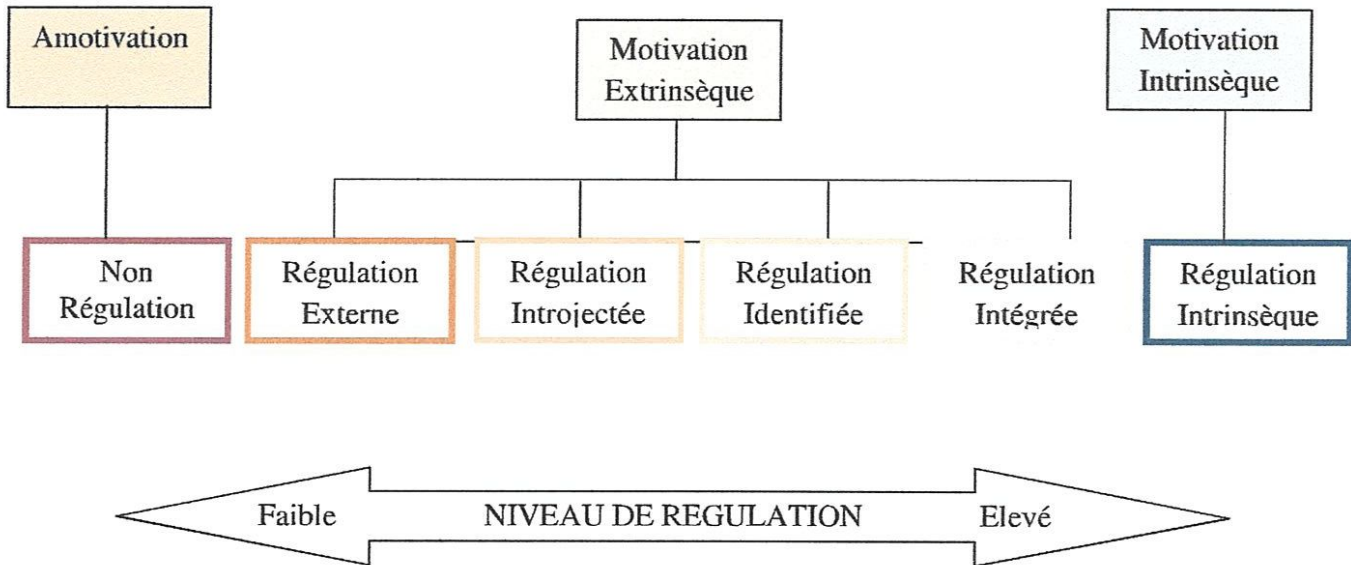
Deci et Ryan vont plus loin et propose trois types de motivations extrinsèques. Ces trois types se situent sur un continuum de motivation autodéterminée (Illustré dans la figure2) En allant du degré le plus élevé de motivation autodéterminée au plus faible, on retrouve : la régulation identifiée, la régulation introjectée et la régulation externe [18].

- La régulation identifiée : Elle implique que l'individu commence à prendre conscience de l'intérêt qu'il porte à cette activité et que non seulement il en est valorisé, mais qu'il trouve également important de la pratiquer et que ce choix est fait librement. Prenons comme exemple, pour illustrer ce type de motivation autodéterminée, un individu qui pratique le basketball car il voudrait devenir entraîneur dans cette discipline dans le futur. Et cette discipline lui procure un sentiment de bien-être.
- La régulation introjectée : Elle implique que l'individu commence à intérioriser ce qui influence ses comportements et ses actions. Elle permet l'intériorisation de contraintes qui étaient auparavant extérieures à l'individu, mais elle implique que l'individu ressent de la culpabilité ou encore de la pression s'il ne fait pas cette activité. Quelqu'un qui décide de faire un travail parce que c'est mieux vu par son entourage et par la société malgré le fait qu'il préférerait choisir un autre travail.
- La régulation externe : Se définit par le fait que l'individu soit motivé par des éléments externes comme des récompenses matérielles ou des punitions. Un exemple qui illustre bien ce type de motivation autodéterminée serait celui d'une personne qui décide d'avoir une activité parce que cela lui permettra d'éviter une punition, ou cela lui permettra d'être reconnu en société.

Le but est donc d'améliorer la motivation intrinsèque de l'apprenant, qui se rapporte sur une vraie envie d'apprentissage et un fort intérêt pour le contenu des cours pour l'aider à accomplir ses objectifs éducationnels. Car plus le niveau d'autodétermination est fort, donc tend vers la motivation intrinsèque, plus l'apprenant s'engagera et persévérera dans la tâche.



- La régulation intégrée : Elle représente l'aboutissement de la régulation identifiée. Les raisons du comportement sont liées à une bonne compréhension et une acceptation consciente des valeurs induites par l'action et l'atteinte des objectifs, non seulement l'activité a de la valeur pour soi mais en plus elle est en concordance avec les besoins, valeurs et buts personnels de l'individu.



*Figure 1.2 : Type de motivation et de régulation dans le cadre de la SDT. [18]*

Après avoir donné une définition de la motivation d'une personne, nous allons essayer de définir ce qu'est une tâche ou une activité motivante.

#### 4. Qu'est-ce qu'une tâche motivante ?

Paris et Turner ont énoncé en 1994, quatre caractéristiques d'une tâche motivante qu'ils résument sous le sigle des 4C : Choix, Challenge, Contrôle, Collaboration.

- Choix . La liberté de choix fait appel à la motivation intrinsèque des étudiants et conduit à un libre engagement et, par-là, à une implication plus profonde. La nature et le moment des choix peuvent être variés : choix d'une tâche particulière dans un ensemble de tâches, choix des démarches à entreprendre, des ressources à consulter ... En fonction des objectifs poursuivis, c'est à l'enseignant que revient le choix de définir « l'espace de manœuvre ». [Cité dans 19]

- Challenge (Défi) : Il se situe dans le niveau de difficulté de la tâche. Une activité motivante est d'un niveau de complexité moyenne, car une tâche trop facile conduit au désintérêt et une tâche trop difficile à l'abandon. Le défi pour l'enseignant consiste à placer correctement le niveau de difficulté de cette activité.

- Contrôle : Il est important que l'étudiant puisse évaluer le chemin à accomplir, les compétences à exercer ou à développer, pour que la tâche soit pour lui « sous contrôle ». Le contrôle est important pour qu'une relation positive soit établie entre l'autonomie de l'étudiant et sa motivation à persévérer dans la tâche. Il importe à l'enseignant de bien définir les consignes, les objectifs à atteindre, le cadre de l'activité ainsi que son degré d'exigence.

- Coopération : Nous avons vu l'importance du fait que la tâche ne puisse être résolue seule afin d'encourager le travail coopératif et le développement des habiletés sociales et relationnelles. La coopération augmente aussi la motivation des étudiants, car le support social permet de prendre des risques et d'assumer une plus grande responsabilité pour son propre apprentissage. [19]

## 5. Mesurer la motivation

L'idée de quantifier la motivation humaine remonte au 19<sup>e</sup> siècle alors que les chercheurs tentaient de mesurer l'intensité des impressions subjectives consécutives aux stimulations sensorielles ou l'intensité des émotions [12]. Un pas décisif est franchi lorsque Thurstone démontre en 1928, qu'on peut obtenir une mesure ordonnée et fiable d'un concept aussi subjectif que l'attitude d'un individu à l'endroit d'un objet social, par exemple la religion.

Pour mesurer la motivation, il existe différentes méthodes classiques, parmi elle nous citerons le libre choix et les questions d'auto-évaluation.

### 5.1. Le libre choix

En ce qui concerne cette technique, il s'agit d'évaluer le temps que passe une personne à effectuer une activité, sans qu'elle ne soit forcée à le faire. Pour se faire, l'individu sera invité à effectuer une tâche quelconque, pendant un délai déterminé. Après l'accomplissement de l'activité, la personne aura le choix de poursuivre ou d'abandonner l'exécution de cette tâche. Si elle décide de continuer de son propre gré c'est qu'elle a une motivation intrinsèque à l'effectuer.

Mais cette méthode est très limitée car on ne peut pas l'utiliser en dehors d'un environnement contrôlé, comme un laboratoire par exemple, et surtout on ne peut mesurer que la motivation intrinsèque, tous les autres types de motivation ne peuvent pas être évalués [5].



Cependant, il est aisé d'intégrer dans les STI un dérivé de cette méthode, qui observera les interactions de l'apprenant avec le système.

## **5.2. Les questions d'auto-évaluation**

### **5.2.1. Le Test sur les sources et les indicateurs de la motivation scolaire**

Ce test dit (TSIMS), a été mis au point par Denise Barbeau (1994), pour la mesure des indicateurs et des déterminants de la motivation scolaire. Ce questionnaire se divise en deux sections. La première, composée de 65 questions avec échelle à choix de réponse en cinq points, examine quelques indicateurs et déterminants tels que l'engagement cognitif, la participation, la persistance, la perception de la compétence et de l'importance de la tâche. La seconde partie comprend 18 questions sur la perception attributionnelle (un déterminant qui répond à la question : à quoi j'attribue ma réussite ou mon échec à cette situation ?), en utilisant une procédure de réponses semblables à la première partie. Ce test répond aux caractéristiques de validité de contenu (entre autres, par jugement d'experts) et de construit et il répond aux exigences relatives à la fidélité. [14]

### **5.2.2. L'Échelle de motivation en éducation**

L'Échelle de motivation en éducation (ÉMÉ), développée par Vallerand et ses collaborateurs [5], est un instrument basé sur une théorie d'autodétermination. Cet instrument se présente sous la forme de 28 items répartis en 7 sous-échelles comprenant chacune 4 items, sur lesquels l'élève prend position sur une échelle en 7 points. Ce test examine trois types de motivation intrinsèque (à la connaissance, à l'accomplissement et à la stimulation), trois types de motivation extrinsèque (identifiée, introjectée et à régulation externe) et l'amotivation. Sa validité de construit s'appuie sur une série d'analyses corrélationnelles entre les sept sous-échelles, sa validité concomitante repose sur des corrélations avec d'autres construits psychologiques en éducation tels que l'intérêt et la satisfaction, et sa validité prédictive réside dans sa capacité à prédire un comportement de décrochage au cégep. Sa fidélité s'établit sur une corrélation test-retest de 0,75 sur un intervalle d'un mois. [14]

### **5.2.3. Le Questionnaire des buts en contexte scolaire**

Le Questionnaire des buts en contexte scolaire (QBCS), construit par Bouffard et ses collaborateurs (1998), comprend 22 énoncés à propos desquels l'élève prend position sur une échelle en 6 points, en se référant à un cours particulier qu'il est en train de suivre, soit un cours de sociologie, un cours d'administration ou un cours de psychologie en ce qui a trait à notre recherche. Ce questionnaire évalue les buts de maîtrise (8 items), les buts de performance (7 items) et les buts d'évitement (7 items). La validité de contenu repose sur des

coefficients de cohérence interne et la validité de construit repose sur une analyse factorielle qui confirme le modèle à trois facteurs.

Quant à la validité concomitante, elle s'exprime par une validité convergente avec l'Échelle de motivation dans les études : buts de maîtrise (motivation intrinsèque), buts de performance (motivation extrinsèque), buts d'évitement (amotivation). La fidélité est vérifiée par une stabilité temporelle jugée très satisfaisante, sur un intervalle de quatre ou cinq semaines, avec une corrélation test-retest de 0,84 pour les buts de maîtrise et de 0,81 pour les buts de performance et les buts d'évitement

Les tests et les questionnaires de l'auto-évaluation sont simples et facile à mettre en œuvre, cependant on leur trouve aussi quelques défauts :

- La subjectivité des réponses : Chaque individu peut interpréter de manière personnelle ou erronée la question posée, et par ce fait la validité des réponses est mise en doute.
- Le non synchronisme : L'utilisation du questionnaire n'est pas adaptée en temps réel, cela dit on n'aura pas de nouveaux états motivationnel de l'individu au moment où le changement de ces derniers s'opère, mais seulement une fois les résultats du test analysés.
- Le séquençage des sessions d'apprentissage : Il est nécessaire d'entrecouper une session d'apprentissage de périodes d'évaluation pour déterminer et actualiser l'état motivationnel de l'apprenant. Donc le test ne se fait qu'à la fin de l'activité exécutée.

Les tests peuvent être adaptés à chaque situation expérimentale. Ce qu'il faut surtout savoir c'est qu'ils s'adressent d'abord et avant tout aux personnes qui vont y répondre ; il est donc fondamental d'utiliser des termes appartenant au langage des répondants et de bien expliquer les termes techniques si nécessaire pour que cela soit directement compréhensible. Les questions doivent être simples, claires, concises et complètes n'abordant qu'une seule notion à la fois. Aussi, pour rassurer les personnes interrogées et obtenir des réponses fiables, il est conseillé de procéder en « entonnoir », en partant des questions les moins engageantes aux questions les plus personnelles, et du général au particulier et avoir un questionnaire bien structuré [14]



## 6. La motivation dans les STI

Plusieurs recherches ont porté sur l'intégration d'un modèle motivationnel dans les STI, chacune suivant différentes théories. Nous allons vous présenter, dans ce qui suit, des systèmes intelligents prenant en compte la motivation des apprenants. [6]

### 6.1. Le système MORE (Motivational REactive Plan)

Del Soldado et Du Boulay proposent l'un des premiers systèmes intelligents qui offre une représentation informatique de la motivation [28]. Leur méthode consiste à évaluer les niveaux d'effort, de confiance et d'indépendance d'un apprenant, et d'en déduire son état motivationnel.

Le système MORE, implanté en Prolog, est à base de règles de production qui sont utilisées pour la modélisation classique (niveau de performance) et motivationnelle de l'apprenant (état motivationnel). En plus du planificateur traditionnel, lié au domaine d'apprentissage, qui constitue le système, Delsoldado et Du Boulay proposent d'ajouter un planificateur motivationnel qui fournirait des recommandations différentes de celle du premier selon les cas.

- Le planificateur traditionnel : Les règles de production ont pour but de faire avancer l'apprenant dans la connaissance d'un domaine. Ainsi si l'apprenant apprend avec succès une unité d'apprentissage qui est pré requise pour une autre, cette dernière pourra alors être enseignée. Si par contre il connaît un échec, un nouveau « chemin d'apprentissage » sera proposé.
- Le planificateur motivationnel : Les règles sont liées à l'objectif d'améliorer les niveaux de confiance, d'effort et d'indépendance d'un apprenant.

Les règles doivent donc servir à choisir la méthodologie d'apprentissage la plus adéquate en fonction du modèle courant d'un apprenant. Un planificateur de négociation permet de gérer d'éventuelles contradictions entre les planificateurs traditionnel et motivationnel. [6]

Ce système montre l'importance et la pertinence d'adjoindre un planificateur motivationnel à un planificateur traditionnel, mais les règles motivationnelles utilisées sont basées sur des interactions classiques entre humains et proviennent de travaux de psychologues de l'éducation, et leur adaptabilité dans un environnement Homme-Machine reste à prouver.

## 6.2. Le système MOODS

De Vicente [1] s'inspire des travaux de Del Soldado, pour créer le système MOODS basé sur des règles motivationnelles afin de détecter l'état motivationnel de l'apprenant qui interagit avec un STI.

Pour ce faire, De Vicente propose un ensemble de principes basé sur un modèle motivationnel de l'apprenant qui est composé de facteurs de motivation, ces derniers sont séparés en deux groupes.

Un premier groupe qui comprend les facteurs qui permettent de représenter des particularismes propres à un apprenant :

- Le contrôle : le degré de contrôle que les apprenants aiment avoir dans une situation d'apprentissage.

- Le défi : le niveau de défi que les apprenants cherchent dans une situation d'apprentissage.

- L'indépendance : le degré de préférence des étudiants pour le travail indépendant, (sans l'aide d'autrui)

- La fantaisie : le degré d'appréciation par les étudiants d'environnements d'apprentissage évoquant des images mentales de situations physiques ou sociales.

Un deuxième groupe qui comprend les facteurs permettant d'identifier des caractéristiques occasionnelles d'un apprenant en fonction de ce qu'il est en train d'apprendre :

- La pertinence : le sentiment que la situation d'apprentissage se rapporte à des besoins personnels importants de l'apprenant.

- La confiance : la croyance de l'apprenant en sa capacité à être performant dans cette tâche.

- L'intérêt cognitif : l'excitation de la curiosité de l'apprenant provoquée par les caractéristiques de la tâche étudiée.

- L'effort : le degré d'effort que l'apprenant met dans l'accomplissement de la tâche.

- La satisfaction : le sentiment général de l'apprenant d'avoir atteint un but.

Ensuite, il cherche à formaliser les connaissances liées au diagnostic de la motivation pour éviter d'utiliser les questionnaires, car dans de nombreuses situations les élèves ont du mal à s'auto-évaluer, il demande donc à des enseignants de déterminer l'état motivationnel d'un apprenant filmé précédemment. En formalisant les observations obtenues, il obtient un

ensemble de règles pour diagnostiquer la motivation, puis il demande à des enseignants si les règles motivationnelles obtenues peuvent s'appliquer à une situation d'apprentissage. [6]

Ainsi, 41 des 61 règles qui avaient été proposées initialement ont ainsi été validées et intégrées au système MOODS.

De Vicente avance que le modèle motivationnel proposé est suffisamment petit pour être incorporé relativement facilement dans un STI et semble donner une représentation générique de l'apprenant dans une situation d'apprentissage générique. Cependant, il estime également que ce modèle ne doit pas être considéré comme le seul possible pour représenter la motivation puis qu'il existe notamment d'autres facteurs de motivation qui pourraient être pris en considération.

### 6.3. Le système ECOLAB

Deux études sont présentées dans cette recherche qui prend en considération les buts individuels en E-Learning [7] : La première étude sur *la motivation et l'influence des buts de réussite*, et la seconde sur *l'apprentissage collaboratif et l'influence des buts de réussite*.

Dans le cadre de la première étude, deux versions de ECOLAB II [7] ont été réalisées, l'une encourageant les buts de performances, et l'autres celles de maîtrise.

Une étude sur la tendance de but de 33 élèves, âgés de 9 à 11 ans, fut réalisée en utilisant le questionnaire PALS. Puis, de manière aléatoire, chacun d'entre eux se vit demander d'utiliser l'une ou l'autre des versions du système et on surveilla alors leurs interactions avec le système.

Les résultats de l'évaluation montrent que la tendance personnelle d'un individu n'influe pas sur sa réactivité à un environnement favorisant des buts donnés.

Pour leur deuxième étude, le langage employé par 22 élèves, âgés de 7 à 9 ans, durant une tâche d'apprentissage collaboratif fut analysé.

Les résultats ont permis de voir que plus les élèves avaient une orientation à la maîtrise, plus ils avaient tendance à s'engager dans des discussions constructives pour régler des désaccords avec leur partenaire, et cela prouve qu'il existe donc une relation entre la tendance d'un individu et son style de collaboration.

Mais des interrogations subsistent quant à l'adaptation relativement difficile de cette approche à l'E-Learning : Comment représenter la tendance des buts d'un individu ? Est-il important ou non de considérer l'influence du contexte (individuel/collaboratif) sur les tendances de buts ?



#### 6.4. Le système M-ECOLAB

Ce système se base sur les recherches précédemment effectuées, en proposant d'adapter ECOLAB en lui ajoutant un compagnon virtuel à but motivationnel : M-ECOLAB. Il constitue un personnage qui, lors d'une session d'apprentissage, intervient oralement une première fois avant que l'activité ne commence, pour informer des objectifs à atteindre dans la session, puis une deuxième fois, en fin d'activité, pour émettre des commentaires pour faire s'interroger l'apprenant sur son comportement durant la simulation. Les commentaires sont adaptés en fonction du modèle motivationnel de l'apprenant. Le but est d'encourager l'apprenant à faire plus d'effort, à être plus indépendant ou à devenir plus confiant. [6]

Suite aux tests d'évaluation, les auteurs notent que les étudiants qui ont progressé ont très généralement adapté leur comportement pour suivre les recommandations données par le compagnon d'apprentissage virtuel alors que les étudiants initialement très motivés et qui n'ont pas réellement progressé n'ont pas franchement varié de comportement

#### 6.5. Le système EDUCE

Ce travail est proposé par Kelly et Weibelzahl [6], et vise l'emploi d'une conception des éventualités dans un but motivationnel. Il est basé sur la théorie de l'Intelligence Multiple de Gardner [1983] qui stipule qu'il existe différents types d'intelligences qui permettent de représenter les différentes façons de penser, résoudre des problèmes ou apprendre.

EDUCE considère donc quatre types d'intelligence liés à l'IM pour modéliser les apprenants : Intelligence logique/mathématique

Intelligence verbale/linguistique

Intelligence visuelle/spatiale

Intelligence musicale/rythmique.

Kelly et Weibelzahl divise le domaine de connaissance en unités d'apprentissage liées à un concept donné. Chaque unité dispose de quatre ensembles de ressources qui permettent d'enseigner ce concept de manière à satisfaire l'un des quatre types d'intelligence.

Puis chaque unité d'apprentissage est divisée en plusieurs niveaux : (1) attirer l'attention de l'apprenant, (2) fournir un ensemble de ressources IM à l'apprenant, (3) rappeler dans un but de renforcement le message clé de la leçon et (4) présenter des questions interactives liées à la question. Pour chaque bonne réponse, des parties d'une image sont révélées, et si l'apprenant répond juste à toutes les questions l'intégralité de l'image apparaît, et c'est cette partie qui représente la conception des éventualités.

Le modèle d'un apprenant est déduit suite aux observations et analyses de ses choix quant aux ressources IM.

Pour évaluer le système, il a été demandé à deux groupes d'élèves d'utiliser EDUCE, mais pour l'un des deux, l'apparition des parties d'image était désactivée. Pour mesurer la confiance des apprenants on leur a demandé avant chaque question, s'ils pensaient être capables d'y répondre. Quant à la performance, elle était mesurée avec un pré test et un post test.

Les résultats obtenus montrent que la conception des éventualités n'a pas d'effet sur le niveau de performance. Par contre, le test met en évidence que le niveau de confiance des apprenants a été augmenté quand ils étaient mis au courant de leur performance au moyen d'une méthode d'affichage partiel d'une image, qui est le résultat de la conception des éventualités.

Plusieurs recherches se sont poursuivies, toujours dans le but de considérer la motivation dans le E-Learning, notamment celles de *la considération de l'expérience de flots* présentées par Pearce [6] et qui a pour objectif de trouver un moyen pour que l'apprenant soit attiré par les tâches d'apprentissage, sans pour autant être distrait par les technologies multimédia utilisées fréquemment pour le motiver et qui ne feraient que l'éloigner de son but qui est d'apprendre.

Une expérience de Flot est un niveau très élevé de motivation intrinsèque qui peut se produire quand une personne effectue une activité qui lui plaît fortement, on peut la résumer en une concentration totale d'un individu pour la réussite d'une activité impliquant un niveau de défi assez élevé.

Pearce met en évidence que le flot peut être utile à un apprentissage de qualité puisque l'interaction avec le système est plaisante et pense que l'apprenant doit se concentrer sur la tâche d'apprentissage elle-même et non sur les particularités attractives d'une interface.

Par ailleurs, et toujours dans le but d'intégrer la motivation dans les STI, McQuiggan et Lester [6] nous proposent leurs travaux qui portent sur *la détection inductive du sentiment d'auto efficacité* qui permettrait de prédire quels problèmes l'apprenant peut décider de résoudre et combien de temps ou d'effort il pourrait mettre pour trouver la solution. L'auto efficacité permettrait également de prédire des particularismes individuels tels que le niveau d'engagement.

Leur méthode consiste à utiliser des capteurs physiologiques le rythme cardiaque et la conductivité de la peau de l'apprenant en enregistrant sa réaction pendant l'utilisation d'un

système de résolution de problème. Par la suite la phase d'analyse se déroule au moyen de la suite d'outils d'apprentissage machine WEKA. [6]

Ces méthodes, selon leurs auteurs, présenteraient de bons résultats et auraient l'avantage d'être en temps réel et inductives, n'interférant donc pas avec l'activité d'apprentissage.

## **7. Conclusion**

Nous avons vu dans ce chapitre une définition générale de la motivation et les principales théories qui traitent de celle-ci, pour parler ensuite des différentes méthodes classiques qui nous permettent de mesurer l'état motivationnel des apprenants et comment ces méthodes peuvent être adaptées à chaque situation expérimentale. Pour finir, nous avons présenté quelques travaux qui ont porté sur des systèmes intelligents prenant en compte la motivation des apprenants, en évoquant leurs avantages et leurs limitations.



## Chapitre II : Les Chaines de Markov

### 1. Introduction

L'adjectif stochastique est souvent présenté comme un synonyme d'aléatoire car la modélisation stochastique se fonde sur l'utilisation de variables aléatoires. Il provient du mot grec stokhastikos, lui-même dérivé du mot stokhos qui désigne la notion de but. Ainsi la modélisation stochastique est une approche mathématique qui vise à faire des conjectures et à deviner l'état du système modélisé en utilisant des variables aléatoires.

La notion de l'optimisation est un mécanisme par lequel on trouve la valeur maximale ou minimale d'une fonction objectif. Cette optimisation permet de résoudre différents problèmes.

Les chaines de Markov est un outil de modélisation très utilisé dans de nombreux domaines et en reconnaissance des formes plus particulièrement. Le modèle standard peut être étendu aux chaines de Markov cachées « HMM » on peut distinguer deux composantes principales : les observations qui sont observables et les états cachés qui sont inobservables.

Sans prétendre à une présentation exhaustive des modèles de Markov cachés, l'objectif de ce chapitre est de dresser un portrait général de cet outil et de son utilisation.

### 2. Les chaines de Markov

Une chaîne de Markov est de manière générale un processus de Markov à temps discret et à espace d'états discret. En mathématiques, un processus de Markov est un processus stochastique possédant la propriété de Markov.

➤ Le principe de chaîne de Markov :

1. Un ensemble d'états possibles :  $\{S_1, S_2, \dots, S_n\}$
2. Processus passe d'un état à l'autre, générant ainsi une séquence :  $S_{i1}, S_{i2}, \dots, S_{ik}, \dots$
3. Probabilité d'occurrence d'un état dépend uniquement de l'état précédent

$$P(S_{ik} \mid S_{i1}, S_{i2}, \dots, S_{ik-1}) = P(S_{ik} \mid S_{ik-1})$$

4. Un modèle de Markov est défini par la probabilité de transition  $A_{i,j}=P(S_i|S_j)$  et les probabilités initiales  $\pi_i=P(S_i)$

Un petit exemple :

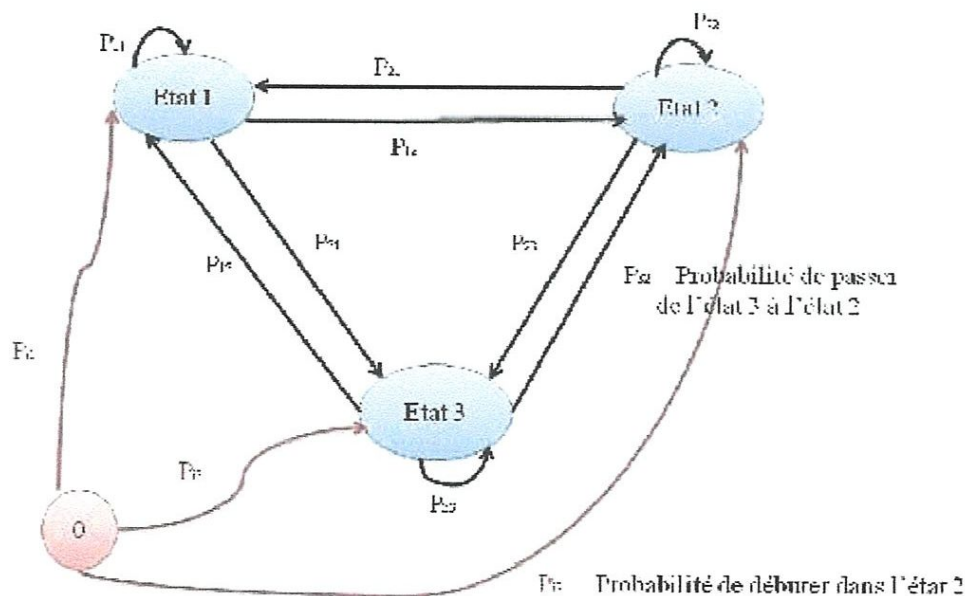
- Deux états : 'Soleil' et 'Pluie'.
- Probabilité de transition:  $P(\text{'Pluie'}|\text{'Pluie'})=0.3$  ,  $P(\text{'Soleil'}|\text{'Pluie'})=0.7$  ,  
 $P(\text{'Pluie'}|\text{'Soleil'})=0.2$ ,  $P(\text{'Soleil'}|\text{'Soleil'})=0.8$
- Probabilité initiales:  $P(\text{'Pluie'})=0.4$  ,  $P(\text{'Soleil'})=0.6$  .
- La probabilité d'occurrence d'une séquence {'Soleil', 'Soleil', 'Pluie', 'Pluie'}:  
 $P(\text{'Pluie'}|\text{'Pluie'}) P(\text{'Pluie'}|\text{'Soleil'}) P(\text{'Soleil'}|\text{'Soleil'}) P(\text{'Soleil'})=$   
 $= 0.3*0.2*0.8*0.6$

Un processus markovien peut être modélisé par un modèle théorique dit « Modèle de Markov ». [22]

Il existe deux types de Modèle : Observable et Caché

### 2.1 Chaîne Observable

L'évolution du processus de Markov peut être représentée par un graphe de transitions d'états qui fait apparaître la structure du processus selon les règles suivantes :



**Figure 2.1 :** Graphe d'un Modèle de Markov Observable.



- Les états sont représentés par des sommets :  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$
- Les transitions (la possibilité de passer d'un état à un autre) sont représentées par des arrêtes, elles sont pondérées par leur probabilité.  $\{P_{11}, P_{12}, \dots, P_{mm}\}$ .
- Les probabilités de départ :  $\pi$  sont les probabilités de débiter dans l'état ou un autre (point 0). Elles sont regroupées dans un vecteur d'initialisation :  $\Pi = \{\pi_i = P(s_i)\}$  on notera :

$$\sum \pi_i = 1 \quad (1 \leq i \leq N)$$

Un modèle  $\lambda$  est dit observable car les états sont directement observables, il est caractérisé par une matrice de transition  $A$  et un vecteur d'initialisation  $\pi$ , on note :

$$\lambda = \{\Pi, A\}$$

**2.2 Chaîne Cachée**

Dans un Modèle de Markov Caché les états  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_m\}$  sont non observables cependant ils émettent des signaux observables  $O = \{O_1, O_2, \dots, O_k\}$  qui sont pondérés par leur probabilité. Le modèle  $\lambda$  peut être représenté graphiquement avec :

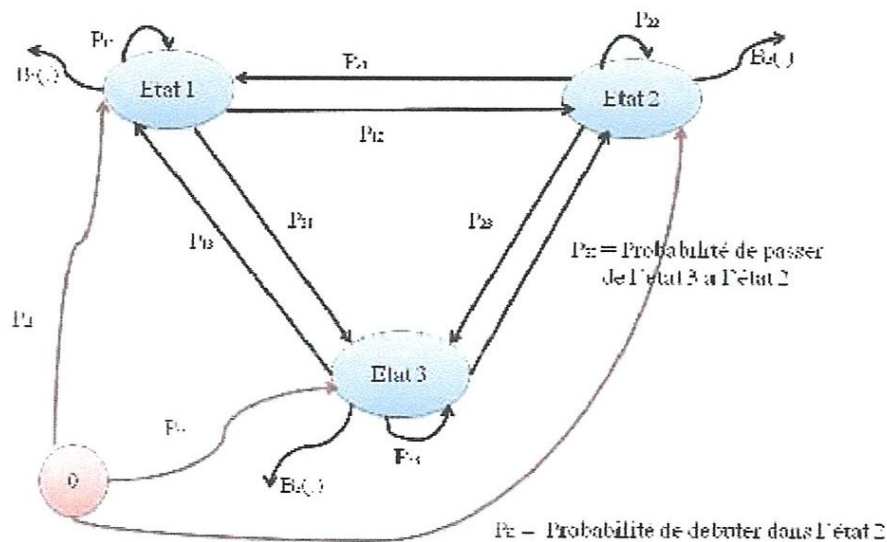


Figure 2.2 : Graphe d'un Modèle de Markov Caché.

Un Modèle de Markov Caché  $\lambda$  est caractérisé par une matrice de transition  $A$ , une matrice d'observation  $B$  et un vecteur d'initialisation  $\pi$ , on note :

$$\lambda = \{\Pi, A, B\}$$

### 3. Les Modèles de Markov Cachés

Les modèles de Markov cachés (Hidden Markov models ou HMM) ont été introduits par Baum et al à la fin des années 60. ce modèle est fortement apparenté aux automates probabilistes, définis par une structure composée d'états et de transitions. A chaque transition est associé un symbole observable. Ce symbole est généré à chaque fois que la transition est empruntée.

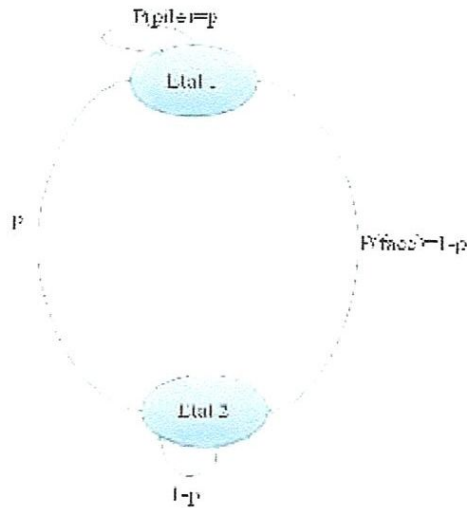
La différence essentielle avec les automates probabilistes est que la génération de symboles s'effectue sur les états, et non sur les transitions. De plus, on associe à chaque état non pas un symbole, mais une distribution de probabilité sur les symboles observables. Les modèles des Markov Cachés sont utilisés pour modéliser des séquences d'observation. Ces observations peuvent être de nature discrète ou continue. Si l'ensemble des symboles d'observations est fini alors on parle de HMM discret, si l'ensemble est infini alors HMM continu. [13]

Un HMM est composé par les éléments suivants :

- $N$  : l'ensemble d'états de modèle.
  - $M$  : l'ensemble de symboles différents générés par HMM.  $v = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$
  - Matrice de distribution des probabilités des transitions d'un état à l'autre :  $A = \{a_{ij}\}$  cette matrice de la dimension  $N \times N$ . le terme  $a_{ij}$  désigne la probabilité de transiter d'un état  $S_i$  vers un autre état  $S_j$ .
  - Matrice de distribution de probabilité de génération des symboles :  $B = b_j(v)$  cette matrice est de dimension  $N \times M$ . Le terme  $b_j(v)$  désigne la probabilité pour que HMM se trouve dans l'état  $S_j$  et génère le symbole  $v$ .
  - Matrice de distribution des probabilités initiales :  $\Pi = \{\pi_i\}$ . cette matrice est de dimension  $1 \times N$ . le terme  $\pi_i$  désigne la probabilité que la HMM se situe dans l'état  $S_i$  à l'instant initiale.
- Exemple : la modélisation de problème du lancer d'une pièce de monnaie

Il s'agit de modéliser le problème du lancer d'une pièce de monnaie et d'expliquer la suite d'observations de "pile" ou de "face", comme par exemple :  
 $O = \{ P P F F P P F F \dots P \}$  .[27]

On ne suppose pas ici que la pièce soit parfaite : les probabilités a priori d'observer F ou P après un lancer peuvent être différentes.



**Figure 2.3 :** Exemple de chaîne de Markov observable pour modéliser les lancers d'une pièce de monnaie.

- Un modèle de Markov observable pour ce type de problème est composé de deux états, chacun correspond directement à une observation possible. Dans ce modèle, la suite d'états associée à une séquence observée est facile à déterminer : l'observation de la lettre « p » correspond à l'état 1 et l'observation de « f » correspond à l'état 2. Si la probabilité d'observer « p » à l'état 1 est  $P(p)$ , alors la probabilité d'observer « f » à l'état 2 est  $1 - P(p)$ . [27]
- HMM à 2 états pour 2 pièces truquées :

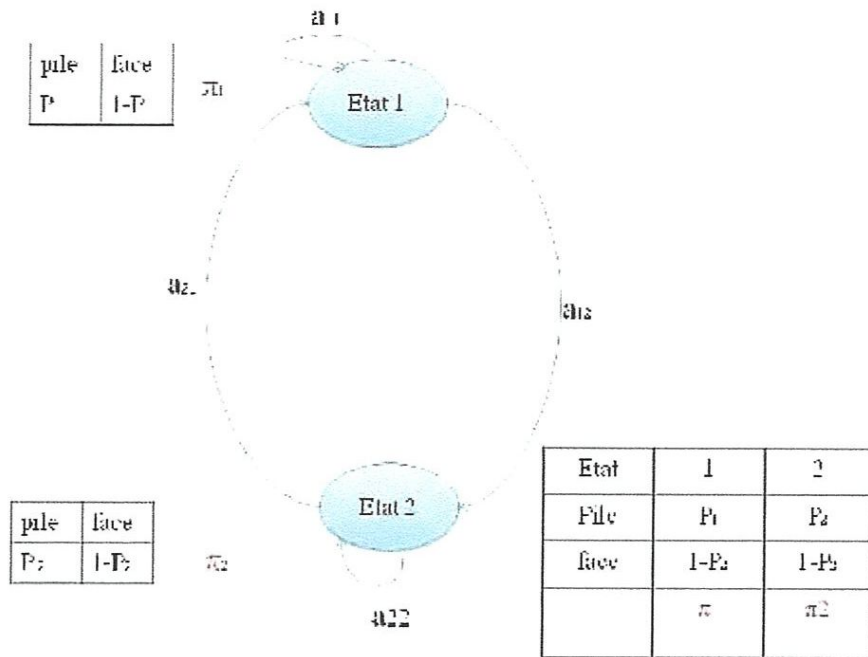


Figure 2.4 : Exemple pour définir à quelle saison nous sommes.

Posons :

- Les 4 saisons « printemps, Été, Automne, Hiver », comme étant les états de notre modèle.

L'état « saison » n'est pas directement observable mais il émet des observations le temps de la journée. Il est défini par Nuage, Pluie, Soleil.

- Une chaîne d'observations le temps de la semaine. Dans les exemples cette chaîne est réduite aux 3 jours pour limiter le nombre de calcul (Soleil, Soleil, nuage) ou (S, S, N).

Le Modèle de Markov nous permet de définir quelle est la chaîne de Markov qui a le plus de probabilité d'avoir généré la séquence observée, par exemple : (E, E, P).



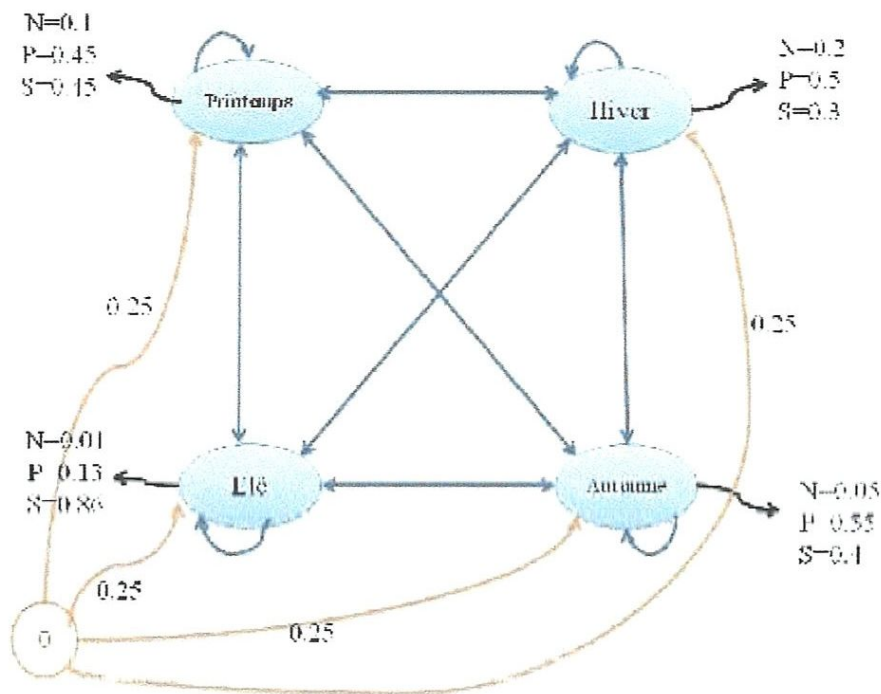


Figure 2.5: modélisation HMM de l'exemple.

## 4. Extension des HMM

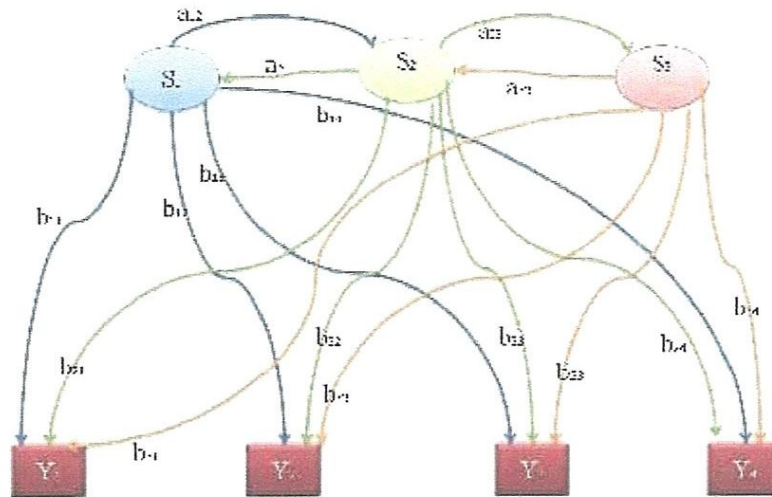
### 4.1 Densités de probabilités

Selon le type de densité de probabilité d'observations, discrète ou continue, il est possible de construire deux types de modèles de HMM : HMM discret et HMM continu. [13]

➤ HMM discret « Discrete Hidden Markov Models 'DHMM' » :

L'hypothèse que l'espace des états de la chaîne est fini ou dénombrable est une restriction importante, et l'on peut assez facilement définir une notion de chaîne de Markov à valeur dans des espaces généraux, en tenant correctement compte des questions de mesurabilité, qui sont inexistantes dans le cas où l'espace d'états est discret. Dans HMM discret les symboles d'observations en général sont continus puisqu'elles proviennent de phénomènes physiques continus. Ces observations continues sont quantifiées à l'aide d'un dictionnaire (symboles d'observations dénombrables).





**Figure2.6 :** représentation d'un HMM discret à 3 états

➤ HMM continu « Continuous Hidden Markov Models 'CHMM' » :

Bien qu'il soit possible de quantifier les observations continues, il peut y avoir une sérieuse dégradation d'information associée à cette quantification. Il sera, alors, avantageux de choisir une fonction de densité de probabilités d'observations continues, conditionnée par les états du processus.

L'implémentation des HMM continus est difficile et lente par contre l'implémentation des HMM discrets est plus facile et plus rapide. Le nombre de paramètres à estimer dans CHMM est élevé que dans les DHMM.

## 5. Les problèmes fondamentaux des HMM

Il existe trois types fondamentaux de problèmes en relation avec l'utilisation de HMM, les problèmes sont :

Problème d'évaluation.

Problème de reconnaissance.

Problème d'apprentissage.

Nous allons détailler ces problèmes et représenter les algorithmes les plus utilisés pour les résoudre.

### 5.1 Problème d'évaluation

Evaluation de la probabilité de générer une observation étant donnée une observation notée  $o$  de longueur  $T$  et une HMM notée  $\lambda$ . Il s'agit d'évaluer la probabilité avec laquelle  $\lambda$  peut engendrer l'observation  $o$  notée  $P(o | \lambda)$ . [17]

La solution de ce problème d'évaluation est l'algorithme Forward-Backward, qui fournit une solution exacte à ce problème faisant intervenir tous les chemins dans le modèle HMM.

- Algorithme Forward-Backward :

Dans cette approche, on considère que l'observation peut se faire en deux étapes :

1. Forward : l'émission de la suite d'observations  $\{O_1, O_2, \dots, O_t\}$  et la réalisation de l'état  $S_t$  au temps  $t$ .
2. Backward : l'émission de la suite d'observations  $\{O_{t+1}, O_{t+2}, \dots, O_T\}$  en partant de l'état  $S_t$  au temps  $t$ . [17]

### 5.2 Problème de reconnaissance

Etant donné un HMM  $\lambda$  et une séquence observée  $O$ , comment connaître la séquence des états cachés du  $\lambda$  qui a la plus probablement généré  $O$  [17]

La solution de ce problème de reconnaissance est l'algorithme de Viterbi.

- L'algorithme de Viterbi :

C'est un algorithme récursif qui permet de trouver à partir d'une suite d'observations, une solution optimale au problème d'estimation de la suite d'états. Il fournit une solution approximative faisant intervenir uniquement le meilleur chemin dans le modèle HMM (la meilleure séquence d'états).

### 5.3 Problème d'apprentissage

Etant donné un HMM  $\lambda = \{\Pi, A, B\}$  et une séquence observée  $O$ , comment peut-on ajuster les paramètres du modèle  $\lambda$  pour maximiser la probabilité  $P(O | \lambda)$  ?

La solution de ce problème d'apprentissage est l'algorithme de Baum-welch :  $P(O | \lambda)$  est estimé en tenant compte de tous les chemins possibles. [17]

- L'algorithme de Baum-Welch :

Cet algorithme est basé sur le théorème de Baum qui garantit l'atteinte d'un maximum local de la fonction de la probabilité par ré-estimation des paramètres  $A, B, \Pi$ . Cette méthode de Maximum de la probabilité est la plus utilisée dans les applications. [17]

## **6. L'utilisation des Modèles de Markov Cachés « HMM »**

Les modèles de Markov cachés (HMM) sont utilisés depuis longtemps dans le domaine de la reconnaissance de la parole. Ils ont ensuite été largement utilisés dans différents domaines tels que : notamment, l'analyse de séquence biologiques, la vision par ordinateur. Les HMM ont pu être utilisés pour l'intelligence artificielle, la reconnaissance de forme et dans l'apprentissage. [25]

## **7. Conclusion**

Les HMM se sont imposés comme le modèle de référence pour la résolution de certains types de problèmes dans plusieurs domaines d'applications. Leur utilisation prouve que cet outil est efficace, performant et puissant pour la modélisation. La lisibilité du modèle et surtout la simplicité de ses principaux algorithmes sont très certainement responsable de ce succès.



## Chapitre III : Conception

### 1. Introduction

Cette partie est consacrée à la conception de notre plateforme, qui représente un environnement interactif d'apprentissage offrant diverses modalités qui ont pour objectif d'aider l'apprenant dans son activité, tout en essayant de le motiver à atteindre son but qui est d'apprendre un cours d'un domaine particulier. Dans notre cas nous choisissons des cours qui portent sur le modèle Entité/Association présentés par trois différentes modalités d'apprentissage.

### 2. Objectifs

Nous nous proposons de concevoir et d'implémenter une plateforme qui va nous permettre d'entreprendre une étude expérimentale relative à la relation entre motivation et mode d'apprentissage. Un deuxième objectif consiste à mettre en œuvre un système intelligent basé sur les HMM pour donner une estimation du degré de motivation de l'apprenant dans chaque modalité d'apprentissage.

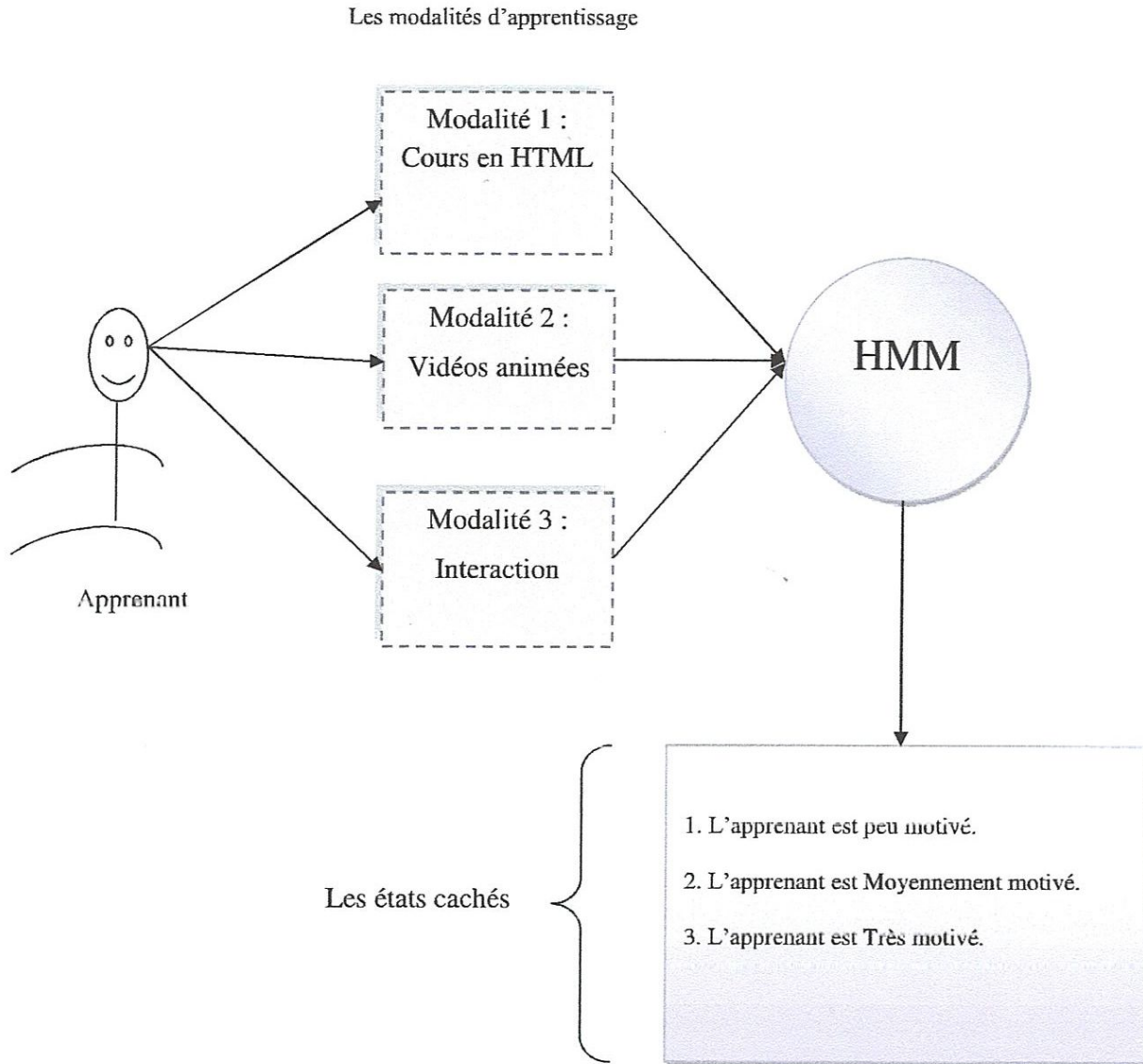
### 3. Présentation

Notre travail se compose de deux parties : une partie d'apprentissage, et une partie de l'évaluation de l'état motivationnel de l'apprenant.

La première partie est dédiée à l'apprentissage, l'apprenant a le choix entre trois modalités d'apprentissages différentes soit la lecture des cours sous forme HTML, ou encore des cours présentés dans des vidéos animées. Dans la troisième modalité, les apprenants ont la possibilité de chatter les uns avec les autres pour assurer une activité interactive. Chaque apprenant dispose d'un outil de construction de modèles Entités/Associations et peut publier ses modèles. Un système d'évaluations par des paires permet à chaque apprenant de donner une appréciation sur les modèles publiés et voir ses modèles ainsi évalués.

Dans la deuxième partie nous utilisons les chaînes de Markov cachées (HMM) pour calculer le degré de motivation de chaque apprenant en fonction des indicateurs relatifs à l'activité de l'apprenant dans la modalité utilisée.

Le schéma suivant présente le déroulement de l'apprenant dans les différentes étapes de notre plateforme d'apprentissage.



*Figure 3.1 : vue générale de la conception*

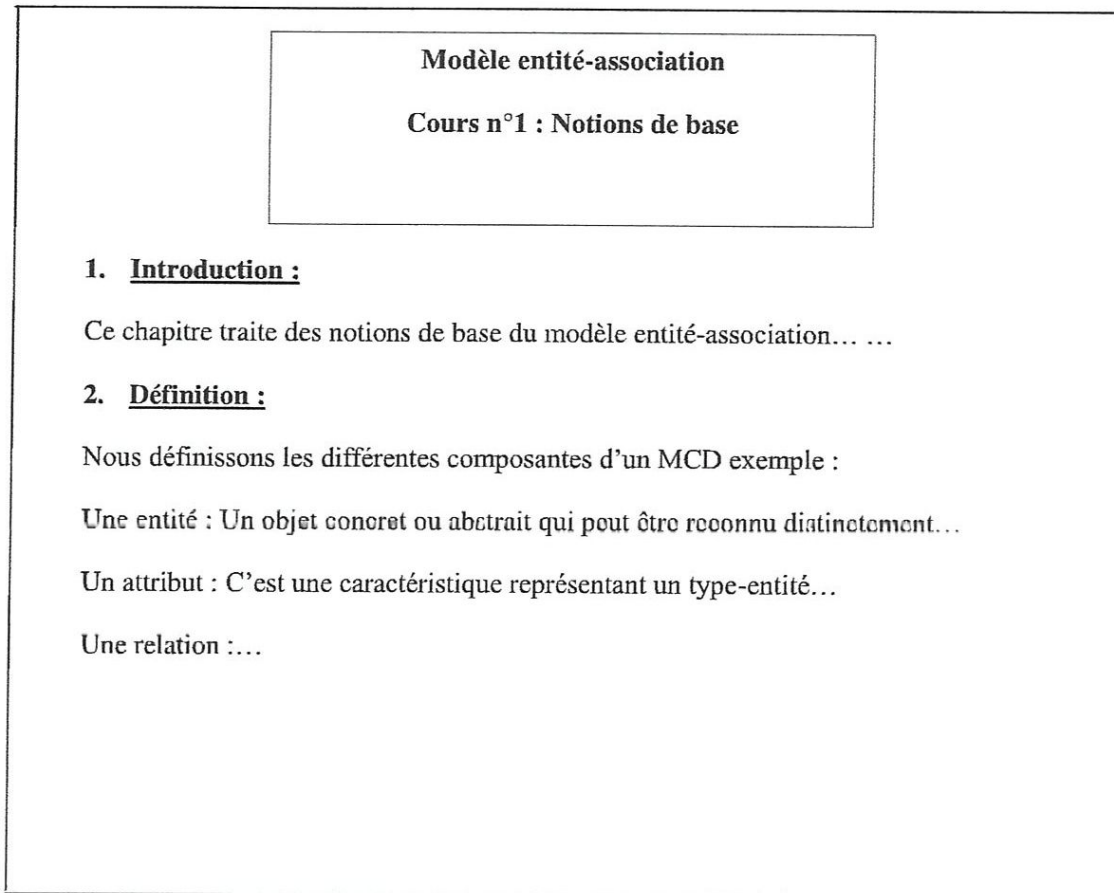
Nous allons, dans ce qui suit, expliquer le déroulement de notre travail.

### 3.1 Modalité hypermédia

Nous avons choisi des cours qui traitent du modèle Entités/Association. Dans cette modalité ils sont présentés sous forme de texte contenant les définitions, les notions de base, les caractéristiques et les composants d'un modèle E/A.

Ici l'apprenant peut lire chaque cours indépendamment de l'autre, ainsi il peut choisir de sauter un cours ou revenir au précédent sachant qu'il n'y a aucune démarche à suivre. Le

but étant de laisser l'apprenant libre de choisir. Les cours sont sous forme HTML, comme la figure si dessous le montre.



**Modèle entité-association**  
**Cours n°1 : Notions de base**

**1. Introduction :**  
Ce chapitre traite des notions de base du modèle entité-association... ..

**2. Définition :**  
Nous définissons les différentes composantes d'un MCD exemple :

Une entité : Un objet concret ou abstrait qui peut être reconnu distinctement...

Un attribut : C'est une caractéristique représentant un type-entité...

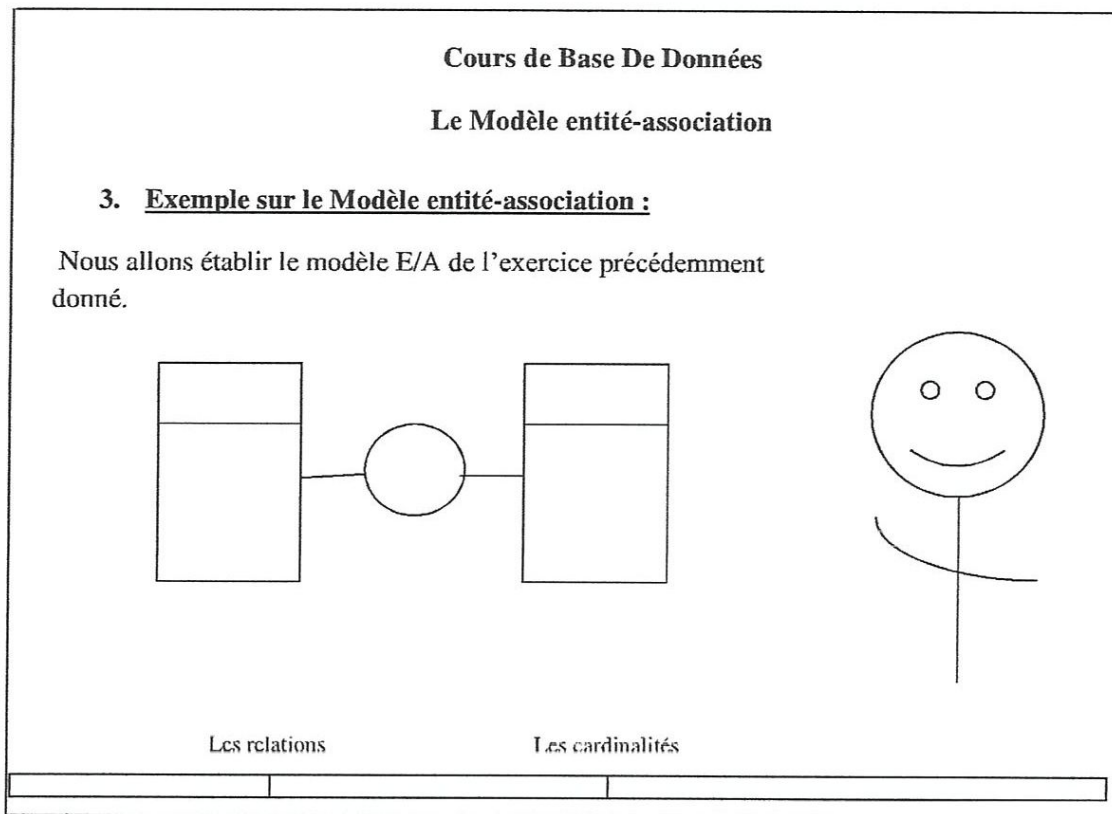
Une relation :...

*Figure 3.2 : Exemple de Cours présenté dans la modalité Hypermédia*

### 3.2 Modalité vidéos annotées

Dans cette modalité les cours sont présentés sous forme de vidéos explicatives, qui traitent toujours du même sujet, à savoir *Le modèle Entité/Association*. Ces cours audiovisuels sont présentés et expliqués par un enseignant du domaine. Les vidéos annotées contiennent une « time-bar » sur laquelle figure des notes correspondant à chaque séquence de la vidéo traitant d'une notion de cours donnée. L'apprenant peut donc choisir de visionner l'intégralité de la vidéo ou encore de la regarder séquentiellement, en cliquant sur les liens qui le dirigeront directement vers la notion choisit, et ce toujours dans le but le laisser libre d'apprendre les informations qui l'intéressent le plus.





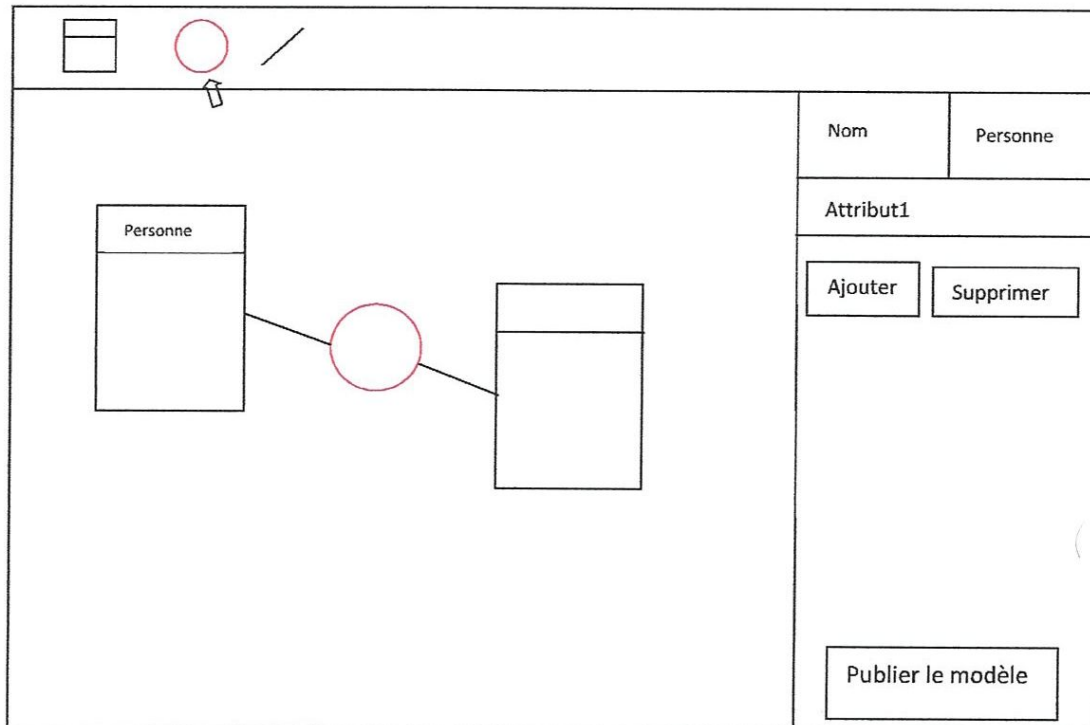
*Figure 3.3 : Exemple de vidéo annotée.*

### 3.3 Modalité interactive et construction de solution

Cette modalité se compose de 03 sous fonctions, est sont présentées comme suit :

- Outil de modélisation : L'apprenant dispose d'un logiciel qui lui permet de dessiner son modèle E/A, de le modifier et de le sauvegarder. Il offre tout ce qui est nécessaire à la modélisation des diagrammes comme les entités les attributs est les relations.
- Outil d'interaction : Cet outil représente un « Chat » virtuel, via lequel les apprenants, qui sont en ligne, peuvent interagir avec d'autres apprenants connectés et échanger entre eux via un chat en ligne pour s'entre aider à construire leurs modèles. Cela leur permet aussi, entre autre, de discuter des cours.
- Modèles partagés : Cette rubrique contient tous les modèles partagés par les apprenants ainsi que tous ceux qui sont notés. Chaque utilisateur peut voir qui a partagé quel modèle et quelle note lui a été donnée.

Les apprenants y trouvent aussi des exercices à résoudre sur le modèle E/A.



*Figure 3.4 : Schéma de l'outil de construction du modèle E/A*

### 3.4 Modélisation de l'état motivationnel par les HMM

En plus du dispositif expérimental des trois modalités, nous avons essayé d'appliquer la technique des HMM pour prévoir, par un système intelligent, l'état motivationnel de l'apprenant.

Dans cette partie nous calculons le degré de motivation de chaque apprenant en fonction de son comportement et des observations récoltées comme par exemple le nombre de clique pendant la lecture des cours, le temps total pour terminer la phase d'apprentissage, etc. Nous verrons cela en plus détaillé dans la partie qui suit.

Proposer un HMM initial performant reste une tâche difficilement réalisable ; néanmoins nous avons tenté, initialement, d'utiliser un HMM basé sur nos intuitions. Cet HMM a été ajusté lors de la phase de test du système. L'étude expérimentale nous permettra, par la suite, d'améliorer l'HMM notamment en utilisant les observations et l'algorithme de Viterbi.

#### 3.4.1. Construction du HMM

Nous considérons comme point de départ que la motivation de l'apprenant est proportionnelle à son degré d'activité dans une modalité particulière.

### 3.4.1.1. Etats Cachés

Nous avons défini 03 états

- L'apprenant est faiblement motivé : Représente le fait, étant dans une modalité particulière, qu'un apprenant est pratiquement inactif, et est faiblement engagé dans les diverses activités proposées. Par exemple, il change très peu de pages des cours, il se peut qu'il ne lise aucun cours dans la modalité *Hypermédia*, ou qu'il ne visionne aucune ou très très peu de vidéos présentées dans la modalité *Vidéos Annotées* et change rarement de vidéo. Cet apprenant ne résout aucun exercice voir très peu, par conséquent sa participation à la *Construction de Solutions* et aux *Modèles Partagés* est très faible. Il ne participe que très peu au chat et ne se connecte pratiquement pas, donc il est rarement en interaction avec les autres utilisateurs.

- L'apprenant est moyennement motivé : Cet apprenant n'est pas totalement engagé dans les différentes activités dont il dispose et ses actions sont à un rythme moyennement régulier. Par exemple il change moins souvent de pages de cours dans la modalité *Hypermédia*, et dans celle de *Vidéos annotées* il change souvent de vidéo explicative. Il participe souvent à la résolution des problèmes, et il lui arrive de noter quelques modèles partagés par les apprenants, il est assez souvent en interaction avec les autres utilisateurs dans la modalité *Interactive & Construction de solution*.

- L'apprenant est très motivé : Cet état représente un apprenant qui est totalement engagé dans la plupart des activités qui lui sont proposées. Son activité peut être intense car il adopte un rythme plus au moins rapide dans ses actions. Par exemple, nous remarquons que cet apprenant change régulièrement de page de cours dans la modalité *Hypermédia*. Aussi dans la seconde modalité, *Vidéos annotées*, il n'y a quasiment pas de temps-mort entre ses actions soit le déplacement d'une vidéo à une autre. Il intervient régulièrement pour noter les modèles partagés est résout fréquemment les exercices existants, pour les partager ensuite avec les autres apprenants en ligne dans la modalité *Interactive & Construction de solution*.

### 3.4.1.2. Observations

Nous avons retenus 04 indicateurs qui représentent les observations du HMM, et cela dans les trois différentes modalités.

- Le temps global passé dans une modalité (TG) : Il représente la totalité du temps qu'un apprenant passe dans une modalité donnée (*Hypermédia*, *Vidéos Annotée*...). C'est le temps général donné en minute.



- Le nombre d'actions (Nbr Ac) : Il représente le nombre de toutes les actions que peut réaliser un apprenant sur la plateforme. Les actions possibles étant par exemple dans la modalité *Hypermédia* : Changement de page de cours ou retour à un cours précédent, ou encore changement de module. Aussi dans la modalité *Vidéos Annotées* l'apprenant clique pour se déplacer d'une vidéo à une autre ou passe d'un chapitre à un autre. Il peut aussi effectuer différentes actions dans la modalité *Interactive & Construction de solution* comme changer de sous fonctions dans cette même modalité ou réaliser un modèle E/A, ou encore cliquer pour partager son modèle et aussi les notes qu'il attribue au modèles que les autres apprenants partagent.
- Le temps moyens d'actions (tmps MyAc): Il représente le temps écoulé entre deux actions en secondes. Par exemple le temps qu'il y a entre l'action de cliquer sur un cours donné et l'action de cliquer sur un autre cours pour passer à un autre module.
- Le nombre de retour à une page donnée (Nbr Ret) : Il représente le nombre d'action de retour seulement ; c'est-à-dire le retour à un cours préalablement visité, ou encore le renvoi vers une modalité par laquelle l'apprenant est déjà passé.

Remarquons que les observations brutes peuvent prendre des valeurs quelconques, nous choisissons d'utiliser, dans nôtres cas, un HMM discret en définissant des intervalles pour chaque variable observable et d'associer un symbole, dans le HMM, représentant cet intervalle.

Pour TG : [0 10s] Représente un temps court ;

[10-20s] Représente un temps moyen

[20-30] Représente un temps long

Pour Nbr Ac : [0-10] Représente un petit nombre d'actions

[10-20] Représente un nombre moyen d'actions

[20-30] Représente un grand nombre d'actions

Pour le temps MyAc : [0-3] Représente un temps court entre deux actions

[3-8] Représente un temps moyen

[8-15] Représente un temps long

Pour le Nbr ret : [0-3] Représente un petit nombre de retour

[3-6] Représente un nombre moyen retour

[6-10] Représente un grand nombre de retour

Ceci donne le HMM suivant :

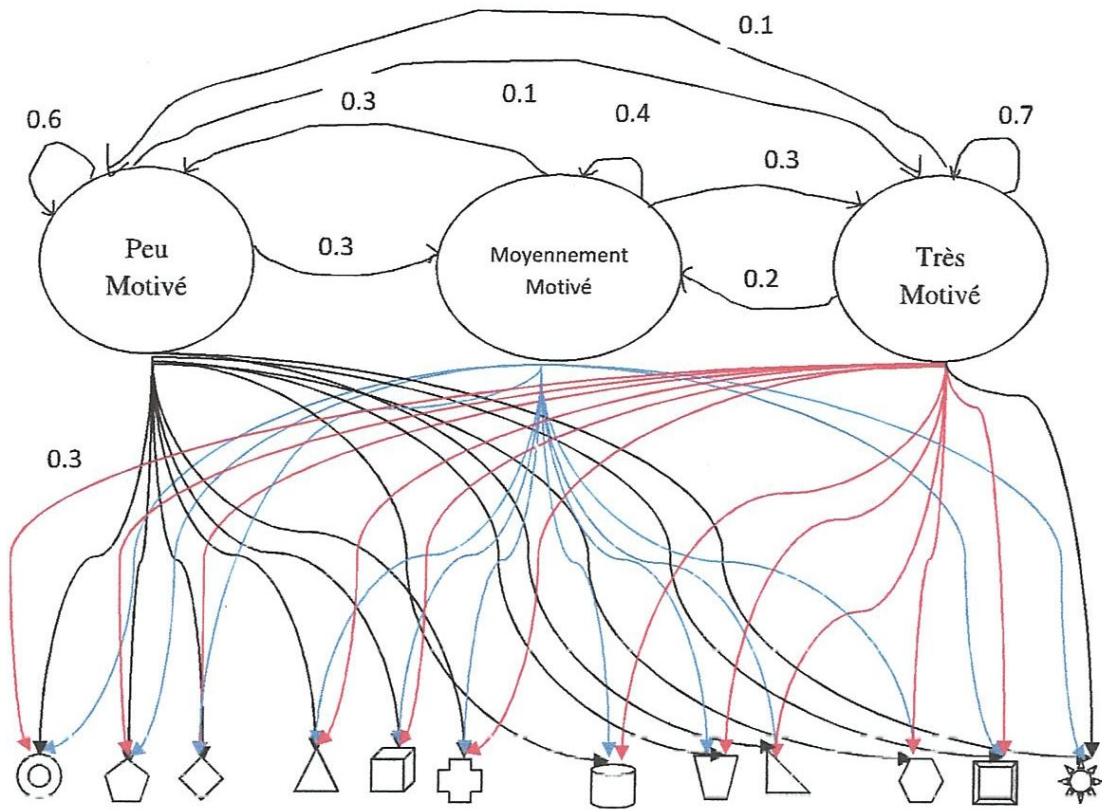


Figure 3.5 : HMM Initial

- |               |                 |
|---------------|-----------------|
| ⊙ TG petit.   | △ NbrAc petit.  |
| ⬠ TG moyen.   | ⊞ NbrAc moyen.  |
| ◇ TG grand.   | ⊕ NbrAc grand.  |
| ⊞ MyAc petit. | ⬠ NbrRet petit. |
| ⊞ MyAc moyen. | ⊞ NbrRet moyen  |
| ⊞ MyAc grand. | ☀ NbrRet grand. |

Nous noterons donc les probabilités intuitives des états cachés par rapport aux observations dans le tableau suivant :

Observation Etat	Temps global			Nombre d'action			Temps moyen d'action			Nombre de retour		
	Tps court	Tps moyen	Tps long	Nbr petit	Nbr moyen	Nbr grand	Tps petit	Tps moyen	Tps grand	Nbr petit	Nbr moyen	Nbr grand
Peu motivé	0.1	0	0	0.3	0	0	0.5	0	0	0.1	0	0
Moyennement Motivé	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0.4	0	0	0.2	0
Très Motivé	0	0	0.3	0	0	0.2	0	0	0.25	0	0	0.25

*Tableau 3.1 : Présentation intuitive des probabilités*

Le schéma qui suit nous montre le déroulement général de notre travail, et illustre la façon dont les EIAH, notamment les systèmes adaptatifs, utilisent les différentes observations du comportement de l'apprenant pour estimer intelligemment son état motivationnel via l'algorithme de Viterbi.



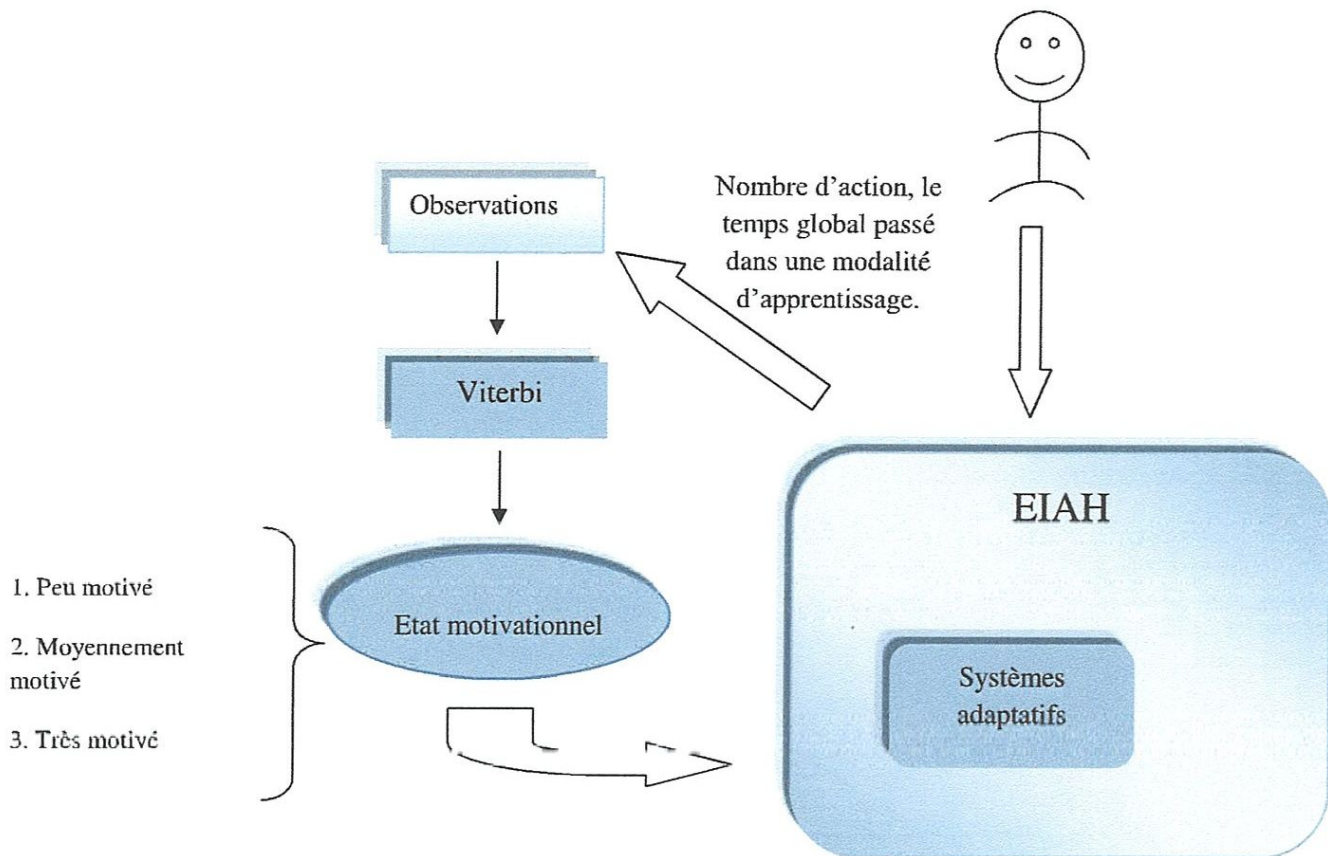


Figure 3.6 : Schéma général de la plateforme

#### 4. Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté la conception détaillée du travail réalisé pour atteindre notre objectif.

Nous avons commencé par la phase d'apprentissage ou nous avons présentés les trois modalités d'apprentissage qui sont : les cours et les vidéos animées et l'interaction où l'apprenant a la possibilité de chatter et d'échanger ses informations avec les autres apprenants. Finalement, et selon les observations du comportement de chaque apprenant et à l'aide des chaînes de Markov cachées « HMM », nous pouvons estimer l'état motivationnel de chaque utilisateur.

Les détails de l'implémentation et les résultats obtenus seront implémentés dans le prochain chapitre.

## Chapitre IV : Implémentation

### 1. Introduction

Cette partie est consacrée à l'élaboration de notre plateforme, qui représente un environnement interactif d'apprentissage offrant diverse modalités qui ont pour objectif d'aider l'apprenant dans son activité, tout en nous permettant d'évaluer sa motivation, et de mesurer l'impact de chaque modalité sur son état motivationnel.

Nous commençons ce chapitre par l'ensemble des Outils de développement et les langages de programmations utilisés notamment PHP, JAVA, ERDRAW ..., ensuite nous déroulons les différentes scènes importantes qui ont une relation avec l'objectif de l'application.

### 2. Description générale de l'environnement

#### 2.1. Outils de développement

##### 2.1.1. PHP

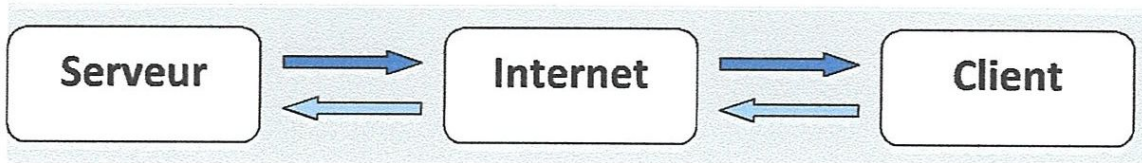


**PHP** est un acronyme qui signifie « *Hypertexte Preprocessor* ». C'est un langage de scripts libre principalement utilisé pour produire des pages Web dynamiques via un serveur HTTP , mais pouvant également fonctionner comme n'importe quel langage interprété de façon locale, en exécutant les programmes en ligne de commande.

C'est un langage impératif disposant de fonctionnalités de modèle objet complètes. En raison de la richesse de sa bibliothèque, on le désigne parfois comme une plate-forme plus qu'un simple langage. Il est très majoritairement installé sur un serveur Apache, mais peut être installé sur les autres principaux serveurs HTTP du marché. [30]

Dans une utilisation Web, l'exécution du code PHP se déroule ainsi :

- Lorsqu'un client 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.



*Figure 4.1 : Déroulement de l'exécution du code PHP*

PHP est donc un système fondamentalement Internet averti avec des modules incorporés pour accéder à beaucoup de serveurs de base de données tel que MySQL. Exécuté du côté serveur (l'endroit où est hébergé le site) il n'est pas nécessaire aux visiteurs d'avoir des logiciels ou plugins particulier. Néanmoins, les webmasters qui souhaitent développer un site en PHP doivent s'assurer que l'hébergeur prend en compte ce langage.

Le EasyPHP est aussi un package WAMP, et une plateforme de développement Web, permettant de faire fonctionner localement (sans se connecter à un serveur externe) des scripts PHP.

Il 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 alias (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 du PHP. Par défaut, le serveur Apache crée un nom de domaine virtuel (en local) `http://127.0.0.1` ou `http://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 au contenu du dossier `www` d'EasyPHP.

Nous avons utilisé PHP pour réaliser l'interface de notre application, et aussi pour mettre en place une application chat qui permet aux apprenants de communiquer ensemble. Chaque apprenant disposera d'une session à laquelle il peut accéder uniquement dans la modalité Interactive. Une fois connecté, une liste de tous les apprenants apparaîtra, avec une icône verte pour ceux qui sont connectés, et rouge pour ceux qui ne le sont pas. [30][31]

### 2.1.2. Java

Défini comme un langage de programmation informatique orienté objet, Java a évolué au cours du temps pour devenir une technologie, qui intègre une bibliothèque complète pour exécuter ou développer une multitude d'applications. La particularité principale de Java est que les applications écrites dans ce langage sont très facilement portables sur plusieurs systèmes d'exploitation tels que UNIX, Windows, Mac OS..., avec peu ou pas de



modifications. C'est la plate-forme qui garantit la portabilité des applications développées en Java. [32]

La technologie Java regroupe aujourd'hui :

- La plate-forme d'exécution JRE des programmes écrits dans ce langage ( Environnement d'exécution Java ).
- La plate-forme de développement JDK (Kit de développement Java ).
- Le greffon permettant d'exécuter des programmes spéciaux écrits dans ce langage pour les navigateurs internet.

Le tout forme un ensemble cohérent quoique modulaire, et selon les besoins, l'utilisateur peut installer certains composants et pas d'autres. Dans la plupart des cas et s'il ne souhaite pas développer en Java, l'installation de la plate-forme d'exécution des programmes JRE et le greffon pour les navigateurs internet suffisent.

JAVA permet de réaliser de nombreuses sortes de programmes tels que :

- Des applications, sous forme de fenêtre ou de console
- Des applets, qui sont des programmes Java incorporés à des pages web ;
- Des applications pour appareils mobiles, avec J2ME, J2EE, J3D pour la 3D...

### 2.1.3. ER-Editor



ER-Editor est une application simple et facile à utiliser, conçue en pour permettre aux utilisateurs de concevoir/modifier un diagramme entité-association représentant les entités dans une base de données et les relations entre les tables dans la base. [34]

C'est un environnement open source, écrit en JAVA, qui peut être modifié selon les besoins de l'utilisateur. Son interface est très claire et permet donc une utilisation aisée.

Pour les besoins de notre travail, nous avons apporté quelques modifications à l'application ER-Editor, pour ne garder que les fonctionnalités nécessaires.

Nous avons changé la taille de l'entité pour pouvoir écrire les attributs dans la même case, en intégrant un tableau avec deux boutons « Ajouter » et « Supprimer » qui permettent à l'utilisateur d'ajouter de nouveaux attributs ou supprimer une sélection d'attributs.

Aussi, nous avons supprimé des menus dans la barre des menus, qui offraient différentes options comme par exemple : les menus Extra et Help que nous avons jugé peut nécessaires.

Nous avons par la suite relié ER-Editor avec notre base de données, tel que le partage des modèles se fasse automatiquement. Pour cela l'utilisateur n'aura qu'à cliquer sur un bouton pour qu'il puisse partager sa solution.

Des modifications au niveau des classes de ER-Editor, ont aussi été apportées, pour connecter l'application à notre plateforme et l'afficher sous forme d'applet.

#### 2.1.4. Dreamwaver



Adobe Dreamweaver, anciennement Macromedia Dreamweaver, est l'un des premiers éditeur de site web de type « tel écrit tel écran » (cette formule remplaçant désormais, dans la terminologie informatique, le sigle anglophone WYSIWYG = What You See Is What You Get : ce que vous voyez est ce que vous obtenez), et est l'un des premiers à intégrer un gestionnaire de site. Créé en 1997 pour Microsoft Windows et Mac OS X, il est commercialisé par Macromedia puis Adobe Systems sous licence utilisateur final.

Il a été propulsé rapidement comme l'un des principaux éditeurs HTML, aussi bien utilisable par le néophyte que par le professionnel. Il offre deux modes de conception par son menu affichage, l'utilisateur peut choisir entre un mode 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 tableau, d'image, ...etc.). Le deuxième mode, quand à lui, rend possible l'affichage et l'édition direct du code (HTML ou autre) qui compose la page.

Nous pouvons 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 souhaitent se familiariser avec le langage HTML.[33]

Dreamweaver a évolué avec les technologies de l'Internet. Il offre aujourd'hui la possibilité de concevoir des feuilles de style (modèle de création). Les liaisons avec des bases de données ont également été améliorées ainsi que le chargement des fichiers sur les serveurs d'hébergement. Il propose en outre l'utilisation de modèles imbriqués de pages web, selon un format propriétaire.

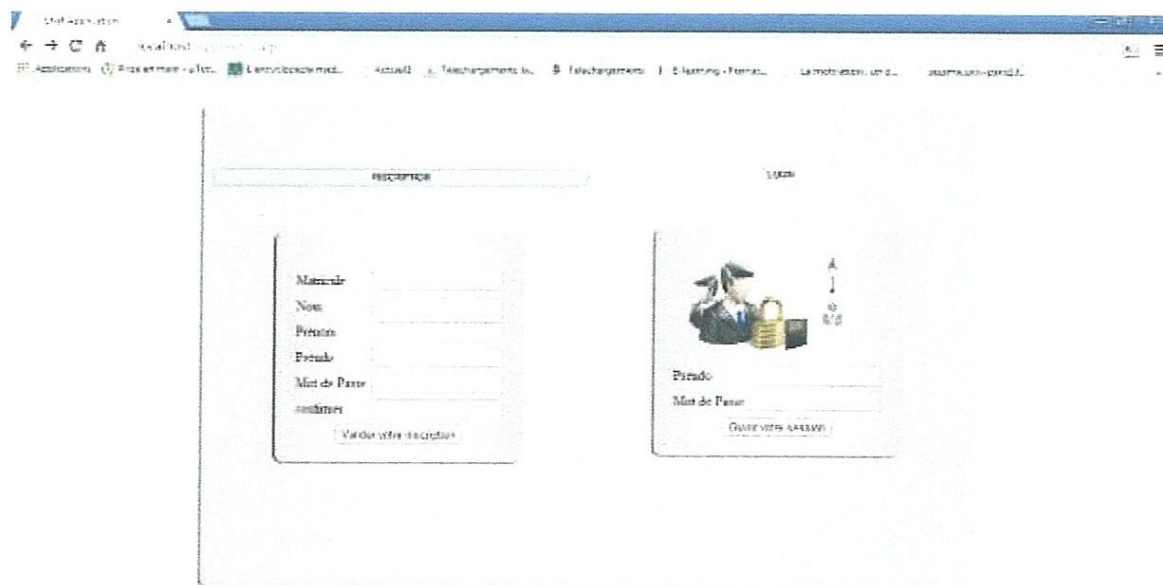
### 3. Scénario d'utilisation de l'application

Nous allons, dans la partie qui suit, donner une description détaillée de l'application avec des captures d'écran qui nous permettront de mieux comprendre le déroulement de l'application.

#### 3.1. La page d'inscription

L'apprenant, et pour sa première utilisation, doit s'inscrire sur notre plateforme en introduisant ses données qui seront sauvegardées sur la base de donnée de notre système.

Une inscription rapide, pour garder la trace de notre utilisateur est pouvoir, à travers ses informations, établir son profil motivationnel par la suite.



*Figure 4.2 : La page de l'inscription*

### 3.2. Les différentes modalités d'apprentissage

Une fois les inscriptions faites, l'apprenant se voit diriger vers une page d'accueil contenant différentes modalités d'apprentissage, à savoir la modalité *Hypermédia* ou un cours sur le modèle entité-association est présenté sous forme de texte, qu'il peut lire et relire autant de fois, la modalité *Vidéos annotées* ou il y a plusieurs vidéos explicatives traitant du même sujet présentés par un enseignant spécialisé dans le domaine et que l'apprenant peut visualiser, la modalité *Interactive et construction de solution* ou l'apprenant peut dessiner son modèle E/A et entrer en interaction avec d'autres apprenants en ligne.





Figure 4.3 : La page d'accueil

### 3.2.1. La modalité Hypermédia

Dans cette modalité l'apprenant se voit proposer différents modules traitant des cours de base de données, en général, et spécialement sur le modèle entité-association. L'intégralité des cours ici sont sous forme de texte.

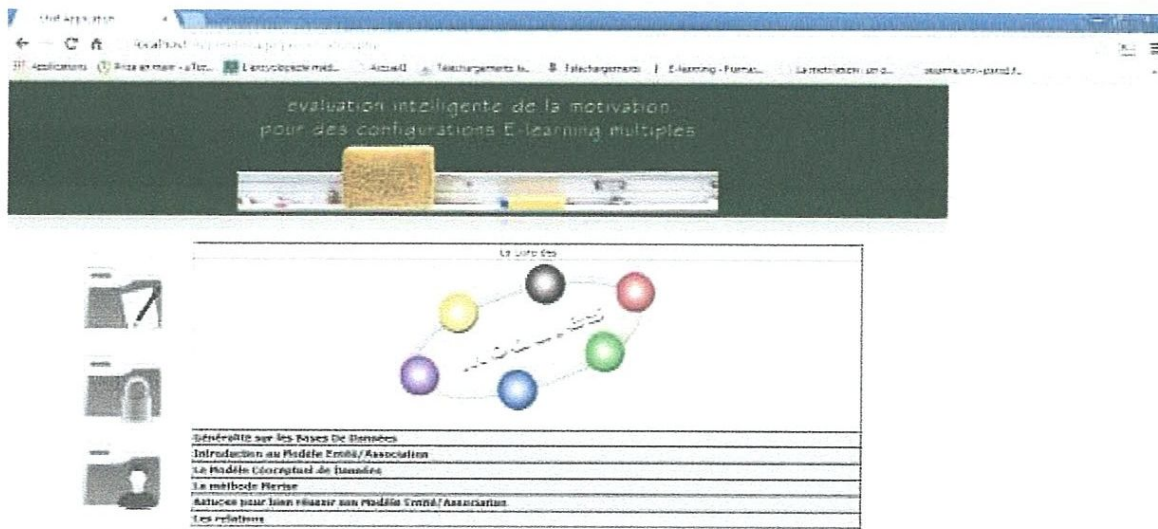


Figure 4.4 : La modalité Hypermédia

Chaque module contient des chapitres portant sur des notions différentes du modèle E/A, que l'apprenant peut consulter autant de fois qu'il le souhaite.

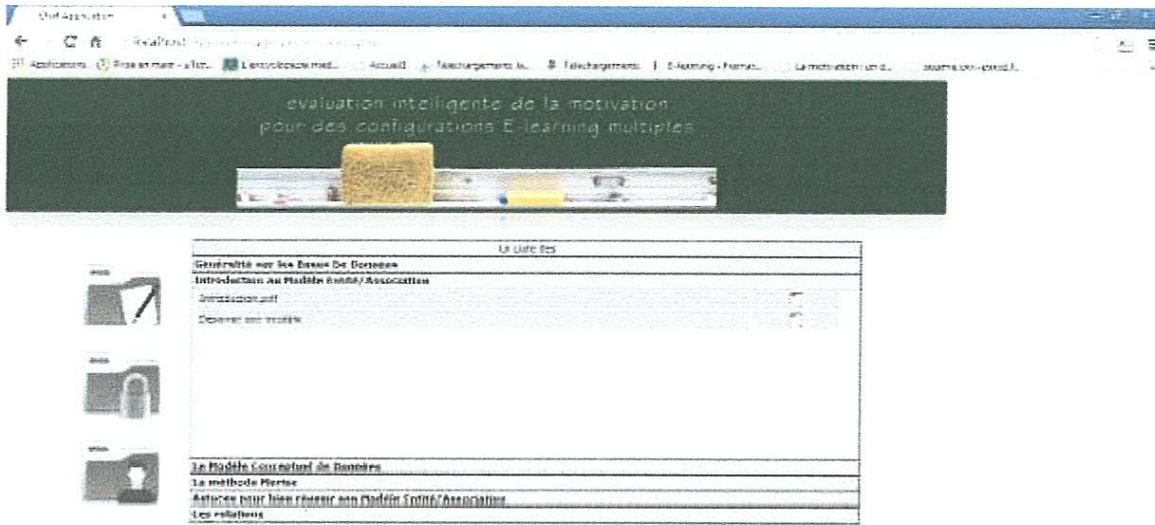


Figure 4.5 : La liste des cours

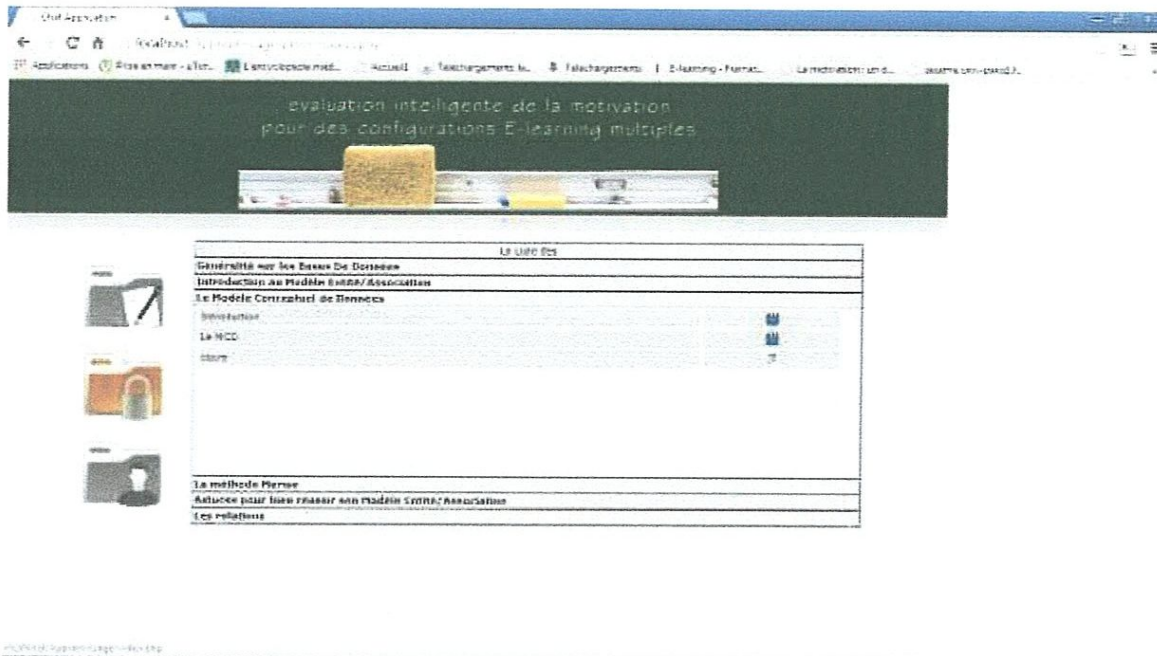


Figure 4.6 : Exemple de cours présenté dans la modalité Hypermédia

Il faut savoir qu'il n'y a pas un mode de lecture de cours spécifique à suivre, aussi l'apprenant peut lire le deuxième cours sans passer par le premier, ou peut revenir à un cours précédent autant de fois qu'il le souhaite.

### 3.2.2. La modalité Vidéos Annotées

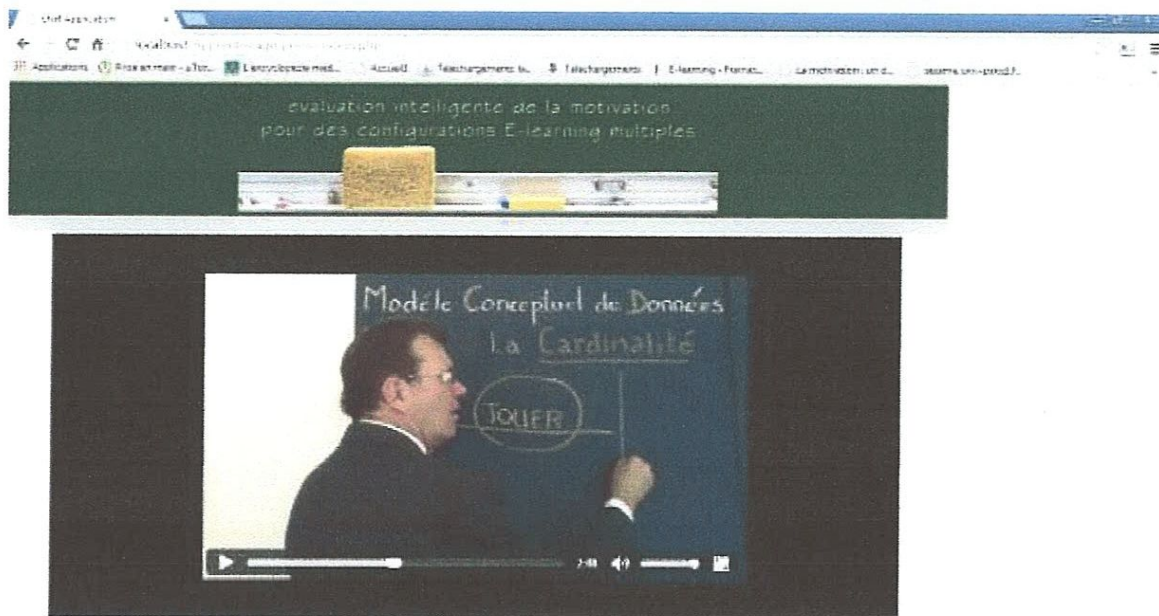
Ici, l'apprenant dispose des même modules que la modalité précédente, contenant les même cours, mais dans cette mosalité, ils sont exclusivement présentés sous forme de vidéos annotées.



*Figure 4.7 : La modalité Vidéos annotées*

Dans cette partie il y a donc des vidéos, téléchargées depuis le site « *Youtube* », présentées, pour la plus part, par monsieur Yannik SAYER, un polytechnicien diplômé des Hautes Etudes Technologiques Nouvelles Technologies de l'information et de la Communication. Il explique les notions de base du modèle entité-association aussi appelé modèle conceptuel de données MCD.



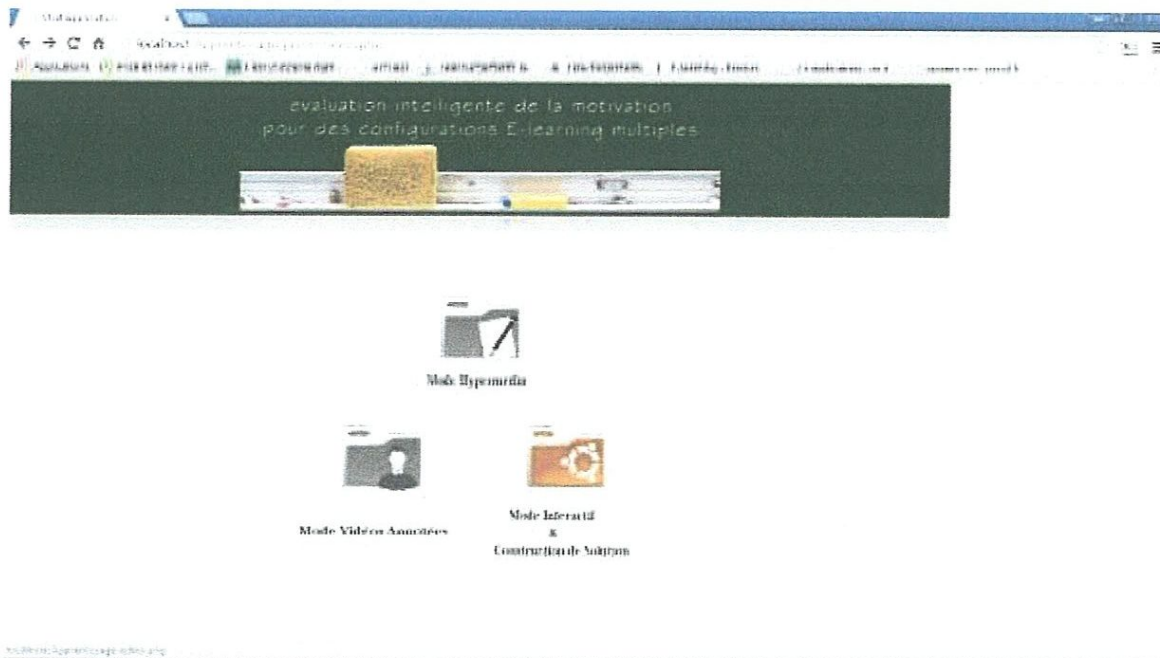


*Figure 4.8 : Exemple de vidéo dans la modalité Vidéos annotées*

Chaque vidéo contient une barre de temps avec des notes pour la chapitrer.

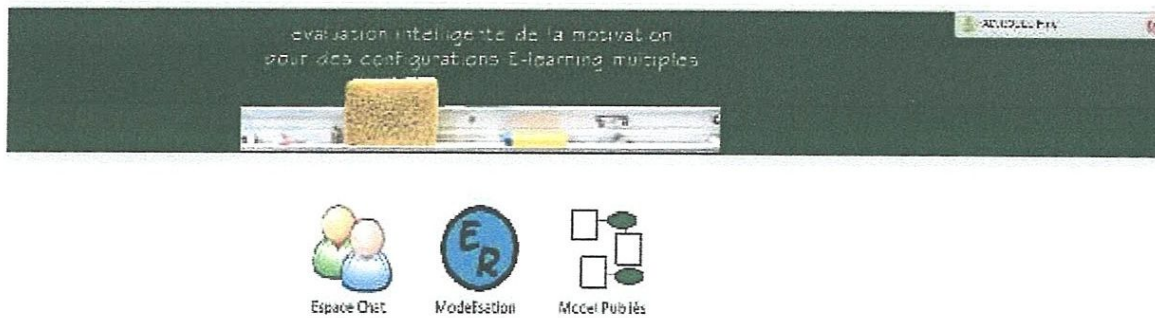
Ainsi, l'apprenant peut choisir de visionner toute la vidéo ou la regarder séquentiellement. S'il y a une partie précise dans la vidéo qu'il veut regarder il n'a qu'à cliquer sur la note qui contient le titre de la séquence.

### 3.2.3. La modalité Interactive et construction de solutions



*Figure 4.9 : La modalité Interactive et Construction de Solution*

Dans cette modalité, l'apprenant a le choix entre trois sous fonctions :



**Figure 4.10 :** Les sous-fonctions de la modalité *Interactive et Construction de Solution*

- **La fonction *Modélisation***

Ici, l'apprenant peut choisir un exercice parmi une liste établie préalablement par l'administrateur de la plateforme. Seul l'administrateur peut modifier cette liste en ajoutant ou en supprimant des exercices. Quand l'apprenant choisit un exercice à résoudre, l'outil de modélisation, « *EReditor* », apparaît aussi tôt. C'est un éditeur avec lequel il peut dessiner son propre modèle. Cet outil est simple d'utilisation et propose les différentes composantes du modèle T/A (les entités, les attributs et les associations). Il donne aussi les cardinalités entre les associations et les entités.

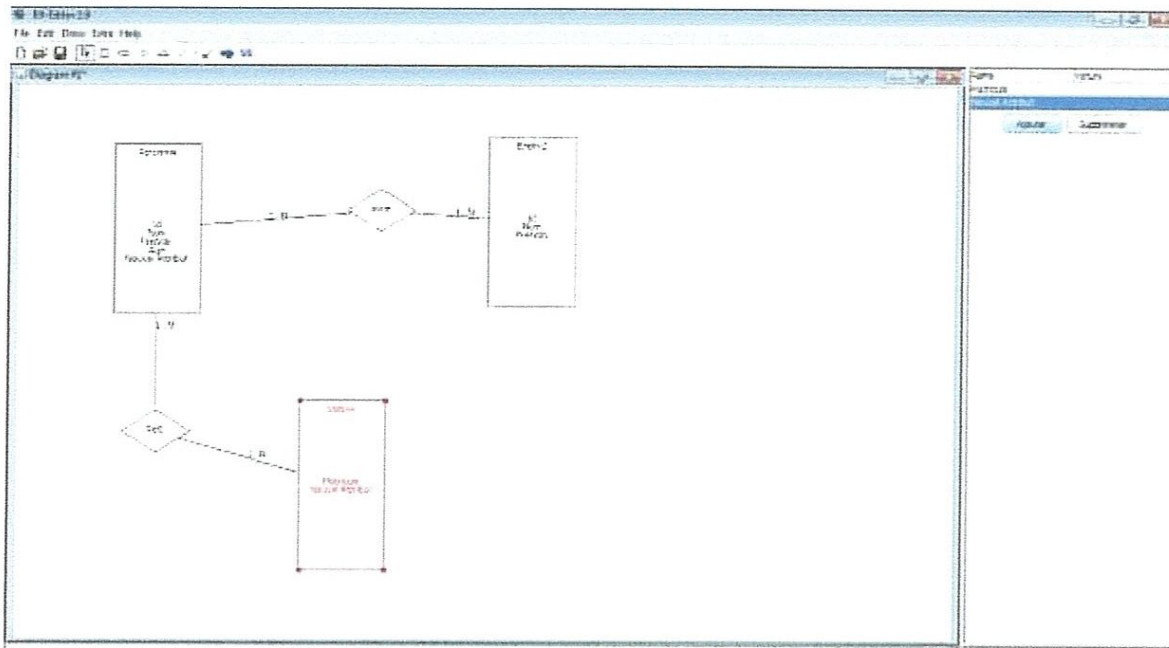


Figure 4.11 : L'outil de modélisation du modèle E/A

L'apprenant peut toujours modifier son diagramme s'il lui paraît incorrect.

- La fonction Modèles partagés :

Une fois son modèle partagé, l'apprenant peut voir qui a partagé quel modèle et pour quel exercice, et s'il le souhaite, il peut les noter sur une échelle de cinq points, un point étant la note la plus faible, cinq points est la plus élevée ; il faut savoir qu'il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse.

The screenshot shows a web browser displaying a page titled 'évaluation intelligente de la motivation pour des configurations E-learning multiples'. Below the page content, there is a table listing shared models:

Modèle	Nom	Auteur	Appréciation
1	AJF	Nadia	
2	CHEMNA	Mehem	
3	ADROUZI	Hind	
4	OMRANI	Mohamed	
5	Doukha	ouda	

Figure 4.12 : Liste des modèles partagés avec la note



- La fonction Chat :

En étant dans la modalité *Interactive et construction de solution*, l'apprenant peut interagir avec d'autres utilisateurs via l'application de chat

Il peut voir qui est connecté, grâce à l'indicateur qui change de couleur : Rouge si la personne est connectée, Vert si la personne n'est pas connectée.

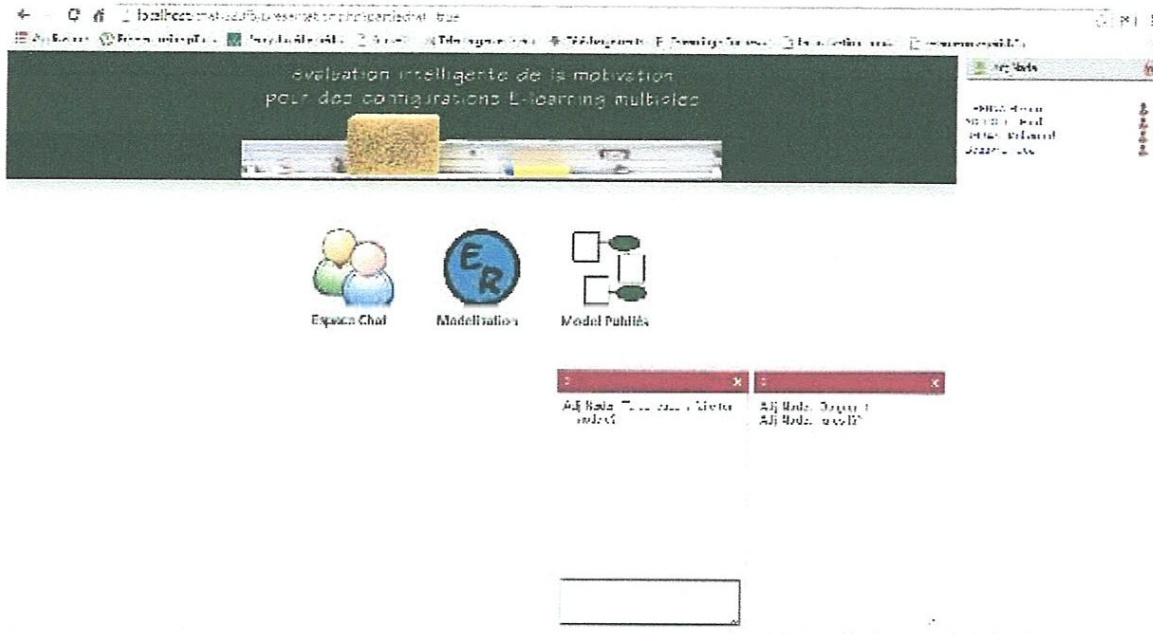


Figure 4.13 : L'espace chat

### 3.3. Modélisation de l'état motivationnel par les HMM

Cette phase est basée sur l'utilisation des packages des chaînes cachées de Markov « HMM » et en particulier l'utilisation de la librairie « Jahmm » qui est une implémentation en java des HMM contenant différents algorithmes : K-Means, Baum-Welch, Forward-Backward et Viterbi.

Nous citerons quelques exemples de classe implémentée par ces algorithmes, mais pour plus de détaille nous vous invitons à consulter la documentation de la librairie Jahmm. [15]

Les packages de Jahmm liés aux HMM :

- be.ac.ulg.montefiore.run.distributions : Ce package implémente différentes pseudo-random distributions.
- be.ac.ulg.montefiore.run.jahmm : Ce package est une implémentation des chaînes cachées de Markov.
- be.ac.ulg.montefiore.run.jahmm.draw : Ces classes permettent de dessiner les objets liés au HMM.

- `be.ac.ulg.montefiore.run.jahmm.io` Ce package contient des classes pour lire et écrire les objets lié au HMM.
- `be.ac.ulg.montefiore.run.jahmm.learn` : Ce package contient des algorithmes d'apprentissage lié aux HMM.
- `be.ac.ulg.montefiore.run.jahmm.toolbox` : Ce package contient des outils d'algorithmes liés aux HMM. [15]

Les classes:

- Class `ForwardBackwardCalculator`: `public class ForwardBackwardCalculator`  
extends `java.lang.Object`. Cette classe peut être utilisée pour calculer la probabilité d'une séquence d'observations donnée pour un HMM donné.
- Class `KMeansCalculator`: `public KMeansCalculator`. Cette classe peut être utilisée pour diviser un ensemble d'éléments en cluster utilisant l'algorithme K-means.
- Class `ViterbiCalculator`: `public class ViterbiCalculator`. Cette classe peut être utilisée pour calculer la séquence d'états la plus probable qui convient à une séquence d'observations donnée d'un HMM donné.[15]

#### 4. Conclusion

Nous avons vu dans ce chapitre les fonctionnalités de notre application et présenté les différentes modalités d'apprentissages qui la constituent. Aussi, nous avons détaillé chaque modalité, en mettant en avant les principales différences qui définissent chacune d'elles, et les actions qu'un apprenant puisse effectuer une fois inscrit sur la plateforme.

## Conclusion Générale

La motivation joue un rôle très important dans les expériences éducatives E-Learning, le challenge est donc de créer des environnements éducatifs dans lesquels les apprenants veulent s'engager, ce qui n'est pas toujours une tâche facile. Nous avons besoin d'utiliser des stratégies qui aident à satisfaire la compétence, l'autonomie et le relationnel des apprenants si nous voulons améliorer leur motivation intrinsèque envers les activités E-Learning qu'ils entreprennent.

Pour notre travail, nous avons étudié les principales théories de la motivation, et vus quelques exemples de systèmes intelligents prenant en compte l'état motivationnel des apprenants, et ce dans le but d'élaborer un environnement éducatif qui propose différentes modalités d'apprentissage. Aussi, notre second objectif fut d'arriver à estimer intelligemment le degré de motivation de l'apprenant dans chacune des modalités afin d'identifier l'influence de celles-ci sur l'état motivationnel des apprenants, ce qui joue grandement sur la qualité du processus d'apprentissage, et d'attirer l'attention sur un facteur important dans le E-Learning: la motivation.

Nous sommes parvenus à réaliser le dispositif expérimental avec les trois modalités, et mis en œuvre notre système intelligent d'estimation de la motivation en utilisant les HMM. Néanmoins, nous sommes conscient de l'aspect approximatif du HMM, aspect qui pourra être nettement amélioré avec l'apprentissage (algorithme de Viterbi) à partir des données réelles issues de l'expérimentation.

Plusieurs perspectives de recherche et développements futurs s'offrent à nous. En voici quelques exemples :

- Réaliser l'étude expérimentale, en collaboration avec des experts en science éducatives.
- Améliorer l'HMM.
- Permettre aux apprenants de collaborer pour résoudre des exercices.



- [18] M.Richard, R.M. Ryan., L.Edward Deci, « Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions », *Contemporary Educational Psychology* 25, p54–67, 2000.
- [19] Marcel Lebrun, « Motivation(s) et interaction(s) : deux moteurs pour l'apprentissage » : [Http://www.lebrunremy.be/WordPress/?p=329](http://www.lebrunremy.be/WordPress/?p=329), consulté le 24 février 2014.
- [20] Mc Clelland « The achieving society», 1961.
- [21] Muchielli Alex « Les motivations », 2003.
- [22] « Modèles de Markov cachés principes et exemples » IMA5, filière sys, communicants, module IHM.
- [23] R. Franken, «Human Motivation», 1994.
- [24] R. Kanfer, « Motivation theory and industrial and organizational psychology », in Dunnette, M.D. et Hough, L.M. (Eds), *Handbook of industrial and organizational psychology*, Palo Alto, CA, Consulting Psychologists Press, vol.1, p.75-170, 1990.
- [25] R.Leonardi et P.Miglioratti, « Semantic indexing of multimedia documents», *IEEE Transactions on Multimedia*, 9(2):44-51, avril 2002.
- [26] Sylvie Piché, « Précurseurs motivationnels des performances sportive et scolaire », 2003.
- [27] T.Brouard, M.Slimane, J.-P.Asselin de Beauville, G.Venturini,« Apprentissage d'une chaine de Markov cachée. Problème numérique liés à l'application à l'image ». *Revue de statistique appliquée* tome46 n°2, p83-108, 1998.
- [28] T. Del Soldato, B. Du Boulay « Implementation of motivational tactics in tutoring Systems», *Journal of Artificial Intelligence in Education*, vol. 6(4), p 337-378, 1995.
- [29] W. Huitt, « Motivation to learn: an overview», *Educational Psychology Interactive*, 2001.
- [30] <http://glossaire.infowebmaster.fr/php/>
- [31] <http://www.PHP.net>
- [32] <http://doc.ubuntu-fr.org/java>
- [33] [http://www.livrespourtous.com/e-books/detail/Utilisation-d-Adobe-Dreamweaver-CS4/onecat/Livres-electroniques+Informatique+Conception-et-developpement-web/4/all\\_items.html](http://www.livrespourtous.com/e-books/detail/Utilisation-d-Adobe-Dreamweaver-CS4/onecat/Livres-electroniques+Informatique+Conception-et-developpement-web/4/all_items.html)
- [34] <http://www.softpedia.com/get/Internet/Servers/Database-Utils/ER-Editor.shtml>