

# THESE

En vue de l'obtention du : **DOCTORAT**

Structure de recherche : **Laboratoire de Matière Condensée et Sciences Interdisciplinaires (LaMCScI)**

Discipline : **Informatique**

Spécialité : **Informatique**

Présentée et soutenue le **05/09/2020** par :

Aymane QODAD

## Un système hypermédia adaptatif éducatif destiné aux chercheurs d'emploi.

### JURY

Abdelillah BENYOUSSEF	PES, Membre Résident de l'académie Hassan II des Sciences et Techniques – Rabat	Président / Rapporteur
Abdelouahid LYHYAOUI	PES, ENSA – Université Abdelmalek Essaadi-Tanger	Rapporteur / Examineur
Badr Eddine EL MOHAJIR	PES, Faculté des sciences – Université Abdelmalek Essaadi - Tétouan	Rapporteur / Examineur
Mohammed ALACHHAB	PH, ENSA – Université Abdelmalek Essaadi-Tétouan	Examineur
Mourad ELYADARI	PH, EST-Université Moulay Ismaïl- Meknès	Co-Directeur de thèse/ Rapporteur
Abdellah EL KENZ	PES, Faculté des sciences –Université Mohammed V- Rabat	Directeur de thèse/ Rapporteur
Saad LOUAQAD	Responsable Développement, Groupe Tanger Med - Rabat	Invité

Année Universitaire : 2019-2020

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## اهداء

إلى والدي الكريمين، أطال الله عمرهما، اللذين لم يبخلا على يوماً بصالح  
الدعاء.

إلى زوجتي الغالية ورفيقة الكفاح في مسيرة الحياة.  
شكر خاص لإخوتي؛ من كان لهم بالغ الأثر في كثير من العقبات والصعاب.

## Résumé

Dans cette thèse, nous introduisons une nouvelle approche de système éducatif hypermédia adaptatif destiné aux chercheurs d'emploi. Cette approche est basée sur un modèle d'emploi qui permet d'adapter le parcours d'apprentissage à l'emploi ciblé. Elle repose également sur l'utilisation des styles d'apprentissage de Felder et Silverman et sur une stratégie d'adaptation hybride de recommandations.

Dans le cadre de cette thèse nous présentons la littérature existante sur les systèmes hypermédiés éducatifs adaptatifs et l'employabilité. Ensuite, nous rapportons les éléments liés aux différentes notions du domaine des systèmes éducatifs adaptatifs comme la pédagogie différenciée, les objets d'apprentissage, les styles d'apprentissage, le profil de l'apprenant et les systèmes d'adaptation. Enfin, nous argumentons notre choix des composants des modèles ainsi que les détails de leur construction.

Sur la base de cette approche, nous avons conçu un système hypermédia éducatif adaptatif nommé AEHS-JS qui contribuera à améliorer l'efficacité et le pragmatisme des activités de recherche d'emploi. Ce système a été validé à travers la mise en place d'un prototype et son test sur une expérience d'apprentissage relative à une offre d'emploi exemple.

Mots-clés - Systèmes hypermédiés éducatifs adaptatifs, Objets d'apprentissage, Styles d'apprentissage, parcours d'apprentissage, systèmes de recommandation, Modèle d'overlay, Pédagogie différenciée, modèle d'emploi, employabilité.

## Abstract

In this thesis, we introduce a new approach of an adaptive hypermedia educational system aimed at job seekers. This approach is based on an employment model that adapt the learning path to the targeted job. It is also based on the use of the learning styles of Felder and Silverman and a hybrid adaptation strategy of recommendations.

As part of this work, we present the existing literature on adaptive educational hypermedia systems and employability. Then, we report the elements related to the different notions in the field of adaptive education systems such as differentiated pedagogy, learning objects, learning styles, learner profile and adaptation systems. Finally, we discuss our choice of model components as well as the details of their construction.

Based on this approach, we have designed an adaptive educational hypermedia system named AEHS-JS that will help improve the efficiency and pragmatism of job search activities. This system has been validated through the implementation of a prototype and its testing on a learning experience relating to an example job offer.

Keywords - Adaptive educational hypermedia systems, Learning objects, Learning styles, learning pathways, recommendation systems, Overlay model, Differentiated pedagogy, employment model, employability.

## Remerciements

Gloire et louange à Dieu, le tout Puissant, de m'avoir donné courage et persévérance pour achever cette thèse.

Ce travail est effectué dans le laboratoire « Laboratoire de Matière Condensée et Sciences Interdisciplinaires - (LaMCS*I*) » sous la direction du Pr Abdellah EL KENZ et la codirection du Pr Mourad EL YADARI.

Je souhaite remercier en premier lieu mon directeur de thèse, M. Abdellah EL KENZ, Professeur à la Faculté des sciences, Université Mohammed V-Rabat pour son intérêt et son soutien, sa grande disponibilité et ses nombreux conseils durant la rédaction de ma thèse. J'ai beaucoup appris à ses côtés, je lui adresse ma gratitude pour tout cela.

Je remercie aussi mon co-directeur de thèse, M. Mourad EL YADARI, Professeur à l'EST, Université Moulay Ismaïl –Meknès pour sa qualité d'encadrement, sa disponibilité et son grand soutien tout au long de ce travail.

J'adresse mes chaleureux remerciements au Pr Abdelillah BENYOUSSEF, Membre Résident de l'académie Hassan II des Sciences et Techniques - Rabat, d'avoir accepté d'être président du jury et de rapporter cette thèse.

Je remercie M. Abdelouahid LYHYAOUI, Professeur à l'ENSA – Université Abdelmalek Essaadi- Tanger, d'avoir accepté d'examiner et de rapporter cette thèse.

Je remercie M. Badr Eddine EL MOHAJIR, Professeur à la Faculté des sciences – Université Abdelmalek Essaadi – Tétouan, d'avoir accepté d'examiner et de rapporter cette thèse en passant beaucoup de temps à m'orienter avec de judicieuses remarques pour améliorer la qualité de ce rapport.

Je remercie M. Mohammed ALACHHAB, Professeur à l'ENSA – Université Abdelmalek Essaadi-Tétouan, d'avoir accepté d'examiner cette thèse, pour l'intérêt qu'il a porté à mon travail et pour le temps qu'il a pris pour son examen.

Je tiens à remercier aussi l'équipe du labo composée de Mlle Zoubida Alaoui Mdaghri et M. Abdelali Zbakh pour l'extraordinaire environnement de travail et pour le partage du savoir et du savoir-faire durant la préparation de cette thèse.

Au terme de ce parcours, je remercie enfin celles et ceux qui me sont chers et que j'ai quelque peu délaissés ces derniers mois pour achever cette thèse. Leurs attention et encouragements m'ont accompagné tout au long de ces années. Je suis redevable à ma mère et mon père, pour leur soutien ainsi que leur confiance en moi qui m'a poussé à aller de l'avant et ne pas lâcher.

Enfin, j'ai une pensée particulière à mes chers frères, ma chère femme, ainsi que l'ensemble de la famille pour leur patience et leur soutien au cours de ces années d'études sans lesquels je n'en serais pas là aujourd'hui.

# Table des matières

Résumé .....	3
Abstract .....	4
Remerciements.....	5
Table des matières .....	7
Table des figures.....	10
Liste des tableaux .....	12
Liste des publications .....	13
Liste des abréviations.....	14
Introduction générale.....	16
Chapitre 1 : L'employabilité .....	22
1. Introduction .....	22
2. L'employabilité comme concept et ses compétences .....	23
2.1. Employabilité, définitions et concepts .....	23
2.2. Les compétences de l'employabilité .....	25
3. Les modèles de développement de l'employabilité :.....	28
4. Études empiriques sur l'employabilité et les PESD.....	31
5. Facteurs influençant les décisions de recrutement des diplômés .....	34
5.1. Recrutement de nouveaux diplômés dans les organisations et les entreprises.....	38
5.2. Les attentes des employeurs à l'égard de l'entretien .....	43
6. Conclusion :.....	45
Chapitre 2 : Les systèmes d'apprentissage personnalisé .....	46
1. Introduction .....	46
2. Histoire des systèmes hypermédias adaptatifs :.....	46
3. Les systèmes hypermédias classiques .....	47
4. Les systèmes hypermédias adaptatifs :.....	48
5. Analyse des SHAEs existants.....	49
5.1. Le modèle de l'apprenant :.....	49
5.2. Le modèle de domaine.....	53
5.3. Le modèle d'adaptation : .....	61
6. Les systèmes hypermédias adaptatifs pour l'éducation :.....	71
7. Conclusion.....	72
Chapitre 3 : Les styles d'apprentissage .....	73
1. Introduction .....	73

2.	Aperçu sur les styles d'apprentissage .....	73
3.	Une ambiguïté de la terminologie de style d'apprentissage.....	73
4.	Les types de style d'apprentissage.....	75
5.	L'utilisation des styles d'apprentissage dans les systèmes hypermédias adaptatifs éducatifs (SHAE) .....	78
5.1.	Les modèles des styles d'apprentissage et les instruments.....	79
6.	Conclusion.....	90
<b>Chapitre 4 : Un SHAE basé sur les styles d'apprentissage, un modèle d'emploi et une approche hybride de recommandations.</b> .....		92
1.	Introduction .....	92
2.	Le scénario d'apprentissage pour les chercheurs d'emploi.....	92
3.	L'architecture du système hypermédia adaptatif éducatif.....	94
4.	Le modèle de l'apprenant (The Job Seeker) .....	95
5.	La pédagogie différenciée.....	103
5.1.	La différenciation du contenu.....	104
5.2.	La différenciation du processus.....	105
5.3.	La différenciation du produit .....	105
5.4.	La différenciation de l'environnement d'apprentissage.....	106
6.	Le modèle du domaine .....	106
7.	Le modèle de l'emploi .....	108
8.	Moteur de correspondance (Matching engine).....	110
9.	Le modèle de l'adaptation.....	111
9.1.	Les règles d'adaptation :.....	112
9.2.	Recommandation basée sur le contenu : .....	114
9.3.	Recommandation basée sur le filtrage collaboratif (RFC) :.....	115
9.4.	Optimisation du parcours d'apprentissage :.....	117
10.	Conclusion.....	118
<b>Chapitre 5 : Conception et mise en place du prototype de notre système hypermédia adaptatif éducatif pour les chercheurs d'emploi « AEHS-JS »</b> .....		119
1.	Introduction .....	119
2.	Architecture de l'AEHS-JS .....	121
3.	Le modèle de l'apprenant :.....	122
4.	Le modèle de domaine : .....	126
4.1.	Les métadonnées éducatives .....	127
5.	Le modèle de l'emploi :.....	130
6.	Le moteur de correspondance (Matching Engine) :.....	135
7.	Le modèle d'adaptation : .....	137

8. Conclusion .....	142
<b>Chapitre 6 : Résultats et discussions.....</b>	<b>143</b>
1. Introduction .....	143
2. Déroulement de l'expérimentation .....	143
3. Analyse des résultats des expériences .....	144
3.1. Discussion générale sur le système AEHS-JS.....	144
3.2. Les principales étapes du processus d'apprentissage.....	146
3.3. Analyse des résultats .....	146
4. Discussions .....	150
5. Limitations .....	151
6. Conclusion.....	152
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>154</b>
1. Conclusions .....	154
2. Perspectives.....	155
<b>Références .....</b>	<b>157</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>172</b>
1. Indice des styles d'apprentissage .....	172
2. Exemple de résultats aux questionnaire de FSLSM: .....	178
3. Les cinq questions les plus représentatives pour chaque dimension de l'ILS : .....	179

## Table des figures

Figure 1-1: Un modèle de développement de l'employabilité des diplômés .....	30
Figure 1-2: Le Framework conceptuel.....	42
Figure 1-3: Les dimensions de l'employabilité .....	45
Figure 2-1: Analyse des types de données dans les SHAES.....	51
Figure 2-2: les modèles de domaine par type.....	59
Figure 2-3 : méthodes et techniques d'implémentation .....	63
Figure 2-4 : les méthodes et techniques d'adaptation de la navigation .....	66
Figure 2-5: Méthodes et techniques d'adaptation de la présentation .....	69
Figure 2-6 : les techniques d'adaptation.....	69
Figure 2-7 : Types d'adaptation adoptés par les SHAEs étudiés .....	70
Figure 3-1 : Représentation schématique du modèle de Curry de l'oignon des théories de style d'apprentissage illustrant son système de classification à quatre niveaux .....	76
Figure 3-2: Familles des style d'apprentissage (d'après Coffield et al [ 62]) .....	78
Figure 4-1: Architecture globale du SHAE-JS.....	95
Figure 4-2: composantes principales du modèle de l'apprenant.....	96
Figure 4-3 : Les composantes du modèle de l'apprenant .....	97
Figure 4-4: informations profil du candidat .....	98
Figure 4-5: objets d'apprentissage et métadonnées.....	107
Figure 4-6: le modèle de l'emploi.....	108
Figure 4-7:l'alimentation du modèle de l'emploi .....	109
Figure 4-8: Modélisation de l'offre au niveau du modèle de l'emploi .....	110
Figure 4-9: matrice d'usage .....	116
Figure 4-10: Graphe des LOs pondéré par les durées d'apprentissage .....	117
Figure 4-11: Algorithme Dijkstra .....	118
Figure 5-1: Architecture globale d'AEHS-JS.....	121
Figure 5-2: Dimensions du modèle de l'apprenant.....	122
Figure 5-3: les principaux éléments et données du modele de l'apprenant.....	123
Figure 5-4: schéma relationnel du modèle de l'apprenant.....	125
Figure 5-5: Une représentation schématique de la hiérarchie des éléments dans le modèle de données LOM .....	127
Figure 5-6: Les logiciels de génération de contenu SCORM.....	129
Figure 5-7: interface de suivi des formations via le module Scorm Cloud dans AEHS-JS .....	129
Figure 5-8: Authentification via son profil LinkedIn .....	133
Figure 5-9: formulaire de saisie du CV et profil Candidat .....	133
Figure 5-10: le profil du candidat au niveau de l'AEHS-JS.....	134
Figure 5-11: Le système permet la recherche les offres d'emploi par mot clés .....	135
Figure 5-12: le système présente la liste d'offres d'emploi correspondantes / les offres qui matchent .....	135
Figure 5-13: Les principales étapes de l'adaptation.....	138
Figure 5-14: schéma relationnel regroupant les différentes composantes du modèle de l'adaptation en interaction avec le reste des modèles.....	139
Figure 5-15: processus et étapes de l'expérience utilisateur.....	140
Figure 5-16: Adaptation des formations au profil du candidat et à l'offre d'emploi .....	141
Figure 5-17: format de formation adapté au profil de l'apprenant et au besoin de l'emploi en question.....	142

Figure 6-1: Opinion des candidats sur la question de la confidentialité : "Seriez-vous d'accord pour que votre interaction avec le système soit surveillée et analysée ?» ..... 148

Figure 0-1: Cas d'utilisation de l'AEHS-JS dans la formation Entreprise ..... 156

Figure 0-1: Exemple des résultats du test FSLSM..... 178

## Liste des tableaux

Tableau 1-1 : Les compétences relatives à l'employabilité.....	27
Tableau 1-2: Facteurs affectant les décisions de recrutement de l'organisation .....	39
Tableau 2-1 : Combinaison de trois types de données .....	52
Tableau 2-2: : Combinaison de deux types de données.....	52
Tableau 2-3: exemples d'Entrepôts des objets d'apprentissages .....	57
Tableau 3-1: Systèmes SHAE intégrant les styles d'apprentissage .....	79
Tableau 3-2: Cycle d'apprentissage expérientiel de Kolb.....	82
Tableau 3-3: Modèle de styles d'apprentissage de Honey et Mumford.....	85
Tableau 4-1: Correspondance entre les actions des étudiants et la préférence FSLSM.....	102
Tableau 5-1: Les 20 questions les plus pertinentes dans le questionnaire de Felder Silverman.....	125
Tableau 5-2: Correspondance entre styles d'apprentissage et type d'objet d'apprentissage.....	126
Tableau 5-3: liste des compétences requises avec niveau de maitrise pour le poste « Auditeur qualité interne » .....	131
Tableau 5-4: Le schéma relationnel simplifié de l'offre d'emploi.....	132
Tableau 5-5: Informations du matching candidat.....	136
Tableau 5-6: informations du matching Offre d'emploi.....	137
Tableau 6-1: résultats des tests du questionnaire FSLSM.....	147
Tableau 6-2 :: l'utilité des compétences acquises en formation lors des entretiens.....	147
Tableau 6-3: l'utilité des compétences acquises en formation lors des entretiens.....	148
Tableau 6-4: Avis du comité de recrutement sur les candidats .....	150
Tableau 0-1 : Les questions les plus représentatives pour chaque dimension.....	179

## Liste des contributions

Qodad, A., Benyoussef, A., El Kenz, A., & Elyadari, M. (2020). Toward an Adaptive Educational Hypermedia System (AEHS-JS) based on the Overlay Modeling and Felder and Silverman's Learning Styles Model for Job Seekers. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(08), 235-254.

Qodad, A., El Kenz, A., Benyoussef, A., & El Yadari, M. (2019, October). An Adaptive Learning System based on a matching Jobs and Resumes Engine. In *Proceedings of the 4th International Conference on Big Data and Internet of Things* (pp. 1-7).

Qodad, A., Seghroucheni, Y. Z., Al Achhab, M., El Yadari, M., El Kenz, A., & Benyoussef, A. (2016, October). An adaptive learning system based on a Job model, the differentiated instruction and Felder and Silverman's learning styles model. In *2016 4th IEEE International Colloquium on Information Science and Technology (CiSt)* (pp. 506-510). IEEE.

Qodad, A., Benyoussef, A., El Kenz, A., & Elyadari, M. (2020). "Using adaptive learning to maintain Education and improving learners' engagement during the COVID-19 Pandemic."

## Liste des abréviations

AEHS	: Adaptive Educational Hypermedia System
AEHS-JS	: Adaptive Educational Hypermedia System for Job Seekers
AES-CS	: Adaptive Educational System - Cognitive Styles)
CA	: Content Aggregation
Covid-19	: Coronavirus disease 2019
CSI	: indice de style cognitif
CV	: Curriculum Vitae
DID	: Domain Independent Data
EES	: Etablissements d'enseignement supérieur
FD	: dépendance du domaine
FI	: Indépendance du domaine
IEEE	: Institute of Electrical and Electronics Engineers
IJET	: International journal of Emerging Technologies in Learning
ILS	: Index of Learning Style
IMS	: Instructional Management Systems
IMS LD	: IMS Learning Design
KSAO	: Knowledge, Skills, Abilities, and Other characteristics
LMS	: Learning Management System
LO	: Learning Object
LOM	: Learning Object Metadata
LSI	: Inventaire des styles d'apprentissage
LSQ	: Learning style questionnaire
LTSC	: Learning Technology Standard Committee
ONG	: Organisation non gouvernementales
OWL	: Web Ontology Language
PESD	: Professional Employability Skills Development
RDF	: Resource Description Framework
RDFS	: Resource Description Framework Schema
SCORM	: Sharable Content Object Reference Model
SDG	: Sustainable Development Goals
SDG 4	: Quality of Education

SDG 8 : Decent Work and Economic Growth  
TAA : techniques d'apprentissage automatique  
USA : United States of America  
VAK : visuel-auditif-kinesthésique  
VAKT : visuel-auditif-kinesthésique-tactile  
W3C : World Wide Web Consortium  
XML : Extensible Markup Language

# Introduction générale

L'introduction générale de cette thèse décrit le contexte et la problématique de nos travaux. Les principales contributions de recherche y sont également décrites. La dernière section présente la structure de la thèse.

## Contexte et problématique

Dans un contexte mondial marqué par la croissance de l'utilisation d'internet et des objets connectés, l'apprentissage et la formation en ligne deviennent de plus en plus une obligation dans les universités et les organismes de formation qu'une simple option. Cette nouvelle réalité a donné l'occasion d'explorer les possibilités d'enseignement et d'apprentissage en ligne, avec les opportunités qu'il offre en termes de collaboration et d'accès au matériel de formation à travers les multiples canaux de communication. Elle a montré qu'il s'agit d'un changement pragmatique qu'une éphémère impulsion à l'apprentissage en ligne.

Cependant, la plupart des systèmes d'apprentissage en ligne existants se limitent à la formation théorique dont l'objectif principal est l'acquisition des notions relatives au cours en question, ils ne prennent pas en considération les exigences du business et ne mettent pas les besoins des entreprises dans leur priorités. [1]

D'autre part, Les systèmes d'apprentissage traditionnels traitent tous les utilisateurs de la même manière, ils leur fournissent le même contenu quel que soit leur profil. Quand il s'agit de personnes différentes, cette façon de faire a montré ses limites en termes d'efficience et d'efficacité. Le slogan «All things to all people» ne fonctionne pas. Pour répondre à ce besoin, la recherche s'est orientée à l'apprentissage adaptatif, qui représente un axe de recherche en éducation qui est en développement permanent. [2]

La problématique de la majorité des LMS (Learning Management Systems) c'est qu'ils n'offrent pas de services personnalisés, tous les étudiants ont accès au même ensemble de ressources et d'outils pédagogiques, sans tenir en compte les différences de niveau de connaissances, d'intérêts, de motivation et d'objectifs. Comme l'ont déclaré Morrison et al: " Tout comme les personnes diffèrent sur plusieurs aspects, il en va de même pour les façons dont ils apprennent. Certaines de ces différences sont évidentes dans les types d'expériences que chaque personne doit apprendre et, si la compétence dans un domaine doit être acquise, en fonction du temps et de la pratique dont chaque personne a besoin. Il est donc essentiel, dès le

début du processus de préparation de l'apprentissage, de prêter attention aux caractéristiques, aux capacités et aux expériences des apprenants." Les systèmes hypermédias éducatifs adaptatifs (AEHS) tentent d'offrir une alternative à l'approche classique non individualisée, en fournissant divers services adaptés au profil de l'apprenant. Le but de cette approche d'adaptation est de maximiser la satisfaction subjective de l'apprenant, la vitesse d'apprentissage (l'efficacité) et les résultats de l'évaluation (l'efficacité). [3]

Il existe plusieurs formes d'adaptation, à savoir : l'adaptation basée sur la modélisation des utilisateurs, ou celles qui reposent sur les objectifs d'apprentissage pour fournir à l'apprenant une éducation qui correspond à son profil [3] 1. Les systèmes hypermédias éducatifs dits personnalisés sont des systèmes qui utilisent une méthodologie basée sur les objectifs, les préférences et les connaissances de chacun, tout en s'adaptant à leurs besoins [4]. Ainsi, un apprenant dans un modèle éducatif adaptatif se verra attribuer un contenu adapté à son profil d'apprentissage et son expertise sur le sujet.

L'apprentissage personnalisé représente une étape importante vers l'amélioration des résultats de l'apprentissage en ligne, mais ce n'est pas suffisant. En effet, cette approche ne prend pas en compte les exigences des organisations et les besoins de l'apprenant. Le but de l'apprentissage doit converger vers un ensemble de connaissances et de pratiques mises à la disposition de l'apprenant qui contribuera à sa réussite dans l'exercice de son emploi.

D'autre part, les différents parcours d'apprentissage offerts aux apprenants ne leur permettent pas de garantir l'employabilité dans un organisme. En effet, selon [5], Il s'avère que les jeunes diplômés en particulier et les diplômés en général rencontrent souvent des difficultés d'insertion dans le marché du travail : « L'une des caractéristiques qui continue de marquer le marché du travail national est le niveau du chômage chez les actifs ayant un diplôme de niveau supérieur ».

L'objectif est d'aider les candidats à l'emploi à améliorer leurs perspectives d'embauche grâce à la formation et à les adapter aux emplois, tout en aidant les entreprises et les organisations à répondre à leurs besoins d'embauche. Cela consiste à évaluer les besoins en termes de compétences des entreprises, fournir un parcours de formation personnalisé et présélectionner soigneusement les candidats.

## **Problématique**

A travers cette thèse, nous avons essayé de contribuer aux travaux de recherches sur la personnalisation de l'apprentissage en ligne en travaillant sur la problématique principale qui

consiste à adapter le parcours d'apprentissage selon les exigences de l'emploi, les styles d'apprentissage de l'apprenant, ses préférences et ses intérêts. [6] Cette problématique a été abordée en mettant en œuvre les objectifs suivants :

- Etudier les facteurs influant sur l'employabilité des chercheurs d'emploi et sélectionner ceux qui seront abordés dans notre système hypermédia adaptatif éducatif. [7]
- Présenter un nouveau modèle d'architecture de système hypermédia éducatif adaptatif destiné aux chercheurs d'emploi et décrire les différentes composantes de l'architecture proposée en adéquation avec la problématique de la thèse. [6]
- Concevoir un modèle d'adaptation permettant d'attribuer les objets d'apprentissage, selon les exigences de l'emploi, les styles d'apprentissages de l'apprenant, ses préférences et intérêts.
- Concevoir un système de recommandations hybride basé sur le contenu et le filtrage collaboratif avec une optimisation du chemin critique relatif au parcours d'apprentissage.
- Mettre en œuvre un prototype du système conçu afin de valider l'architecture de la plateforme d'apprentissage adaptatif.

Le premier objectif a été abordé avec une étude de l'employabilité en listant les facteurs qui représentent un impact significatif sur son évolution avec un focus sur les composantes relatives à la formation, cette étude a permis de répondre à la question principale : comment améliorer l'employabilité d'un chercheur d'emploi ?

Afin de réaliser le deuxième objectif nous avons fait le benchmark des systèmes hypermédiés adaptatifs éducatifs pour en tirer les stratégies convenables à notre cas et ajouter nos propres composants à l'architecture globale de notre système.

Le troisième objectif a été traité en se basant sur les différents mécanismes d'adaptation comme l'adaptation par rapport aux styles d'apprentissage, les recommandations des objets d'apprentissage sur la base des préférences des apprenants et les exigences des offres d'emploi.

Enfin pour mettre en œuvre le quatrième objectif nous avons fait appel aux recommandations basées sur le contenu associées aux recommandations qui reposent sur le filtrage collaboratif avec une optimisation du parcours d'apprentissage via la méthode d'optimisation du chemin critique basée sur l'algorithme Dijkstra.

Les résultats obtenus à travers ces différents objectifs ont été rassemblés pour atteindre le cinquième et le principal objectif qui consiste à mettre en place un prototype système hypermédia adaptatif éducatif pour les chercheurs d'emploi AEHS-JS ( Adaptive Educationnel Hypermedia System for Job Seekers)

## Contributions

- Conception d'un nouveau modèle de système hypermédia adaptatif éducatif destiné aux chercheurs d'emploi. basé sur les styles d'apprentissage de Felder-Silverman, la pédagogie différenciée et les mécanismes de recommandations
- Mise en place d'un système de correspondance entre les profils des candidats et les offres d'emploi disponibles à promouvoir basé sur une fonction de matching des CVs des candidats et les offres d'emploi.
- Etablir une correspondance entre les compétences d'apprentissage, les compétences exigées par l'emploi et les compétences acquises par l'apprenant.
- Réalisation d'un comparatif entre les différents systèmes hypermédiés adaptatifs éducatifs existants.
- Mise en place d'un modèle de l'apprenant basé sur les styles d'apprentissage de Felder Silverman et les modèle d'overlay.
- Mise en œuvre d'un module basé sur le standard SCORM qui permet de référencier les ressources d'apprentissage avec des informations utiles au processus d'adaptation comme les styles d'apprentissage associés.
- Mise en place d'une approche de recommandations hybride qui repose sur les recommandations basées sur le contenu et les recommandations à partir du filtrage collaboratif.
- Mise en place d'un prototype d'un système hypermédia adaptatif éducatif pour les chercheurs d'emploi, basé sur les styles d'apprentissage de Felder silverman, les systèmes de recommandations et un modèle d'emploi.
- Validation du système hypermédia adaptatif éducatif par le biais d'une démarche empirique basée sur l'expérimentation et la collecte des résultats du processus d'apprentissage exécuté.

## Organisation de la thèse

Cette thèse est organisée en six chapitres.

Après l'introduction générale de la thèse où nous avons présenté le contexte, les objectifs, la problématique et le plan de la thèse, nous avons discuté au niveau du chapitre 1 le concept de l'employabilité et ses caractéristiques et les facteurs qui peuvent augmenter significativement l'employabilité d'un chercheur d'emploi.

Le chapitre 2 donne un aperçu de l'état de l'art des systèmes hypermédias éducatifs adaptatifs. Plusieurs aspects y sont couverts, y compris l'hypermédia adaptatif et l'ingénierie d'adaptation, la notion de l'adaptation dans le e-learning, la modélisation de l'apprenant, les niveaux d'adaptation, les technologies et les modèles. Enfin, Quelques exemples de systèmes hypermédias éducatifs adaptatifs sont également inclus.

Le chapitre 3 présente le concept des styles d'apprentissage, ainsi que leurs implications dans la pédagogie. Les questions relatives à l'incorporation des styles d'apprentissage dans les AEHS y sont discutées et la critique liée aux styles d'apprentissage est abordée. Dans ce chapitre nous introduisons et nous motivons l'utilisation d'un «modèle de style d'apprentissage ».

Dans le chapitre 4 nous présentons de l'architecture et la modélisation globale de notre système hypermédia adaptatif éducatif destinés aux chercheurs d'emploi avec ses différents modèles à savoir : la modélisation de l'apprenant, à travers les styles d'apprentissage de Felder Silverman identifiés via le questionnaire ILS ou via une approche d'étude comportementale et le modèle d'overlay. Le mode de domaine, le modèle d'adaptation avec ses stratégies et techniques d'adaptation a également été détaillé dans ce chapitre où la logique d'adaptation est formalisée comme des ensembles de règles modulaires et le modèle de l'emploi qui représente les exigences des entreprises qui recrutent. Le moteur de correspondance des profils des candidats avec les offres d'emploi a été décrit dans ce chapitre ainsi que l'ensemble des composantes qui représentent notre AEHS.

Le chapitre 5 traite l'implémentation du prototype de notre système hypermédia adaptatif éducatif en respectant les principaux éléments de conception présentés dans le chapitre précédent. Divers aspects sont couverts, liés à l'architecture du système, à la manière intelligente d'organiser le matériel d'apprentissage, fonctionnalités, technologies, conception et mise en œuvre. Chacun des composants du système est présenté en détail avec les éléments d'implémentations (tables, outils de modélisation, instances, et choix technologiques).

Le chapitre 6 aborde la partie validation des différents processus de l'AEHS-JS mis en place et la confirmation par une étude expérimentale : les résultats obtenus (résultats de sélection des candidats, performance lors des entretiens, déroulement de l'expérience d'apprentissage, efficacité et satisfaction des candidats) sont discutés et analysés. La validation expérimentale du système a été faite donc en créant et en mettant en œuvre un processus de recrutement pour le poste « Business Analyst » dans le domaine bancaire accompagné d'un apprentissage adapté aux candidats et au poste en question. La partie représentative de ces résultats a été publiée dans [6]. Ce chapitre sera clôturé avec l'analyse et la discussion des résultats obtenus.

Enfin, On conclut cette thèse, en résumant ses principales contributions, discutant de ses limites et pointant vers de futures orientations de recherche.

# Chapitre 1 : L'employabilité

## 1. Introduction

Le concept d'employabilité est devenu au fil du temps un sujet d'intérêt commun, en effet, briser le cercle vicieux du non qualité à l'éducation, de la faible productivité et de la pauvreté est essentiel pour promouvoir une croissance économique inclusive et des emplois adaptés pour tous. L'éducation, en plus d'être une fin en soi, est également un moyen d'obtenir un emploi décent, en particulier pour les jeunes, tandis que l'apprentissage tout au long de la vie est indispensable pour suivre l'évolution des compétences nécessaires au marché du travail. Le développement des compétences est donc un préalable indispensable au développement durable. «L'éducation, ou la transmission, l'acquisition, la création et l'adaptation de l'information, des connaissances, des compétences et des valeurs, est un levier clé du développement durable. Ceci est basé sur une vision de sociétés inclusives dans lesquelles tous les citoyens ont des opportunités équitables d'accéder à un apprentissage efficace et pertinent tout au long de la vie dispensé à travers de multiples cadres formels, non formels et informels.» [8].L'employabilité et l'éducation sont inscrites dans les SDGs à travers le SDG 4 et le SDG 8.

Il est connu que les jeunes diplômés ne possèdent pas généralement les compétences requises par les recruteurs [9]. Cela se reflète également dans la tendance croissante du chômage des diplômés dans le monde [10]. Parmi les facteurs contributifs figure le programme d'études qui ne comporte pas d'aspects innovants qui permettraient aux diplômés d'acquérir les compétences requises par les employeurs ou les compétences requises pour être indépendant [11]. L'augmentation du chiffre des inscriptions a également permis à un plus grand nombre de personnes à avoir des diplômes [12]. Traditionnellement, les diplômés ont pu trouver un emploi, mais la mondialisation et le développement rapide de la technologie ont transformé la nature du travail, exigeant des travailleurs plus agiles. Par conséquent, à cette époque, la formation des étudiants à une carrière dans les entreprises ne suffit pas, mais les étudiants doivent plutôt être prêts à travailler dans un environnement mondial dynamique [13]. Cela comprend le développement chez les étudiants des compétences et des attributs importants demandés par le

marché du travail. Ces compétences sont importantes car elles permettent aux diplômés de répondre aux exigences de la nouvelle économie du savoir, caractérisée par des travailleurs agiles qui sont les plus recherchés par les employeurs.

Des études empiriques sur l'employabilité révèlent que la formation à l'entrepreneuriat a une influence significative sur les deux formes d'emploi, la réussite et la performance des entreprises [14]. En outre, les diplômés ayant un niveau plus élevé d'employabilité, d'aptitudes et de compétences sont plus susceptibles de s'engager dans des activités entrepreneuriales et de répondre aux exigences des employeurs en termes de productivité [15]. Selon Holmgren, From, Olofsson, Karlsson, Snyder, et Sundtröm L'éducation à l'esprit d'entreprise, en plus d'être évidente dans la promotion des créations d'entreprises, a également un potentiel de marché plus large pour les personnes qui la possèdent. En effet, les attitudes entrepreneuriales sont non seulement requises pour une carrière entrepreneuriale, mais elles sont également très demandées dans d'autres relations de travail.

## **2. L'employabilité comme concept et ses compétences**

### **2.1. Employabilité, définitions et concepts**

L'employabilité fait référence à un nouveau diplômé possédant un ensemble d'aptitudes et / ou de compétences qui lui permettent de concourir et d'obtenir un emploi, que ce soit dans un emploi formel, un travail indépendant ou toute autre carrière. Outre les compétences, l'employabilité comprend également divers attributs et expériences obtenus par un apprentissage de niveau supérieur où les connaissances et les compétences préalables aux niveaux inférieurs sont importantes. Cette thèse se concentre sur les compétences et les attributs en relation avec l'emploi formel des diplômés des EES. [16] indiquent que l'employabilité comprend des attributs en plus des compétences techniques (compétences requises pour l'accomplissement d'une tâche spécifique) qui font des employés un atout pour les employeurs. Selon [17], l'employabilité consiste à être capable d'obtenir et de conserver un travail satisfaisant. Dans un contexte plus large, l'employabilité est la capacité d'un individu à obtenir et à obtenir un emploi de manière durable sur le marché du travail et à réaliser ainsi son potentiel. En opérationnalisant l'employabilité, [18] estiment que devenir employé signifie avoir un emploi. D'une part, être employable signifie posséder les qualités nécessaires pour maintenir un emploi, faire une transition en douceur d'un lieu de travail à un autre et progresser dans différents lieux de travail. D'autre part, les employeurs considèrent l'employabilité comme

étant les compétences recherchées chez les nouveaux employés. Les universités, de leur côté, voient l'employabilité en tant que compétences et attributs exigés de leurs diplômés leur permettant d'être plus employables et capables de faire face au changement. A ce titre, [18] a catégorisé l'employabilité selon deux perspectives :

- La vision traditionnelle ou étroite, qui se concentre sur les compétences génériques et spécifiques à une discipline.
- La vision plus large de l'employabilité, reposant sur une approche plus holistique qui reconnaît les caractéristiques personnelles et les exigences du marché du travail. Cette étude respecte la vision plus large de l'employabilité car elle est la plus pertinente dans les recherches actuelles en économie fondée sur la connaissance [19].

Récemment, le concept d'employabilité est devenu plus important en raison de la nature changeante du marché du travail des diplômés. Cela a été provoqué par la mondialisation et le développement rapide de la technologie [20]. Selon Henry et al. ces changements apportent des opportunités à différents niveaux. Au niveau mondial, des opportunités sont créées par la réduction des barrières commerciales et les progrès technologiques. De plus, la nature du travail est passée de la spécialisation à la polyvalence [21]. L'employabilité dans le contexte de l'holisme implique une demande accrue de travailleurs qualifiés qui ont la capacité d'intégrer le travail à la fois aux caractéristiques endogènes (répondre aux demandes des clients, explorer de nouveaux emplacements géographiques et initier des processus de découverte) et exogènes de l'entreprise (ce qui implique d'être conscient des changements) dans l'environnement et la technologie des entreprises et la capacité d'absorber plusieurs cultures)

Au niveau de l'organisation, la garantie de la sécurité de l'emploi (relation de travail stable), caractéristique de longue date et centrale de la relation de travail, perd de plus en plus sa crédibilité [22]. Dans cet environnement dynamique et concurrentiel, les employeurs exigent des travailleurs dotés de compétences plus larges, capables de gérer l'agilité du marché du travail [23]. il existe une flexibilité interne, que les entreprises utilisent au fil du temps ou du travail posté pour augmenter la production pendant les activités saisonnières, et une flexibilité fonctionnelle grâce à laquelle les entreprises utilisent efficacement des travailleurs polyvalents.

Au niveau individuel, les individus sont confrontés à une grande variété d'options d'emploi dans divers contextes, y compris la capacité de gérer plus d'un emploi et d'assumer plus de responsabilités au travail avec le stress associé. Cela exige des travailleurs adaptables qui sont

capables d'intégrer de manière productive des opportunités à temps partiel et de travail indépendant selon les besoins du marché du travail et de leur situation personnelle.

Avec les changements remarquables dans les relations de travail, les carrières se développent désormais horizontalement et les mouvements généralement ascendants au sein d'une même organisation ne sont plus aussi certains. Le travail n'est plus caractérisé par un ensemble fini et fixe de tâches et, par conséquent, les compétences ou aptitudes requises pour un emploi peuvent ne pas être suffisantes sur une seule période. Les individus doivent donc s'adapter à un environnement de travail en évolution rapide et continue et aux demandes du marché du travail, en particulier les technologies émergentes. Par conséquent, des compétences en employabilité sont nécessaires pour permettre aux diplômés de faire face aux changements turbulents actuels sur le marché du travail [24]. Il est donc important que les diplômés possèdent des compétences de niveau supérieur. Les compétences leur permettront de reconnaître en permanence les opportunités visant à améliorer leurs perspectives d'employabilité et de les intégrer dans leurs aspects de la vie.

## **2.2. Les compétences de l'employabilité**

Un aspect de l'employabilité est la possession de compétences relatives à l'employabilité. Ces compétences constituent la base nécessaire pour obtenir, conserver et réussir dans un emploi. Selon Hillage et Pollard Les compétences relatives à l'employabilité comprennent les connaissances (c'est-à-dire ce que l'individu sait, ce qui peut être une connaissance du sujet), les compétences (ce qui est fait avec les connaissances) et les attitudes (comment les faire). La connaissance de la matière est perçue comme une étude approfondie et possédant une compréhension d'une discipline, ainsi que des compétences et des attributs personnels nécessaires pour réussir de manière adéquate au niveau universitaire [25].

Dans certains cas, la connaissance et la compréhension d'un sujet spécifique sont souhaitables. Dans d'autres cas, ce n'est pas le cas. Une étude de Harvey, par exemple, indique que les employeurs britanniques n'accordent pas beaucoup d'importance aux disciplines d'étude et en particulier aux connaissances disciplinaires. Reflétant les statistiques connexes, plus d'un tiers (38%) des employeurs ont indiqué que la connaissance des matières était de peu ou pas d'importance par rapport à leur satisfaction à l'égard des diplômés. À ce moment-là, cela a suscité des inquiétudes considérables, mais avec le temps, la tendance est devenue plus facilement acceptée.

En plus d'avoir des connotations différentes, telles que les attributs ou compétences des diplômés, les compétences transférables, les compétences clés, les compétences générales et les compétences génériques [26], le terme préféré par l'industrie sont les compétences relatives à l'employabilité. Il existe également un certain degré d'accord entre les différentes parties prenantes sur le fait que les dimensions clés des compétences relatives à l'employabilité sont l'apprentissage tout au long de la vie, la préparation des étudiants à un avenir incertain, la possession des compétences et compétences de base nécessaires pour participer au marché du travail et la nécessité de promouvoir une citoyenneté active et engagée [27]. Les compétences relatives à l'employabilité sont donc importantes pour les étudiants car elles leur permettent de répondre aux exigences des différentes professions telles qu'exigées par le marché du travail après l'obtention du diplôme.

Cette étude classe les compétences relatives à l'employabilité en cinq grandes catégories :

- compétences de base (compétences spécifiques à l'emploi et en particulier techniques et académiques [28]).
- les qualités personnelles (Croyances personnelles qui ne changent pas avec le temps et qui sont incrémentales) [29].
- L'initiative (capacité à lancer de nouvelles choses et à utiliser les réseaux pertinents pour les réaliser) [30].
- Les compétences en processus (capacité à utiliser la technologie, le réseau des connaissances et le propre potentiel pour traiter et gérer les informations, le travail et les personnes).
- et l'attitude (une approche « can-do » et une volonté de participer et de contribuer à un effort) [31].

Les compétences sont également classées en compétences dures («hard skills » compétences relatives à la compréhension du sujet) et compétences générales (« soft skills » compétences transférables entre les professions et l'environnement de travail).

Le tableau 1.2 résume les différents aspects des compétences relatives à l'employabilité en fonction des cinq grandes catégories. Outre les différentes catégories de compétences et les attributs associés, Rychen et Salganik sont d'avis que les compétences relatives à l'employabilité constituent un sous-ensemble important d'un groupe plus large de compétences génériques. Rychen et Salganik identifient en outre quatre éléments conceptuels majeurs dans les compétences génériques, en précisant qu'elles sont d'abord, multifonctionnels, ce qui signifie

qu'elles sont nécessaires pour atteindre des objectifs différents et résoudre de multiples problèmes dans des contextes différents. Deuxièmement, elles sont pertinentes dans de nombreux domaines et dans tous les domaines de la vie. Troisièmement, elles impliquent des processus mentaux d'ordre supérieur tels que la pensée critique (approche réflexive de la vie), le raisonnement (synthétiser l'information pour tirer des conclusions) et la prise de décision (le processus de choix parmi les alternatives disponibles). Enfin, les compétences relatives à l'employabilité sont multidimensionnelles, ce qui signifie qu'elles sont composées de savoir-faire, d'un état d'esprit analytique, d'aspects culturels et de bon sens.

Un autre aspect clé de l'employabilité est la capacité de vendre les compétences relatives à l'employabilité et de les présenter sur le marché d'emploi de manière visible pour un emploi identifié. Cela se traduit au niveau du processus de présentation d'un CV, montrant l'historique des réalisations et de l'expérience de travail d'un individu, les qualifications (académiques et professionnelles), la fourniture de références et de témoignages, ainsi que la capacité à bien performer lors d'un entretien.

<b>Catégorie d'employabilité</b>	<b>Gamme de compétences connexes</b>
Qualités personnelles	Les qualités personnelles comprennent la conscience de soi ou l'autogestion, la confiance en soi, l'intelligence émotionnelle, l'adaptabilité, la volonté d'apprendre et la réflexion
Compétences de base	Tel qu'adopté dans Yorke et Knight (2004, p. 27), les compétences de base comprennent ; efficacité en lecture, compétences numériques, recherche d'informations, compétences linguistiques, autogestion, analyse critique, écoute, communication écrite, présentations orales, explication, prise de conscience globale. Les autres compétences de base comprennent le sens des affaires, le souci du détail et l'efficacité de la lecture
Compétences en processus	Les compétences en processus comprennent la maîtrise de la technologie ou de l'informatique, la planification, l'application de la compréhension du sujet (compétences transférables), la résolution de problèmes, la prise de décision et le travail d'équipe
L'Initiative	L'initiative comprend; gestion du changement, identifier les opportunités, être créatif, générer une gamme d'options, traduire les idées en action en réfléchissant à sa propre pratique d'amélioration, en engageant ses collègues et en s'adaptant aux nouvelles situations.
Attitude positive	L'attitude positive comprend des attributs tels que la gestion des traits (réaction spontanée aux situations), la motivation personnelle, l'ouverture au changement, la capacité de faire face à la pression du travail, la prise de responsabilité pour propre action et gestion du temps.

*Tableau 1-1 : Les compétences relatives à l'employabilité*

### **3. Les modèles de développement de l'employabilité :**

Plusieurs modèles ont été développés par les chercheurs pour mieux comprendre les acteurs impliqués dans l'amélioration de l'employabilité des diplômés [32]. Les modèles montrent que l'employabilité peut être développée grâce à l'interaction de divers facteurs en particulier l'éducation. D'autres modèles tels que ceux de Harvey et Morey [33], et [34] décrivent les nombreuses facettes du développement de l'employabilité et démontrent que l'employabilité est clairement un processus plutôt qu'un produit de l'éducation. En effet, Atkins [35] est d'avis que l'employabilité doit être associée à l'apprentissage tout au long de la vie.

Le modèle d'employabilité le plus simple, préconisé par Harvey, suppose que les étudiants reçoivent une employabilité et des compétences connexes au cours du processus d'étude qui les conduisent à devenir employables. Le modèle, cependant, ne reflète pas les autres caractéristiques personnelles importantes des étudiants, comme les facteurs sociodémographiques (âge, sexe, origine ethnique et traits de personnalité).

Knight et Yorke [36] ont développé un modèle abrégé en quatre étapes, comprenant la compréhension (de la connaissance appropriée du sujet, de l'appréhension et de l'applicabilité) ; compétences (aptitudes spécifiques et génériques); croyances d'efficacité (conscience et compréhension de soi et de ses capacités) et métacognition (capacité de réfléchir et de réguler ses propres apprentissages et comportements). Le modèle définit l'employabilité des diplômés comme la possession de la compréhension, des compétences et des attributs personnels nécessaires pour réussir adéquatement au niveau des diplômés.

Lorraine et Sewell ont développé un modèle qui illustre les composantes essentielles de l'employabilité ainsi que la direction de l'interaction entre les différents éléments dans l'amélioration des compétences et des attributs de l'employabilité. Selon eux, l'employabilité se compose de 3 composantes de niveau supérieur : l'auto-efficacité, la confiance en soi et l'estime de soi, et 5 composants de niveau inférieur : l'apprentissage, le développement de carrière et l'expérience (travail et vie), le degré connaissance du sujet, la compréhension et les compétences, les compétences génériques et l'intelligence émotionnelle. Ce modèle est connu sous le nom «Career EDGE». Il donne aux étudiants l'opportunité de développer les composantes du niveau inférieur et d'évaluer essentiellement ces expériences ce qui entraînera le développement des composants de niveau supérieur, qui représente un lien crucial avec l'employabilité. En ce qui concerne la façon dont le modèle est appliqué, il se concentre sur les composantes de niveau inférieur, en particulier l'expérience de travail et l'engagement dans

l'apprentissage de développement de carrière, conduisant à la réalisation des composantes de niveau supérieur.

Un modèle plus complet d'amélioration de l'employabilité des diplômés est celui développé par [37] qui définit l'employabilité en fonction de la façon dont les individus saisissent les opportunités, réfléchissent et articulent leurs compétences et leur expérience. Comme le montre à la figure suivante, le modèle se compose de trois parties, les opportunités de développement de l'employabilité, les trois processus impliqués dans la facilitation des activités et les parties concernées. Pour que le résultat soit réalisé, il est important de relier tous les facteurs avec les parties impliquées dans le processus. Les opportunités et les activités de développement de l'employabilité consistent en un soutien offert de manière centralisée par les organismes de formation, y compris des compétences en gestion de carrière, des conseils et des expériences à la fois pratiques et théoriques tels qu'ils sont intégrés dans le programme de formation. Les compétences en gestion de carrière se réfèrent à un éventail de compétences qui permettent à une personne de rassembler et d'organiser des informations personnelles, éducatives et professionnelles et ainsi de gérer efficacement les carrières, les transitions de vie et les apprentissages connexes [38]. Selon [39] les compétences en gestion de carrière sont essentielles à l'employabilité dans la mesure où elles leur facilitent la détermination du temps approprié pour que les compétences relatives à l'employabilité et spécifiques de la discipline sont apprises, articulés et utilisés (par exemple pendant l'application et recherche d'emploi).

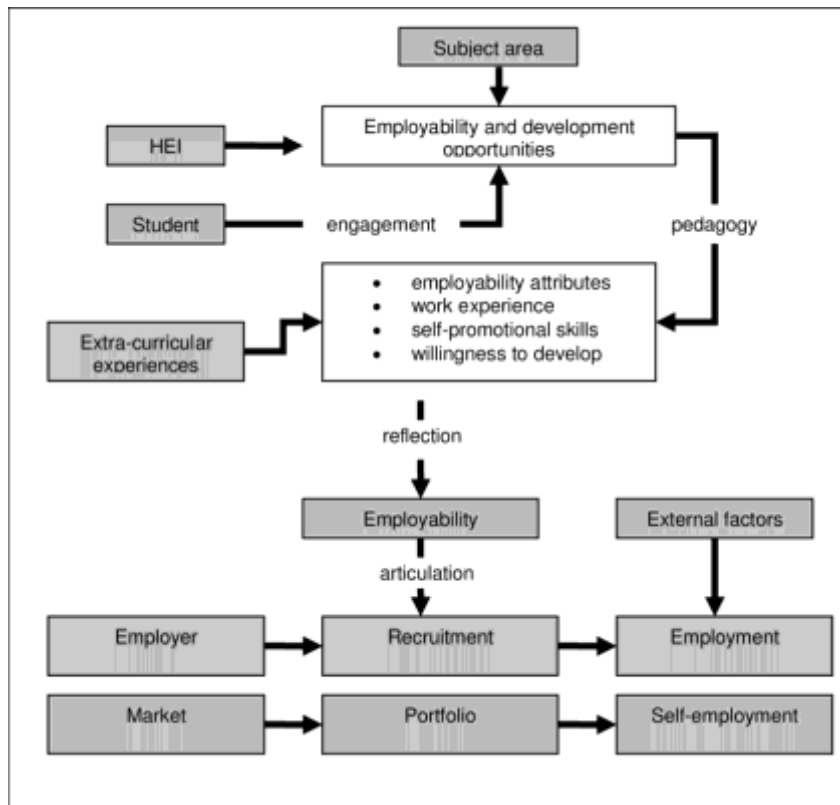


Figure 1-1: Un modèle de développement de l'employabilité des diplômés

Les trois processus consistent en une pédagogie différenciée (ce choix sera détaillé par la suite) qui encourage le développement des compétences et des attributs, ainsi que l'auto-réflexion des apprenants. Les réflexions des apprenants incluent la volonté d'apprendre, de réfléchir sur leur apprentissage et d'articuler leurs expériences et leurs capacités. Une étude réalisée par Singh [40], établit qu'il existe une relation positive entre le développement des compétences génériques par les apprenants et les pédagogies d'enseignement. Dans l'approche particulière, les méthodes d'enseignement centrées sur l'apprenant (qui permet l'intégration entre la pensée et des actions pertinentes et significatives pour les apprenants à se produire); principes d'apprentissage des adultes (qui encourage l'apprentissage par la résolution des problèmes, la réflexion des apprenants, l'évaluation et l'articulation de l'expériences d'apprentissage) et l'utilisation de rôles multiples par les enseignants (comme être un mentor, un coach, un facilitateur et un évaluateur) ces méthodes améliorent positivement le développement de compétences génériques. En effet, de bonnes pratiques d'apprentissage, d'enseignement, d'évaluation et de curriculum favorisent des réalisations valorisées sur le marché du travail [41].

Les principales parties concernées sont les organismes de formation, les étudiants et les employeurs. Les organismes de formation offrent des opportunités de développement de l'employabilité obtenues grâce aux programmes de base et aux activités extérieures à ceux-ci, telles que l'orientation professionnelle et les compétences de gestion. Les employeurs

peuvent participer à la conception des programmes et proposer des stages pour faciliter le développement des compétences et des attributs. Par exemple, une étude du Conseil de financement de l'enseignement supérieur pour l'Angleterre [42] a établi qu'une expérience de travail structurée et la participation des employeurs à la conception et à la réalisation des cours diplômants ont des effets positifs sur la capacité des diplômés à trouver des emplois de niveau supérieur dans les six mois suivant l'obtention du diplôme. En effet, la participation des étudiants dans les opportunités de développement de l'employabilité améliore leurs compétences et leur permettent ainsi de répondre aux attentes des employeurs lors du recrutement pour des emplois internes ou indépendants.

Le modèle montre en outre que les opportunités de développement de l'employabilité sont affectées par le sujet étudié par l'apprenant et que certains programmes d'apprentissage tendent à être plus actifs pour promouvoir l'employabilité des diplômés que d'autres. Pour que le résultat soit prouvé, il est important de relier tous les facteurs avec les parties impliquées dans les processus. Il explore le rôle du domaine d'études et des institutions d'études dans l'amélioration de l'employabilité et des compétences des diplômés.

#### **4. Études empiriques sur l'employabilité et les PESD**

Les études empiriques sur l'employabilité et les compétences connexes se concentrent principalement sur l'écart entre les compétences des diplômés et les exigences du marché du travail. [43] ont mené une étude pour identifier les facteurs qui affectent les attentes professionnelles des diplômés et les besoins des employeurs. Les résultats révèlent que les diplômés manquent de connaissances sur la réalité du marché du travail, en particulier les compétences clés recherchées par les employeurs. L'étude a proposé que les parties prenantes doivent collaborer pour combler le déficit de compétences.

Une autre étude de [44] indique que les étudiants ne disposent pas de connaissances pertinentes. L'étude a signalé la nécessité de l'adoption des stratégies de développement des compétences générales et les compétences liées au travail des étudiants, les intégrer dans les programmes universitaires ou introduire un programme d'emploi spécial.

Une étude réalisée par [45] dans le contexte malaisien révèle que les diplômés au chômage manquent de nombreuses compétences générales, telles que les compétences en communication, y compris la maîtrise de l'anglais, et l'expérience professionnelle. Autres facteurs qui influencent l'employabilité des diplômés inscrits à la même étude porte sur les résultats scolaires, la confiance en soi et le domaine d'études. Une autre étude par [46] évaluant

le manque de compétences des diplômés ont constaté que la qualité diplômés est faible s'il se caractérise par une insuffisance des compétences requises telles que la confiance, les compétences générales, la maîtrise de l'anglais et l'attitude positive envers le travail.

Une étude de [47] a présenté l'employabilité dans une perspective internationale en évaluant les compétences des diplômés européens et japonais. Dans cette étude, la capacité d'apprendre a été classé première en Europe, en particulier au Royaume-Uni. D'autres études sur l'employabilité ont porté sur l'importance des compétences relatives à l'employabilité telles qu'elles étaient classées par les employeurs [48], à titre d'exemple, ont constaté que 86% des répondants à l'étude (des employeurs britanniques) ont considéré que les compétences en communication sont les plus importantes, suivies par les compétences générales (70%) et l'expérience internationale (65 pour cent). [49] a constaté que près du tiers des employeurs britanniques (30%) ont eu des problèmes avec les compétences génériques d'employabilité des diplômés, comme le travail d'équipe, la communication et la résolution des problèmes. Les employeurs sont également déçus par l'attitude des diplômés à l'égard du travail (25%), l'autonomie (33%), le sens des affaires (44%) et les compétences relatives aux langues étrangères (49%).

D'autres études comme celles de Wye et al. [50] réalisées dans le contexte malaysien ont défini les différentes compétences en termes d'importance du point de vue des élèves :

1. La communication orale en anglais,
2. Le management de l'information, la communication et les technologies
3. La communication écrite en anglais,
4. La capacité à gérer les risques ; et
5. La capacité des individus à penser de manière créative et innovante.

Dans le contexte africain, une étude de Arikpo [52] examinant les prédicteurs des efforts en matière d'emploi chez les diplômés nigériens en chômage a révélé que le l'inadaptabilité du programme était le principal facteur. En effet, le programme ne change pas avec les changements du marché du travail. Par conséquent, les diplômés ne posséderaient pas les compétences adéquates dont les employeurs ont besoin ni les compétences nécessaires pour travailler eux-mêmes. L'étude établit en outre que les qualités personnelles, le comportement de recherche individuel, le sexe et le domaine d'études posent des difficultés aux diplômés pour trouver un emploi. L'étude a proposé la nécessité de mener d'abord des recherches supplémentaires, pour étudier l'interaction entre ces variables et les efforts en matière d'emploi ;

et deuxièmement, établir comment les programmes des organismes d'enseignement supérieurs peuvent s'adapter aux variables qui influencent le comportement de recherche d'emploi des diplômés. D'autres études comme celles de [53] , indiquent que les diplômés ne possèdent pas un éventail de compétences exigé par le monde du travail. Le document plaide pour un besoin immédiat pour les décideurs politiques d'élaborer une politique nationale sur les compétences clés enseignées dans les organismes d'enseignement afin d'aider les étudiants à trouver un emploi et à répondre aux besoins en compétences des entreprises.

[54] a mené une étude pour évaluer dans quelle mesure les collèges et universités transmettent des compétences en matière d'employabilité à leurs diplômés. Les résultats de l'étude (77% des répondants) révèlent que les compétences relatives à l'employabilité transmises par les universités et les collèges ne sont pas efficaces pour développer l'apprentissage, que ce soit pour l'entrepreneuriat ou pour l'emploi dans les entreprises. Les résultats montrent en outre que l'employabilité ne concerne pas seulement la formation ou la fourniture de compétences supplémentaires pour obtenir un emploi, mais également comment le système éducatif, par le biais de ses universités, forme des diplômés critiques, réfléchis et responsabilisés qui sont indispensables et appréciés par les employeurs. L'étude recommande tout d'abord qu'il devrait y avoir une relation plus étroite entre les universités / collèges et les employeurs lorsqu'il s'agit d'élaborer des programmes d'études qui répondent aux besoins des industries et d'améliorer le système de formation pour les diplômés (expérience pratique). Deuxièmement, les organismes de formation devraient utiliser, dans la plupart des cas, l'apprentissage expérientiel pour faciliter l'apprentissage pour l'entrepreneuriat. Ces méthodes permettent non seulement aux diplômés d'acquérir des compétences entrepreneuriales, mais aussi de développer une attitude positive, ce qui constitue des caractéristiques importantes pour le lieu de travail.

Hormis les documents d'orientation qui suggèrent comment les organismes de formation devraient être mis en place pour aborder l'employabilité des diplômés [55] . il y a peu de connaissances scientifiques sur ce qui constitue un programme efficace de développement des compétences relatives à l'employabilité. Les études empiriques (comme souligné) se concentrent davantage sur l'écart de compétences entre la formation délivré par les organismes de formation et les demandes du marché du travail. Par contre les études n'offrent pas d'explication scientifique sur la manière dont les organismes de formation devraient aborder l'employabilité en termes de développement des compétences et des attributs.

Plus précisément, l'étude examine du point de vue des employeurs les facteurs qui influencent les décisions de recrutement des nouveaux diplômés. Elle évalue l'état des cours d'entrepreneuriat enseignés dans établissements d'enseignement supérieur dans les écoles de l'éducation. En plus d'identifier les activités que les élèves ont besoin d'y engager, l'étude fournit un modèle efficace montrant comment les compétences liées à l'employabilité des diplômés peuvent être développés en termes de durée et de nombre d'activités en vue d'améliorer leur employabilité. L'étude propose également que des recherches supplémentaires soient réalisées pour modéliser les caractéristiques des cours de formation à l'entrepreneuriat en termes de durée du cours et le nombre de cours, compte tenu de la pertinence de l'éducation de l'esprit d'entreprise dans le marché du travail actuel. Il existe également un besoin de programmes d'incubation qui peuvent favoriser le développement d'idées commerciales nouvelles et innovantes parmi les diplômés. Cela améliorera non seulement l'employabilité des diplômés, mais leur permettra également de créer des emplois indépendants et des possibilités d'emploi pour les autres.

## **5. Facteurs influençant les décisions de recrutement des diplômés**

Le recrutement est décrit comme un ensemble d'activités et de processus utilisés pour obtenir légalement un nombre suffisant de personnes qualifiées pour réaliser un intérêt commun de la personne et de celui d'une organisation. La recherche sur le recrutement se concentre sur deux volets. Le premier est la perspective individuelle, qui se concentre sur l'impression du candidat et la décision de rejoindre des recruteurs aux caractéristiques diverses. Cela comprend l'attitude positive de l'individu envers une organisation, sa considération comme une entité souhaitable et donc exercer un effort de travail pour elle. Pour plus de détails sur ce flux (cf. [56]).

Le deuxième volet est la perspective organisationnelle. Cela comprend un éventail plus large de stratégies utilisées par les recruteurs pour attirer les candidats, allant de l'image de marque de l'employeur (représentation perceptuelle d'une organisation pour attirer les demandeurs d'emploi) et des sources de recrutement (préférence des recruteurs pour diverses sources de recrutement, en particulier les canaux d'application, outils de sélection et critères de sélection). La mission, la culture et les valeurs d'une entreprise sont également considérées comme les principaux éléments de la marque employeur (Chartered Institute of Personnel and Development, (CIPD)).

La recherche sur le recrutement se concentre également sur les caractéristiques personnelles des candidats et les facteurs individuels qui affectent les décisions des recruteurs au cours du processus de sélection et de sélection. Ces facteurs comprennent l'éducation [57], l'expérience pertinente [58] la capacité d'apprentissage, l'attitude positive et les qualités indirectement perceptibles telles que le stress émotionnel et les capacités innées. La recherche fournit également des preuves de la liaison entre les compétences liées à l'employabilité (une combinaison synergique de qualités personnelles, les compétences de divers types et sous réserve de compréhension) [59] et le recrutement. Les compétences sont également classées en compétences de base ou dures (connaissances techniques) et compétences générales (compétences en matière de processus et qualités personnelles) [60]. Un mélange parfait de compétences relatives à l'employabilité contribue à améliorer le processus de décision de recrutement et en particulier le recrutement de nouveaux diplômés sur le marché du travail actuel.

Le processus de recrutement au niveau organisationnel passe par différentes étapes, allant de la publication de l'emploi, du processus de candidature, de la sélection des candidats à la sélection des bons candidats [61]. Un processus de recrutement efficace fait référence à l'emploi des stratégies des organisations pour identifier et sélectionner les meilleurs candidats en vue de développer son bassin de ressources humaines [62]. Les stratégies sont diverses et dépendent largement du secteur des employeurs, de la nature du service et des candidats et impliquent l'exploration de canaux de recherche, d'outils de sélection et de critères de sélection. Dans d'autres cas, il existe un chevauchement entre le processus de présélection et de sélection, ce qui rend difficile la différenciation des outils et / ou des critères utilisés au cours de chaque processus.

Pour attirer des candidats potentiels, les recruteurs utilisent des moyens de recherche formels comme les journaux, les cabinets de recrutement, les rencontres de carrière, et les programmes destinés aux lauréats et des moyens informels comme le recrutement interne, la bouche-à-oreille et les réseaux d'information. Les facteurs clés qui déterminent le choix du canal de recrutement par les employeurs incluent la capacité du canal à recruter des candidats qualifiés, les conditions du marché du travail, la nature de l'emploi [63] et les coûts connexes. [64] ont soutenu que les méthodes informelles telles que la bouche-à-oreille génèrent plus d'informations et sont moins préférables pour le recrutement d'employés à long terme. [65] suggère toutefois que de multiples canaux de recrutement devraient être utilisés lors du

recrutement des diplômés, tels que les rencontres de carrière et les programmes de recrutement des diplômés, car ils fournissent des informations sur l'emploi et ses exigences.

Les recruteurs utilisent différents outils et critères pour sélectionner les candidats. Il existe des techniques de recrutement formelles telles que le curriculum vitae (CV), les tests écrits, les entretiens, les sessions d'évaluation, et l'expérience de travail et informelles telles que les références et recommandations. Bien que l'expérience de travail soit susceptible d'être évaluée au cours du processus de candidature, les traits personnels et les capacités innées sont le plus souvent évalués par un jugement subjectif lors de l'entretien [66] Les sessions d'évaluation sont utilisées pour observer le travail d'équipe et les compétences générales d'un candidat.

La qualité et la nature du poste influence également l'employeur en termes d'utilisation d'une méthode formelle ou informelle pour sélectionner et filtrer les candidats. Alors que le recours aux agences de recrutement et aux annonces dans les journaux est le plus efficace pour le recrutement à des postes de direction et à des professions libérales, les pourparlers sur les carrières, les programmes de recrutement de diplômés et les journaux sont les canaux les plus efficaces pour recruter des diplômés et des chômeurs. En ce qui concerne la pré-sélection et la sélection des candidats, [67] identifient dans quelle mesure les employeurs utilisent des tests dans le processus de recrutement au lieu de s'appuyer sur les qualifications présentées dans un CV ou un formulaire de candidature.

Selon [68] les tests psychologiques couvrant l'aptitude, la personnalité et l'intelligence sont couramment utilisés pour évaluer les compétences générales des candidats. L'enquête CIPD (2005) auprès des employeurs britanniques, par exemple, montre que les méthodes de sélection les plus couramment utilisées pour présélectionner et sélectionner les candidats à un emploi comprennent des entretiens (77%), un CV ou un formulaire de candidature (68%), des tests de compétences spécifiques (50%), des tests de lecture, d'écriture et de calcul (39%) et des entretiens téléphoniques (30%), le dernier étant utilisé par les centres d'appels compte tenu de leur pertinence pour l'emploi. Alors que les entretiens individuels étaient courants dans le secteur privé, les références académiques étaient couramment utilisées par le secteur public et les entretiens structurés avec un jury de sélection étaient fréquemment utilisés pour les postes de direction et de gestion.

D'autres facteurs qui peuvent affecter le processus de recrutement comprennent les facteurs sociodémographiques (sexe, situation économique et origine ethnique), la notoriété de l'organisme de formation, ainsi que l'âge et l'expérience du demandeur. Une étude exploratoire

des employeurs suédois réalisée par [69] sur ceux qui obtiennent les postes a montré, par exemple, qu'environ 60% des employeurs considèrent le manque d'éducation et d'expérience comme les principales raisons d'éliminer les candidats comme étant inappropriés pour le poste vacant. L'âge est également utilisé pour sélectionner les candidats, ce qui élimine les candidats de plus de 45 ans.

Alors que les facteurs de décision de recrutement transcendent les différentes industries et types d'emplois, des études sur le recrutement de nouveaux diplômés indiquent que les employeurs considèrent les jeunes comme étant ceux qui ont le moins d'expérience de travail. Au cours du processus de recrutement, les nouveaux recruteurs diplômés ont donc tendance à se concentrer sur les compétences générales et les attitudes comportementales [70], avec un rôle moins important joué par les qualifications, qui ont traditionnellement été utilisées comme principaux critères de sélection. Alors que certains employeurs utilisent la classification des diplômes comme outil de sélection, d'autres soumettent les candidats à un ensemble d'activités et de tests d'évaluation pour évaluer leurs préférences personnelles.

De telles pratiques élargissent l'accès à des groupes plus divers de demandeurs d'emploi, qui auraient pu être manqués faute de bonnes qualifications académiques [71]. En outre, des inquiétudes ont été exprimées concernant la fiabilité du système de classification des diplômes [72] et en particulier l'inflation des notes. Dans les contextes où les compétences générales avancées sont rares, les recruteurs acquièrent et développent ces compétences grâce à des mécanismes d'accumulation. Selon [73] les mécanismes comprennent la sélection efficace de candidats potentiels ayant une capacité d'absorption élevée, capables d'apprendre tout au long de la vie et qui améliorent continuellement leurs compétences à la fois par la formation et le travail.

D'autres employeurs recrutent des diplômés de différents horizons et domaines d'études en utilisant des critères tels que la flexibilité, l'adaptabilité et leur volonté d'apprendre pour sélectionner le meilleur candidat. Ces entreprises sont engagées dans l'apprentissage tout au long de la vie et ont identifié des valeurs qui sont utilisées pour déterminer l'adéquation culturelle de ses employés [48]. Une étude de [74] établit en outre que d'autres employeurs limitent leur recrutement à une sélection d'établissements, étant donné que la diversité des candidats à l'emploi peut encore être obtenue au sein de ces établissements.

Le tableau 1.2 présente un résumé des facteurs influant sur les décisions de recrutement du point de vue des organisations. Les facteurs sont liés à l'investissement dans le capital humain,

en particulier les compétences techniques (compétences techniques et niveau de scolarité) et les compétences générales (telles que les qualités personnelles, les attitudes et le comportement) et leur influence sur le recrutement de nouveaux diplômés dans les organisations. Sur la base des grandes lignes de la littérature.

## 5.1. Recrutement de nouveaux diplômés dans les organisations et les entreprises

Une organisation est un système social complexe créé par des personnes dans le but d'atteindre certains objectifs. Une entreprise est une organisation dotée d'une entité juridique qui utilise des ressources productives, telles que le capital et les ressources humaines, dans le but de réaliser un profit [75]. Cette étude se concentre sur les ressources humaines et en particulier les nouveaux diplômés et la façon dont ils sont employés par les entreprises pour atteindre certains objectifs organisationnels, à savoir la fourniture de produits ou de services nécessaires au marché.

Les organisations varient en termes de taille, de nature de l'entreprise et / ou du secteur et de niveau d'activité, qu'elles soient locales, nationales ou multinationales.. La catégorisation des membres de l'ATE est obtenue auprès d'entreprises privées (petites, moyennes et grandes entreprises) et d'organisations paraétatiques. Les membres sont classés comme ceux impliqués dans l'agriculture, le commerce, l'industrie, les mines, les banques et les finances, la sécurité privée, l'industrie pétrolière, les services publics et les services. Cette catégorisation est élargie en utilisant l'échantillon d'étude sous la section méthodologie.

Catégorie de compétences	Contenu
<p>Hard skills (Capacités spécifiques qui peuvent être enseignées, définies et mesurées)</p>	<p>L'un des déterminants du capital humain est le niveau de formation [76]. L'investissement dans le capital humain améliore les connaissances et les compétences des individus, la productivité [77]. En ce qui concerne le niveau de scolarité, le domaine d'études est également important. Selon Rothwell et Arnold (2007), des facteurs tels que le rendement scolaire, la marque universitaire et la réputation ainsi que le statut et la crédibilité du domaine d'études des diplômés affecter les résultats sur le marché du travail. Le domaine d'études a un impact sur la propension d'un diplômé à obtenir un emploi dans des emplois non diplômés (voir Elias et Purcell, 2004). De plus, le champ des études influence différemment le développement des compétences relatives à l'employabilité et du marché du travail perspectives, avec des diplômés en sciences professionnelles (médecine, informatique, ingénierie et architecture) avoir des résultats plus favorables sur le marché du travail que les autres domaines et / ou disciplines d'études.</p>
<p>Soft skills (qualités souhaitables ne dépendent pas de connaissance acquise. Sont moins tangibles et plus difficile à quantifier. Inclut l'attitude flexible et positive)</p>	<p>Ce sont un groupe de traits de personnalité stables et de compétences interpersonnelles, comme la motivation à atteindre, lieu de contrôle, communication, langage, prise de risques, style de résolution de problèmes, équipe construction, innovation et valeurs qui caractérisent les relations d'une personne avec d'autres personnes .Les compétences générales amènent les individus à se comporter de certaines manières. la combinaison et l'interaction de ces traits forment la personnalité unique d'un individu et peuvent être employés pour évaluer les compétences (Costa et McCrae, 2008). Les compétences générales et les compétences techniques se complètent pour répondre aux besoins des prestataires de services éducatifs et des différents acteurs de l'éducation [78].</p>

*Tableau 1-2: Facteurs affectant les décisions de recrutement de l'organisation*

La littérature est limitée en termes de relation entre les caractéristiques des entreprises (secteur et de taille) et le nombre de demandeurs d'emploi et de postes vacants par an et comment ceux-ci affectent le processus de recrutement [79]. Cela pourrait être dû à l'absence de données contenant toutes ces variables. Mangan et Trendle , par exemple, ont établi la relation entre la durée des postes vacants et la taille de l'entreprise, les résultats montrant que l'effet de la taille de l'entreprise réduit la durée des postes vacants, en particulier dans les entreprises de moins de 470 employés. L'étude est d'avis que la taille de l'entreprise a un impact positif sur les perceptions associées à une plus grande sécurité d'emploi et progression de carrière. Cependant, à mesure que la taille de l'entreprise augmente, les procédures de sélection deviennent plus strictes, allongeant la durée des postes vacants. L'étude n'a toutefois pas établi comment la taille de l'entreprise influence le nombre de candidats et les nouveaux postes vacants, mais elle a conclu que les postes vacants et les pénuries de compétences difficiles à combler ne sont pas dus à la nature de l'activité de l'employeur, mais plutôt à la structure des salaires, la taille et l'emplacement de l'entreprise et le niveau de compétences des personnes embauchées.

Une étude de [80] montre cependant que les secteurs qui exigent des connaissances comptables telles que les cabinets d'audit et les institutions financières reçoivent plus de nouveaux candidats diplômés que les autres secteurs. Cela pourrait être dû à des perspectives de carrière réussies et prometteuses dans ces entreprises et à la structure des salaires. Selon [81]), le succès dans une carrière est perçu en termes de perspectives de promotion, de sécurité d'emploi, de conditions salariales et d'environnement de travail. Par exemple, les fonctionnaires sont signalés à avoir une plus grande sécurité sociale et des avantages éducatifs que ceux dans d'autres secteurs. Il peut également être possible que les cabinets d'audit attirent plus de candidats dans le but d'obtenir les meilleurs candidats. Cela est également nécessaire pour améliorer l'image de marque et la réputation de ces entreprises compte tenu de la nature de leur clientèle.

En ce qui concerne la nature de l'entreprise, les exigences du poste déterminent la nature des candidats en termes de disciplines d'études et de compétences connexes. Par exemple, une entreprise de haute technologie a besoin d'employés avec un niveau élevé de connaissances issues de leurs études, en particulier de l'ingénierie ou de la technologie de l'information. Il en est ainsi en raison de la compétence technique exigée par l'emploi et l'industrie elle-même. Il existe cependant une relation non linéaire entre la nature des emplois de type débutant et la

discipline d'études ou le niveau de formation. Par exemple, il est désormais courant de trouver des institutions financières et des cabinets d'audit recrutant des diplômés de toutes les disciplines. Cela est possible compte tenu de la similitude des tâches et des caractéristiques de l'emploi au sein d'une profession. Le passage à une relation non linéaire entre les emplois de débutant et l'éducation est courant sur le marché du travail actuel, car les professions ne sont plus verticales au sein d'une même organisation.

[82] définit la profession comme un groupe d'emplois similaires partageant des exigences plus ou moins similaires en termes d'éducation, de compétences et de revenus. Dans ce cas, il est possible que certaines compétences individuelles puissent être transférées entre les professions, ce qui rend possible cette relation non linéaire. Dans d'autres cas, les entreprises recrutant dans toutes les disciplines reflètent une progression de carrière et un ajustement naturels en réponse à la mauvaise prise de décision initiale des individus, leur permettant de changer leurs préférences de carrière en fonction de leur niveau de scolarité. Bien que les professions tendent à être relativement homogènes en ce qui concerne le niveau d'éducation, chaque profession nécessite un certain niveau d'éducation, ce qui rend difficile pour les organisations de recruter des personnes pour un certain poste si elles ne répondent pas à leurs exigences.

Les employeurs diffèrent également en fonction du secteur dans lequel ils travaillent et des compétences requises. En effet, selon [83], les recrutements obligatoires dans différents secteurs varient. Par exemple, ceux de l'industrie mettent davantage l'accent sur les compétences techniques que sur les caractéristiques individuelles. Une étude de [84], par exemple, a établi que les organisations non gouvernementales (ONG) et les employeurs de l'industrie considèrent les diplômés aptes au travail comme ceux qui sont prêts à travailler, ayant les aptitudes et les compétences appropriées et la capacité d'apprendre et de réapprendre. De plus, alors que les ONG se concentrent davantage sur les valeurs humanitaires (telles que l'honnêteté, la compassion, la patience) et les attitudes socialement souhaitables (telles que l'ouverture, la curiosité et la confiance) en tant que caractéristiques clés de l'employabilité, d'autres employeurs de l'industrie se concentrent sur l'attitude (comme la préparation, positivité, intérêt, dévouement, esprit d'équipe et aptitude à relever les défis et les difficultés) et les compétences liées au travail (telles que la capacité d'appliquer la théorie dans l'environnement de travail, la capacité de parler anglais et les compétences en communication) comme caractéristiques importantes. A noter que, cette étude s'est concentrée sur les entreprises qui recrutent largement de nouveaux diplômés.

[85] fournit une analyse détaillée des trois principaux outils utilisés par les recruteurs européens pour obtenir des candidats compétents et qualifiés, à savoir les formulaires de candidature, l'entretien de sélection et les tests. Ces outils sont toujours utilisés et il existe une tendance croissante à l'utilisation d'Internet et d'autres outils sophistiqués à des fins de recrutement. Les autres outils utilisés par les recruteurs lors du recrutement de nouveaux diplômés comprennent le réseautage avec des établissements universitaires, le recours à des stagiaires et des entretiens de carrière et / ou des salons de l'emploi. Bien que la littérature soit disponible expliquant pourquoi chaque recruteur préfère un certain outil de recrutement, l'étude de [86] montre que la bouche-à-oreille, qui est un canal informel, est utilisée par les employeurs au cours du processus de recrutement. Ce canal est cependant moins applicable aux nouveaux diplômés puisque leurs réseaux informels sont limités.

En ce qui concerne le processus de recrutement, en particulier les processus de candidature et d'entrevue, les employeurs s'attendent à ce que les candidats à l'emploi possèdent à la fois des compétences générales et des compétences non techniques. Bien que certaines compétences techniques soient pertinentes par rapport à la nature de l'emploi, les recruteurs d'entreprise recherchent de plus en plus des candidats à l'emploi possédant des compétences générales. C'est parce qu'il est plus facile pour un employé d'acquérir des compétences techniques ( par exemple, comment utiliser un certain programme informatique) que de former un employé dans des soft skills (comme le bon sens) qui est difficile et aucune quantité de formation est susceptible de les changer . Dans ce contexte, les demandeurs d'emploi ont besoin de mettre l'accent sur les compétences spécialisées et au cours du processus de recrutement dans une telle façon que si elles ne disposent pas d'une certaine habileté dur requise par la société, ils peuvent mettre l'accent sur une soft skill particulière qui est utile dans la position. Par exemple, si le travail implique des activités liées aux projets, l'expérience de travail en tant que membre de l'équipe doit être soulignée. [87]

Les employeurs posent donc des questions fondées sur les compétences qui, selon [88], évaluent la capacité d'un individu à jouer un rôle professionnel réel et à résoudre des problèmes dans un contexte réel plutôt que la simple possession de connaissances ou de compétences. L'utilisation de questions basées sur les compétences lors des entretiens de recrutement permet une évaluation objective des compétences générales des candidats. Quelle que soit la taille de l'entreprise, les compétences non techniques telles que les compétences en communication et le travail en équipe sont perçues comme ayant plus de poids pendant le processus de recrutement

que les compétences techniques ou les hard skills, telles que les qualifications académiques et les compétences informatiques.

La figure suivante présente le cadre conceptuel de l'étude. Pour résumer la figure, l'étude classe le recrutement en trois processus : candidature, présélection et sélection. Dans le cadre du processus de candidature, les candidatures dans les organisations sont accompagnées de diplômes universitaires et de CV ou de formulaires de candidature. Les canaux de recrutement formels et informels sont utilisés par les organisations pour trouver les meilleurs candidats. Dans le cadre du processus de sélection, les candidats et les titres de compétences soumis sont examinés et / ou évalués à l'aide de différents outils de sélection tels que des tests et des résultats scolaires. Une fois que le dépistage est effectué, les candidats sont ensuite soumis à une entrevue où ils démontrent leurs compétences et attributs. Les candidats peuvent être évalués plus à fond par les cabinets d'évaluation en fonction de la nature de l'organisation. Les diplômés qui réussissent le processus de sélection sont plus susceptibles d'être recrutés par des employeurs potentiels et de développer leur carrière. [89]

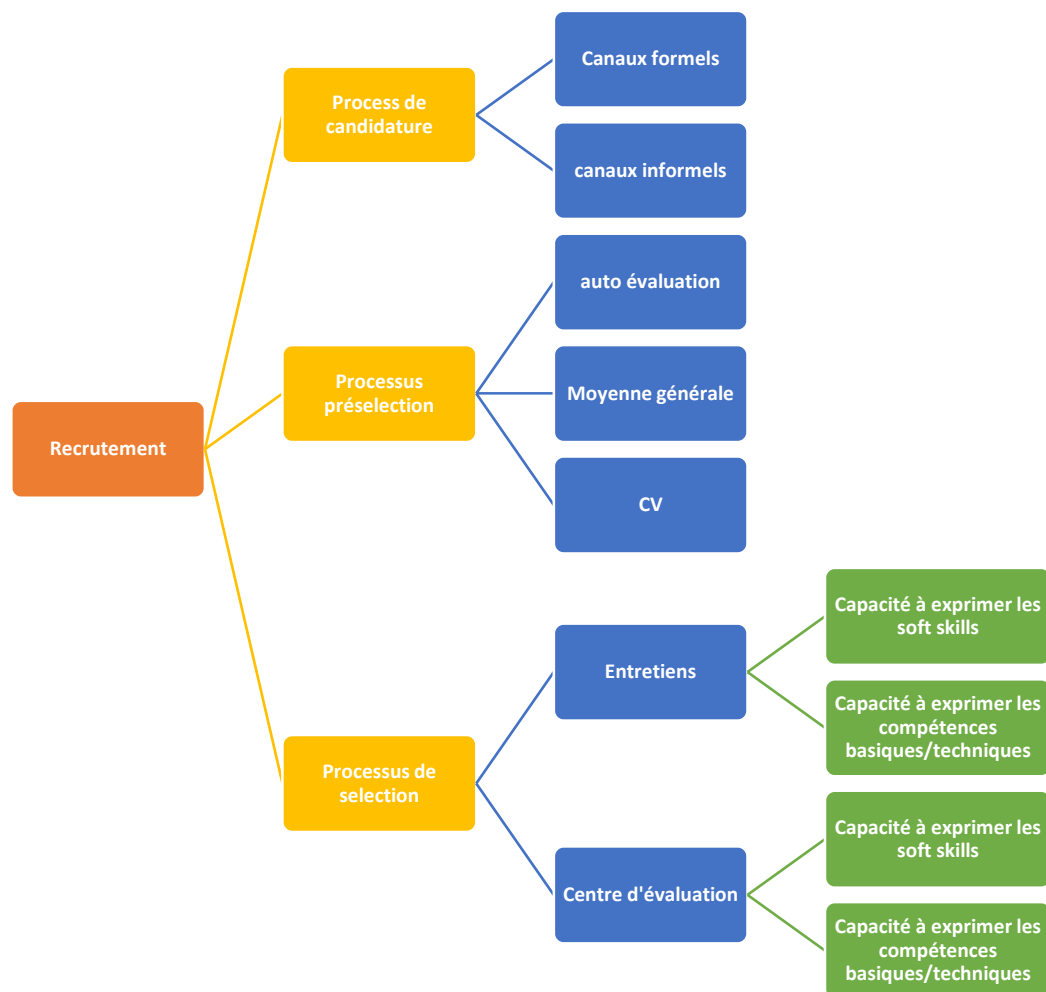


Figure 1-2: Le Framework conceptuel

## 5.2. Les attentes des employeurs à l'égard de l'entretien

Selon [90], communiquer efficacement par l'écriture et l'expression de soi est une compétence appréciée qui augmente l'employabilité. Les nouveaux diplômés qui peuvent exprimer leurs idées de manière convaincante et poser des questions pour obtenir des informations sont plus productifs et efficaces dans l'environnement de travail.

D'autres part, les individus adaptables augmentent non seulement les performances organisationnelles mais font également preuve de succès dans leur future carrière. Selon [91], les personnes adaptables sont désireuses et capables de modifier leurs facteurs personnels (c.-à-d. KSAO - Connaissances, compétences, capacités et autres caractéristiques professionnelles souhaitables), les dispositions et le comportement. Ils restent également productifs et attrayants pour les employeurs dans des domaines de travail en constante évolution. L'adaptabilité personnelle, comme le préconisent, indique les perspectives d'employabilité. Il a également une influence positive sur l'identification et la réalisation des opportunités de travail comme le préconisent [92], c'est pourquoi les employeurs exigent des travailleurs adaptables.

Les aspects comportementaux au cours de l'entretien, en particulier le langage corporel et le code vestimentaire, sont également pris en considération. De plus, les candidats doivent avoir un impact au cours de leur conversation et montrer leur capacité à apprendre. Comme l'explique un responsable des ressources humaines : «Lorsque vous travaillez comme agent des ressources humaines, vous apprenez beaucoup sur la psychologie. Quand une personne interrogée entre, rien qu'en regardant ou en posant une question, vous comprenez la personne. Le problème avec les nouveaux diplômés est qu'ils ne savent pas ce qu'est un entretien et comment se comporter avant et pendant l'entretien »

Les employeurs sont également intéressés par les personnes qui comprennent leur entreprise et en particulier connaissent les produits et les services qu'ils offrent et des informations générales sur les activités de l'organisation, y compris le poste demandé. Par exemple, le sens des affaires (la capacité de comprendre les affaires des clients par rapport à l'industrie) doit également être démontré au cours de l'entretien. Grâce à cela, les employeurs peuvent évaluer si les individus comprennent ce que l'organisation veut réaliser grâce à ses produits et services et comment elle fait concurrence sur le marché. Les employeurs évaluent également la compréhension qu'ont les individus des principaux concurrents de l'organisation et comment ils diffèrent les uns des autres. Selon [93] connaître l'industrie dans laquelle l'organisation opère est un signe qu'un individu est intéressé à travailler pour l'organisation et

est capable de développer une carrière. Comme le raconte un collaborateur : «Nous avons besoin de diplômés avec la bonne attitude, désireux d'apprendre, désireux de grandir, avec le bon sens des affaires, mieux en termes de connaissances que nos clients. Les auditeurs doivent comprendre l'entreprise / l'entité / secteur dans lequel opère le cabinet d'audit. Mais parfois, nous n'obtenons pas ce que nous voulons. Les nouveaux diplômés n'ont pas les compétences requises. Je suis prêt à en recruter plus, mais il y en a peu avec la bonne attitude et le bon sens».

Dans l'ensemble, au cours du processus d'entretien, les employeurs se concentrent sur les attributs et les facteurs personnels des individus et sur la manière dont ils s'intégreront dans la culture de travail et favoriseront davantage les objectifs de l'organisation.

Bernstorm [94]a identifié trois principales dimensions du concept de l'employabilité insistant sur le rôle de la politique des entreprises et des partenariats sociaux dans le développement de l'employabilité :

- Le savoir et savoir-faire (The Skills & know how) : lorsque des emplois se perdent ou changent, la polyvalence et la diversité des connaissances/compétences devient un facteur principal et définitif pour l'employabilité.

- La prédisposition pour la mobilité : les compétences ne sont pas toujours suffisantes pour être employable. La mobilité professionnelle et l'adaptation aux changements (contenus d'emplois, conditions et des lieux du travail) restent des éléments importants pour garantir l'employabilité.

- La connaissance du marché de l'emploi : le flux de partage continu des informations sur les plateformes formelles et informelles mais également la capacité de se vendre pour un emploi (Curriculum Vitae, Méthode de recherche d'emploi, networks, etc.).

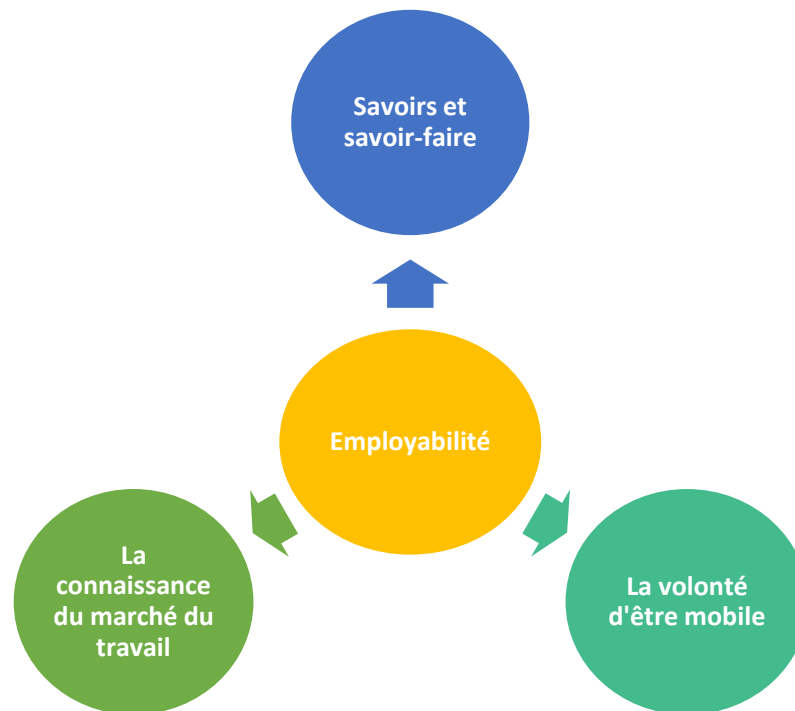


Figure 1-3: Les dimensions de l'employabilité

Les compétences seules restent insuffisantes pour garantir l'obtention de l'emploi, les auteurs mettent l'accent sur d'autres aspects de l'employabilité à savoir : la recherche d'emploi et la mise en valeur de ses compétences, l'utilisation d'un réseau de relations pour saisir les opportunités d'emplois et la mobilité ou d'autres dimensions comme celles évoquées par Van der Heijden et al. [95] comme l'expertise professionnelle, le sens des affaires, la flexibilité personnelle, l'anticipation et l'optimisation, et équilibre.

## 6. Conclusion :

L'employabilité dépend de plusieurs facteurs qui varient entre le choix du processus de recrutement, les types de diplômes, les domaines d'activités des entreprises et les compétences exigés par ces dernières. Les dimensions de l'employabilité varient entre le savoir et savoir-faire de l'individu, la prédisposition pour la mobilité, et la connaissance du marché de l'emploi. A travers ce chapitre nous avons mis en évidence le fait que ces différents facteurs et dimensions peuvent impacter positivement ou négativement l'employabilité de l'individu, ce qui nous incite à creuser les possibilités d'augmenter l'impact positif de ces facteurs et diminuer voir éliminer l'impact négatif sur l'employabilité. Dans les chapitres qui suivent nous explorons les possibilités qu'offrent les systèmes hypermédias adaptatifs éducatifs pour améliorer l'employabilité des individus dans un objectif de construire un modèle complet d'hypermédias adaptatif destinés aux chercheurs d'emploi.

# Chapitre 2 : Les systèmes d'apprentissage personnalisé

## 1. Introduction

Les systèmes d'apprentissage traditionnels fournissent le même contenu à tous les utilisateurs, cette approche limite les performances du système et ne peut être efficace et efficiente lorsqu'il s'agit d'une population diversifiée, le système "All things to All people" ne fonctionne pas.

L'apprentissage personnalisé est une nouvelle direction de recherche dans le domaine de l'apprentissage et de la modélisation de l'apprenant.

L'histoire d'apprentissage personnalisé est ancrée dans la psychologie cognitive, elle a commencé par le travail du comportementaliste B.F. Skinner dans les années 1950 [96], en passant par le mouvement de l'intelligence artificielle des années 1970 [97]. Aujourd'hui, les technologies qui étaient confinées aux laboratoires de recherche sont adoptées par les entreprises les plus innovantes et les services en ligne qui poussent les sites de consommateurs comme Amazon et Netflix à prendre en compte les préférences des visiteurs. L'apprentissage personnalisé a été utilisée, En tant que modalité d'apprentissage éprouvée, dans de nombreux environnements différents pour enseigner et s'entraîner plus efficacement.

Dans ce chapitre nous allons décrire de façon générale les systèmes hypermédias adaptatifs éducatifs qui représentent le cœur de recherche dans le domaine des systèmes d'apprentissage personnalisés. Pour ce faire, nous aborderons en premier lieu l'histoire des systèmes hypermédias et leur architecture, nous allons explorer par la suite les différents concepts d'adaptation et à la fin, nous traiterons l'application de ces systèmes au domaine de l'éducation l'apprentissage personnalisé, pour enfin présenter les particularités des systèmes hypermédias adaptatifs pour l'enseignement.

## 2. Histoire des systèmes hypermédias adaptatifs :

Avant d'aborder l'histoire des systèmes hypermédias, il sera intéressant de définir ce que c'est un hypermédia.

Un hypermédia, est une liste de nœuds de contenu interconnectés. Chacun des nœuds est une forme de média ( texte, vidéo, son ou un groupement de l'ensemble).

Les notions d'hypermédia et d'hypertexte ont été introduites la première fois par Nelson (1965). Le premier système hypermédia, Aspen Movie Map, a été créé en 1978 par Andrew Lipman dans l'objectif de permettre à ses utilisateurs de faire des tours virtuels dans la ville d'Aspen aux USA.

Depuis ces travaux, les hypermédiats se sont rapidement développés. La recherche scientifique a trouvé dans les hypermédiats un domaine particulier avec différents axes de recherche. Ils sont devenus une forme de présentation des documents sur le Web, de gestion de la connaissance, ou de recommandation. Pourtant, cette ressource importante d'informations a continué d'être mal exploitée. En effet, lors de la navigation, un utilisateur n'a pas un accès facile au bon document au bon moment. Ainsi il se perd facilement dans l'hyperespace, puisqu'en général, l'idée du «one size fits all» est appliquée, En effet, le même contenu est présenté à l'ensemble des utilisateurs, alors qu'ils n'ont pas tous les mêmes besoins, intérêts et connaissances. [98]

### **3. Les systèmes hypermédiats classiques**

Les systèmes hypermédiats classiques se différencient des systèmes hypertextes par leur contenu qui renferme, en plus des données textuelles, des médias divers tels que les images, les audios, les animations et les vidéos.

Peter Brusilowsky définit les systèmes d'hypermédiats adaptatifs : «Par systèmes d'hypermédiats adaptatifs, nous entendons tout système d'hypertexte ou d'hypermédia qui reflète certains aspects de l'utilisateur dans le modèle de l'utilisateur, et utilise ce modèle pour adapter à l'utilisateur différents aspects visibles du système.» [99]

Les systèmes hypermédiats adaptatifs sont devenus particulièrement populaires dès le début des années 1990, où ils étaient considérés comme des outils d'accès au contenu conditionnés par l'utilisateur.

Ces composantes multimédia et hypertextes apportent une dimension intéressante à l'enseignement en termes d'aspects visuels et ludiques, cette dimension a fait l'objet de plusieurs études qui ont essayé de démontrer l'intérêt de ces systèmes dans le domaine de l'éducation. Ainsi, Hoogeveen a traité les critères d'évaluation de la qualité d'un système

éducatif comme le niveau de multimédialité, le niveau d'interactivité homme-machine et le Niveau de congruence [100].

Toutefois, ces avantages peuvent entraîner une désorientation de l'apprenant due principalement à la facilité de son déplacement entre les objets d'apprentissage, ils peuvent également causer une surcharge cognitive qui se présente sous forme de nombre important d'informations déversées par le système qui est généralement à la redondance des données à travers les différentes formes de l'information [101]. Cette définition concerne les différents systèmes d'apprentissage, de vente en ligne, d'aide...etc.,

#### **4. Les systèmes hypermédias adaptatifs :**

Dans une optique de diminuer les aspects négatifs des systèmes hypermédias, les recherches se sont penché sur le développement des composantes adaptatives pour ces systèmes, ce qui a donné naissance aux systèmes hypermédias adaptatifs. L'objectif de ces recherches était d'adapter la présentation de la connaissance et d'aider l'apprenant à se diriger dans l'hyperespace. Ainsi, dans un hypermédia adaptatif, il est possible de modifier aussi bien le contenu des pages que les liens entre elles. Mais c'est surtout sur l'adaptation des liens que le plus grand nombre de techniques ont été développées [102]. Parmi ces techniques nous citons le guidage direct, l'ordonnancement, le masquage ou bien encore l'annotation des liens.

Le processus de mise en place de ces systèmes a été étudié dans le cadre d'une méthodologie, toujours utilisée de nos jours, qui décrivent sous forme de question les principaux aspects à prévoir pour concevoir un système hypermédia adaptatif :

- Quels sont les éléments auquel le système peut s'adapter ?
- Quels sont les aspects d'adaptation dans les hypermédias adaptatifs ?
- Quelles sont les méthodes à utiliser pour une meilleure adaptation ?

Afin de traiter ces questions, nous présenterons le cadre de référence pour la conception d'un système hypermédia adaptatif.

Il n'y a pas encore de consensus quant à l'architecture idéale des systèmes hypermédia adaptatifs, néanmoins, Il est admis qu'elle repose généralement sur trois modèles standards à savoir le modèle de domaine, le modèle de l'utilisateur, et le modèle d'adaptation [103].

Par ailleurs, dans le domaine objet de cette thèse qui est l'éducation, le modèle de l'utilisateur est intitulé le modèle de l'apprenant.

Dans ce travail, nous adoptons les nominations qui à notre avis sont les plus employées ou les plus standards dans les Systèmes Hypermédias Adaptatifs Educatifs (SHAE), à savoir : le modèle de l'apprenant, le modèle du domaine et le modèle d'adaptation.

## **5. Analyse des SHAEs existants**

Dans le cadre de notre étude de l'état de l'art des systèmes hypermédias adaptatifs éducatifs (SHAE) nous avons fait l'analyse d'une liste de systèmes objets de publication entre 2010 et 2018 dans les différentes databases en ligne (ACM Portal, google Scholar, PsycTESTS, ERIC, ProQuest, science direct, IEEE xplora, ...). Cette étude a porté sur les recherches principales suivantes : « système hypermédia adaptatif éducatif », « système d'apprentissage personnalisé », « e-learning adaptatif », « SHEA », « learner model ».

Dans cette partie nous nous intéressons aux systèmes qui renferment dans leur architecture les modèles principaux suivants : modèle de l'apprenant, du domaine et de l'adaptation.

Cette étude nous permettra de présenter les différents cas d'utilisation de ces modèles, dans un premier temps nous nous intéressons au modèle de l'apprenant et comment ces différents systèmes modélisent leur composante apprenant, ensuite nous présenterons les différentes modélisations du domaine à travers ces systèmes, et enfin nous ferons la comparaison des multiples techniques d'adaptation utilisées.

L'objectif principal est d'étudier en profondeur les approches, les méthodes et les techniques utilisées dans la mise en place de ces SHEAs afin de pouvoir choisir l'architecture la plus convenable pour la mise en place de notre SHAE destiné aux chercheurs d'emploi.

### **5.1. Le modèle de l'apprenant :**

Le modèle de l'apprenant représente la base de l'adaptation dans un SHAE, c'est le principal facteur qui forme les décisions pédagogiques, en effet, ce modèle permet de définir et d'identifier les besoins de chaque apprenant [104].

La modélisation de l'apprenant est un processus de collecte des informations pertinentes autour l'apprenant dans un objectif d'en déduire son état cognitif actuel, de les référencier de manière à être accessibles et utilisables par le système dans sa stratégie d'adaptation.

Selon Höök [105], dans un système hypermédia classique, le modèle utilisateur est la représentation explicite ou implicite de la connaissance d'un utilisateur, cette connaissance est utilisée par le système pour favoriser son interaction. Dans le domaine de l'éducation, le modèle

de l'utilisateur (ou apprenant) a évolué pour devenir de plus en plus pertinent, de telle manière à ce que lorsque l'apprenant réalise les objectifs d'un apprentissage par exemple, le système est amené à se réadapter aux connaissances acquises [106]. Le modèle de l'apprenant est une composante importante pour l'adaptation d'un SHAE, en effet, il facilite la personnalisation de la navigation utilisateur selon ses besoins, la présentation du matériel pédagogique selon son niveau de connaissances ou selon sa préférence personnelle, la planification de la suite de l'expérience d'apprentissage selon ses caractéristiques psychologiques et ses préférences, et la sélection des stratégies pédagogiques par rapport à son profil psychologique et ses objectifs ou encore l'adaptation des tests relativement à sa performance [107].

Dans l'objectif de construire un modèle de l'apprenant, nous commencerons par le choix des informations et des données qui doivent être collectées sur l'apprenant, cette dimension sera présentée en détail au niveau de la section relative aux données du modèle. Ensuite, nous détaillerons comment ces informations seront acquises et mises à jour à la section acquisition du modèle. Finalement, nous présenterons les approches utilisées dans la construction du modèle apprenant dans la section type du modèle.

### **Les données du modèle**

Selon Clavera [108], l'étape essentielle dans de la construction du modèle de l'apprenant repose sur la question principale : quelles sont les informations et les données à recueillir sur l'apprenant ?

Afin de rendre l'adaptation du SHAE plus efficace, le modèle de l'apprenant doit prendre en considération certaines caractéristiques qui dépendent ou pas du domaine. Les données indépendantes du domaine (DID) se caractérisent par leur statique comme les données génériques sur l'apprenant (courriel, âge, langue, diplômes,...etc.) et des données psychologiques tel que le style d'apprentissage et les capacités [109]. De manière générale, les données indépendantes du domaine peuvent déterminées avant le démarrage du processus d'apprentissage, généralement via des questionnaires, ces données restent inchangées tout au long de la phase d'apprentissage (le cas où l'apprenant modifie volontairement certaines de ses données est exclue). Les données dépendantes du domaine sont dynamiques et mises à jour par le système de manière automatique.

Ainsi, le défi principal lors de la conception de SHAE consiste à définir les données dépendantes du domaine, ces données peuvent être classifiées sous trois catégories :

- **l'état de l'apprenant par rapport au domaine**, qui regroupe les données relatives aux objectifs d'apprentissage de l'apprenant, ses intérêts et son plan de formation.
- **les connaissances de l'apprenant**, ce sont les connaissances acquises par l'apprenant, ses résultats d'évaluation ou ses idées fausses sur le domaine. Ces données seront mises à jour au fur et à mesure de son interaction avec le système ;
- **L'interaction entre le système et l'apprenant**, l'historique complet de la navigation de l'apprenant est enregistré, sa durée de connexion, ses capacités et les données relatives à son environnement d'apprentissage.

Généralement les données dépendantes du domaine sont mesurées au moyen de questionnaires et de tests que l'apprenant doit effectuer au cours de son processus d'apprentissage. En outre, d'autres données dépendantes au domaine peuvent être recueillies grâce à un suivi des actions de l'apprenant, ou à partir des premières données collectées.

Le nombre et le type de données utilisées dans le modèle de l'apprenant dépendent principalement des objectifs de chaque système d'apprentissage. Certaines sont pertinentes pour un type déterminé de modèle et restent limitées pour d'autres [110]. Par conséquent, pour chaque SHAE, il sera intéressant de définir quelles sont les données pertinentes à considérer sur l'utilisateur.

Pour résumer ces données ont été regroupées en cinq catégories à savoir : le profil générique de l'apprenant, le profil psychologique, l'état de l'apprenant par rapport au modèle de domaine, les connaissances acquises par l'apprenant et les interactions entre l'apprenant et le système. L'étude fait sortir pour ces cinq catégories de données les résultats suivants :

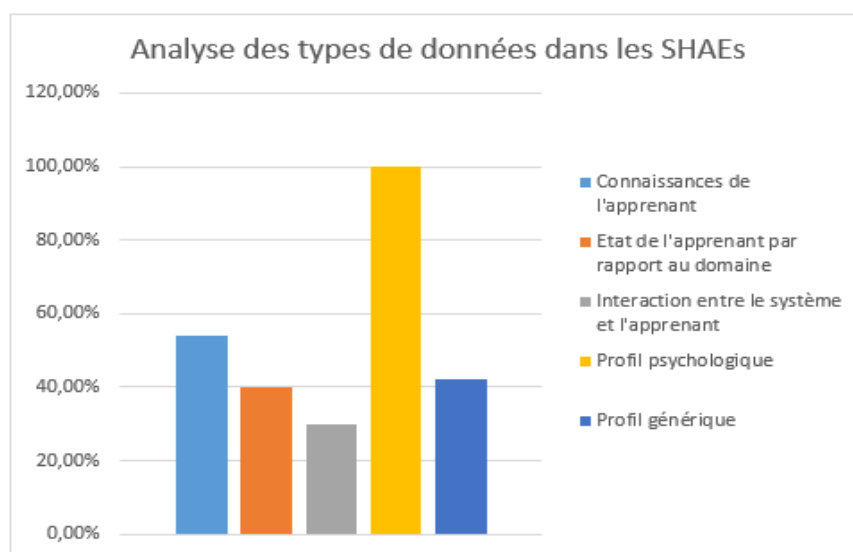


Figure 2-1: Analyse des types de données dans les SHAEs

Au niveau des données indépendantes, Nous retrouvons le profil psychologique à 100 % des cas. Il est présenté sous deux formes : les styles d'apprentissage et les traits de personnalité. En effet, les systèmes étudiés ont été choisis sur la base du critère du style d'apprentissage. Le profil générique a été utilisé par Les systèmes dans 42 % des cas, il s'agit généralement de données personnelles, des informations démographiques, la formation, et les connaissances acquises.

Pour ce qui est des données dépendantes du domaine, les connaissances de l'apprenant viennent en tête avec un taux qui s'élève à 55 %, en deuxième rang vient l'état de l'apprenant avec un pourcentage de 42 %.(Objectifs et intérêts de l'apprenant). A la fin, l'interaction entre le système et l'apprenant arrive avec 29 %.(description de la navigation et la durée de connexion au système..).

L'étude a également relevé l'utilisation de plusieurs types de données sous formes de combinaisons dans certains systèmes, ces combinaisons sont formés généralement par deux ou trois types :

Combinaison des types de données	Pourcentage
le profil psychologique + les connaissances + l'état de l'apprenant par rapport au domaine	20%
le profil psychologique + les connaissances + le profil générique	14%
le profil psychologique + le profil générique + l'interaction entre le système et l'apprenant	14%
le profil psychologique + les connaissances + l'interaction entre le système et l'apprenant	8%
le profil psychologique + l'état de l'apprenant par rapport au domaine + l'interaction entre le système et l'apprenant	2%

Tableau 2-1 : Combinaison de trois types de données

Combinaison des types de données	Pourcentage
le profil psychologique + les connaissances	12,00%
le profil psychologique + l'état de l'apprenant par rapport au domaine	12,00%
le profil psychologique + le profil générique	10,00%
le profil psychologique + l'interaction entre le système et l'apprenant	2,00%

Tableau 2-2: : Combinaison de deux types de données

Ces résultats montrent que la majorité des systèmes n'utilisent qu'un seul ou deux types de données, principalement le profil psychologique ou associé aux données de ses connaissances, à son profil générique ou à l'état de l'apprenant par rapport au domaine en question.

A noter que la normalisation des données du modèle de l'apprenant s'avère très rare, en effet, entre les SHAEs étudiés seul ADAPTAPLan [Baldiris et al. 2008,] qui a fait appel à la

norme IMS (LIP). A ce titre, nous n'empêchons pas de signaler l'importance de l'utilisation des standards, dans la favorisation de l'interopérabilité des éléments utilisées dans le modèle de l'apprenant.

L'intérêt des bons choix au niveau de la conception du modèle de l'apprenant est de permettre d'avoir le maximum de données relevant sur l'apprenant sans pour autant alourdir le SHAE en termes de questionnaires, cela permettra d'une part d'améliorer le niveau d'adaptation ainsi que la qualité de l'apprentissage, et d'autre part de ne pas démotiver l'utilisateur du système au risque de le perdre ou de le démotiver.

Il existe d'autres méthodes non explicites (méthode dites implicites) qui permettent de rassembler les données sur l'apprenant de manière fluide et sans lourdeur. L'étude a démontré que la majorité des collectes d'informations sont du type soit explicites soit mixtes.

D'autres aspect peuvent être aussi important comme l'aspect social ou l'impact des émotions, ces facteurs ne sont généralement pas pris en compte par les SHAEs actuels, une utilisation futur peut améliorer considérablement l'expérience d'apprentissage.

Les styles d'apprentissage font partie du modèle de l'apprenant, toutefois, vu leur importance dans notre conception du modèle SHAE, nous les traiterons dans un chapitre à part (cf. chapitre 3).

L'étude a également relevé que les différents SHAEs utilisent principalement trois modèles récurrents à savoir : le modèle d'overlay (16%), le modèle des stéréotypes (14%), et le modèle des TAA (22%)

Les systèmes basés sur le modèle TAA, et les modèles basés sur la prédiction permettent à travers de prédire le contenu le mieux adapté à l'apprenant. Le modèle overlay et celui basé sur les stéréotypes classent les connaissances d'un apprenant et le système effectue la correspondance entre le niveau de connaissances actuel et le contenu souhaité.

La modélisation du contenu fera l'objet d'une analyse lors de la prochaine section.

## **5.2.Le modèle de domaine**

Le modèle du domaine est un composant important dans les systèmes hypermédia adaptatifs éducatifs. En effet, Ce modèle permet de définir l'ensemble des contenus pédagogique structurés avec les différentes illustrations des connaissances par leur type, données, indexation, organisation, assemblés dans un domaine particulier,

Certains nomment ces fragments élémentaires de connaissances des ressources numériques, d'autres les appellent des objectifs d'apprentissage ou des objets pédagogiques, etc... Dans cette thèse nous optons pour la nomination la plus récente et la plus utilisée par les concepteurs de systèmes d'apprentissage en ligne est celle d'objets d'apprentissage (Learning Objects LOs).

L'indexation des objets d'apprentissage repose sur des normes et des standards de métadonnées éducatives comme LOM et SCORM que nous détaillerons par la suite. Ils sont regroupés sur la base d'activités pédagogiques pour constituer des parcours d'apprentissage personnalisés.

La section suivante présentera les objets d'apprentissage(LOs), leurs normes ainsi que les technologies associées comme les métadonnées, les ontologies et le sémantique web. Ces technologies émergentes constituent les catégories de modèle du domaine qui permettent de concevoir les SHAEs.

### **Les Objets d'apprentissage « Learning Objects LOs »**

Plusieurs travaux ont marqué le domaine des systèmes hypermédias adaptatifs éducatifs ce qui a permis de développer les différentes notions d'objets d'apprentissage, leurs descriptions via des métadonnées ainsi que les normes et standards associés.

L'IEEE Learning Technology Standard Committee LTSC définit un objet d'apprentissage comme une entité numérique ou non, qui peut être utilisée, réutilisée ou référencée dans une activité de formation assistée par ordinateur [111], McGreal a essayé de produire une définition pratique des objets d'apprentissage où ils peuvent être considérés comme toute ressource numérique réutilisable encapsulé dans une leçon ou un assemblage de leçons regroupées en unités, modules, cours et même des programmes. La leçon peut être définie comme une instruction, comprenant normalement un but ou un objectif d'apprentissage. [112] D'autres définitions ont été produites par des chercheurs comme le centre Wisconsin de ressources en ligne qui définit les objets d'apprentissage comme étant une nouvelle façon de penser le contenu d'apprentissage. Traditionnellement, le contenu se présente en plusieurs heures. Les objets d'apprentissage sont des unités d'apprentissage plus petites, allant généralement de 2 minutes à 15 minutes. [113]Ces différentes définitions ont relevés certaines caractéristiques particulières des LOs comme l'interopérabilité, la réutilisabilité, la modularité (capacité d'être associé à d'autres ressources), la durabilité, l'autonomie, l'utilisation digitale et l'accessibilité. Cette

dernière caractéristique dépend principalement des métadonnées qui décrivent l'objet et du data warehouse ou il est déposé.

### **Les métadonnées des objets d'apprentissage**

Les métadonnées (Metadata) d'un objet d'apprentissage (Learning Object) permettent de le décrire selon un format connu. Cette description concerne principalement le type du contenu, l'intitulé, le résumé, le créateur/auteur, la langue, la date de réalisation, l'ordonnancement, la niveau de difficulté, etc. [114] Les métadonnées sont déposées dans des entrepôts et sont associées aux objets qu'elles caractérisent. L'objectif principal est de permettre l'indexation des objets d'apprentissage et de les enregistrer dans des entrepôts pour pouvoir les extraire facilement et les réutiliser dans d'autres parcours d'apprentissage.

### **La standardisation**

La normalisation des objets d'apprentissage à travers les métadonnées a fait l'objet de plusieurs recherches vu l'intérêt que cela apporte en termes de réutilisabilité et accessibilité des ressources. Ainsi différentes normes ont été produites dont les plus connues sont les standards LOM, SCORM et IMS LD :

- LOM (Learning Object Metadata) est une norme lancée en 2002 par le l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) au niveau du comité LTSC (Learning Technology Standards Committee). Elle décrit la syntaxe et la sémantique des métadonnées des objets d'apprentissage selon une schématisation de données conceptuel. Les éléments de description des objets ont les catégories suivantes :

- La catégorie Générale, pour décrire les informations indépendantes du contexte d'utilisation (titre, langue, description, etc.) ;
- Le cycle de vie, qui décrit l'historique et l'état actuel de l'objet d'apprentissage ;
- La métadonnée, rassemble les données détaillant la fiche descriptive de la métadonnée elle-même ;
- Technique, pour les caractéristiques techniques d'un objet d'apprentissage (format, taille, localisation, etc.) ;
- Educationnelle, pour les caractéristiques pédagogiques (type de l'objet, contexte d'utilisation, etc.) ;
- les droits, qui spécifient les conditions d'utilisation d'un objet d'apprentissage (coûts, droits d'auteur, etc.) ;
- les relations, décrivent les relations entre les objets d'apprentissage ;

- Les annotations, pour des commentaires sur l'utilisation pédagogique d'un objet d'apprentissage ;
- La classification, précise la localisation d'un objet d'apprentissage dans un système de classification particulier.
- SCORM (Sharable Content Object Reference Model) [115] est un ensemble de normes techniques qui a été mis en place dans l'objectif de remédier au problème de l'exploitation des ressources dans les systèmes informatiques. Il complète la norme LOM avec un modèle d'agrégation qui repose sur trois niveaux d'abstraction :
- Un asset (ressource numérique élémentaire) qui constitue la base élémentaire. Il peut s'agir d'un document (image, son, page Web) ou d'un ensemble d'informations pouvant être délivrées vers un client Web (document Flash, code Javascript, applet Java, etc.).
- Un objet de contenu partageable (Sharable Content Object 'SCO') est un groupe cohérent de ressources numériques élémentaires. Il représente le plus bas niveau de granularité pouvant faire l'objet d'un suivi.
- Un agrégat de contenu (Content Aggregation 'CA') est un groupe de ressources pédagogiques structurées de façon cohérente au sein d'une entité de plus haut niveau, telle qu'un cours, un chapitre, un module, etc.

Pour chaque niveau, SCORM définit un sous ensemble de métadonnées issues du LOM.

IMS-LD (Instructional Management Systems learning Design) [116] est un standard de modélisation d'unités d'apprentissage qui traite les activités relatives aux objets d'apprentissage avec un objectif pédagogique associé à un rôle. Chaque rôle réalise un nombre d'activités pour terminer le processus d'apprentissage. ces rôles doivent être synchronisés à la fin de chaque acte avant de passer à l'acte qui suit. Dans IMS-LD, les activités caractérisées par des objectifs et des prérequis possèdent une structure spécifique, elles utilisent des ressources et réalisent des résultats. Ces résultats sont réinjectables dans d'autres activités. Le modèle IMS-LD permet de décrire le déroulement d'une unité d'apprentissage, il utilise le standard LOM pour les métadonnées relatives aux ressources et considère les objets d'apprentissage comme une partie des environnements d'apprentissages.

### **Les entrepôts des objets d'apprentissages**

Les objets d'apprentissage sont sauvegardés dans des bases de données qui s'appellent entrepôts des objets d'apprentissage. Leur nombre dépasse les 50 entrepôts francophones et anglophones selon [117]. Généralement ces dépôts renferment les objets d'apprentissage et leurs métadonnées, dans ce cas, ils sont dits centralisés. Dans d'autres cas ils contiennent

uniquement des métadonnées qui font référence aux objets d'apprentissage logés dans d'autres entrepôts interconnectés, ils sont dit distribués. Il existe deux catégories principales de ces dépôts d'objets d'apprentissage, la première qui concerne les dépôts spécialisés dans un seul domaine, la deuxième concerne les dépôts qui ont des ressources multidisciplinaires. En voici quelques exemples:

<b>Entrepôts</b>	<b>Description</b>
<b>Encyclopédie sonore</b>	Près de 7 000 enregistrements de cours et autres documents de classe universitaire dans plus de 300 domaines. Des milliers de ressources à intégrer pour enrichir des cours en ligne. Gratuit. Archive - ne semble plus alimenté.
<b>RESPEL</b>	RESsources PEdagogiques en Ligne Répertoire belge très diversifié comportant près de 3 000 ressources pédagogiques, de la maternelle à l'université.
<b>American Memory Historical Collections</b>	Un portail de matériaux de l'histoire et de la culture américaine. Plus de 7 millions de fichiers digitaux ! Une somme, gérée par la Librairie du Congrès.
<b>Edna</b>	Le dépôt éducatif en Australie 230 000 objets, 18 000 ressources évaluées

Tableau 2-3: exemples d'Entrepôts des objets d'apprentissages

## Le web sémantique

Le Web sémantique est une manière de définir ou de publier des données sur le Web de telle sorte que les ordinateurs puissent aussi les comprendre et les traiter d'une manière significative. Tim Berners-Lee [118] fondateur du concept, définit le web sémantique comme étant une extension du Web qui vise à enrichir les ressources disponibles sur le toile, avec des descriptions sémantiques de leur contenu avec comme but de les rendre exploitables par des programmes informatiques. De cette définition, on peut dire que le web sémantique à la différence du web traditionnel, permet aux machines de rechercher et d'identifier des OPs en utilisant des données formalisées spécifiant la sémantique de ces OPs. Ainsi, le web sémantique permet de répondre aux problématiques liées à l'identification sémantique des OPs, les relations qui les lient entre eux, etc.

Le Web sémantique a donné un bon souffle au domaine de l'éducation. Ce qui a fait naître un nouveau volet appelé le Web sémantique éducatif. Ce volet offre une nouvelle couche sémantique pour les ressources d'apprentissage qui permet de faciliter leurs collecte et réutilisations.

Le Web sémantique facilite les calculs et les raisonnements des machines sur ces données en offrant des garanties sur leur validité à l'aide de la technique de formalisation des connaissances.

Le World Wide Web Consortium (W3C) a mis en place plusieurs langages qui sont basés sur des spécifications de balisage XML.

- Le RDF est le un langage qui permet de représenter les connaissances sur le Web afin de pouvoir les classer et les manipuler.
- RDFS décrit les hiérarchies des concepts et des relations entre concepts.
- Le langage OWL, quant à lui permet une plus grande capacité d'interprétation du contenu Web et de raisonnement que RDF et RDFS. Ceci est dû essentiellement au vocabulaire qui est plus large et à la vraie sémantique formelle (W3C, 2004).

### **Les ontologies**

Le terme « ontologie » s'est imposé dans le domaine de l'intelligence artificielle, grâce à son rôle dans la représentation des concepts dans un domaine, ainsi que des relations entre ces concepts. Gruber le définit par « une représentation formelle, explicite, référençable et consensuelle de l'ensemble des concepts partagés d'un domaine en termes de classes d'appartenance et de propriétés caractéristiques» [119]. Alors que Brost [120] a considéré l'ontologie comme étant une spécification formelle d'une conceptualisation partagée d'un domaine de connaissance.

L'utilité des ontologies ne réside pas simplement dans le fait que celles-ci permettent de représenter les concepts d'un domaine par des objets et des relations, mais elles permettent d'organiser ces concepts et ces relations de façon hiérarchique tout en rajoutant des règles qui les gèrent. Les ontologies permettent également de jouer le rôle intelligent entre les données, leur sémantique, et leur compréhension par les programmes, les agents logiciels ou les machines. Les ontologies représentent la technologie fondamentale pour le Web sémantique et la gestion des connaissances formalisées.

### **Analyse des modèles du domaine**

Au niveau de la modélisation du domaine, les différents systèmes hypermédias utilisent principalement les technologies associées aux objets d'apprentissage, à savoir le Web sémantique, les métadonnées et les ontologies du Web.

Les systèmes basés sur le Web sémantique représentent 30 % de l'échantillon des SHAEs, en second position viennent les métadonnées d'objets d'apprentissage qui sont utilisées dans 27

% des modèles et les ontologies avec 19 %. Ce qui fait un pourcentage total de 76 % des systèmes sont basés sur la théorie des objets d'apprentissage. Le reste des SHAEs de notre étude se répartie entre des systèmes dont le modèle du domaine se base sur les techniques d'apprentissage automatiques (TAA) (10 % des systèmes), et des systèmes qui reposent sur différents types rassemblés manuellement (14 %).

Les TAAs concernent principalement les réseaux de neurones et les machines à vecteurs de support qui sont utilisés dans deux systèmes chacun, ainsi que les algorithmes génétiques qui constituent une technique de recherche et d'optimisation basée sur les principes de la génétique et de la sélection naturelle [121]. le reste concerne les systèmes qui repose sur divers types comme à titre d'exemple le système AEHS-TLS [122] où le modèle de domaine est composé de 12 types d'activités selon les styles d'apprentissage ou le système Lee [123] qui est un système d'apprentissage des mathématiques basé sur une structure hypertexte et fournit divers chemins d'instruction.

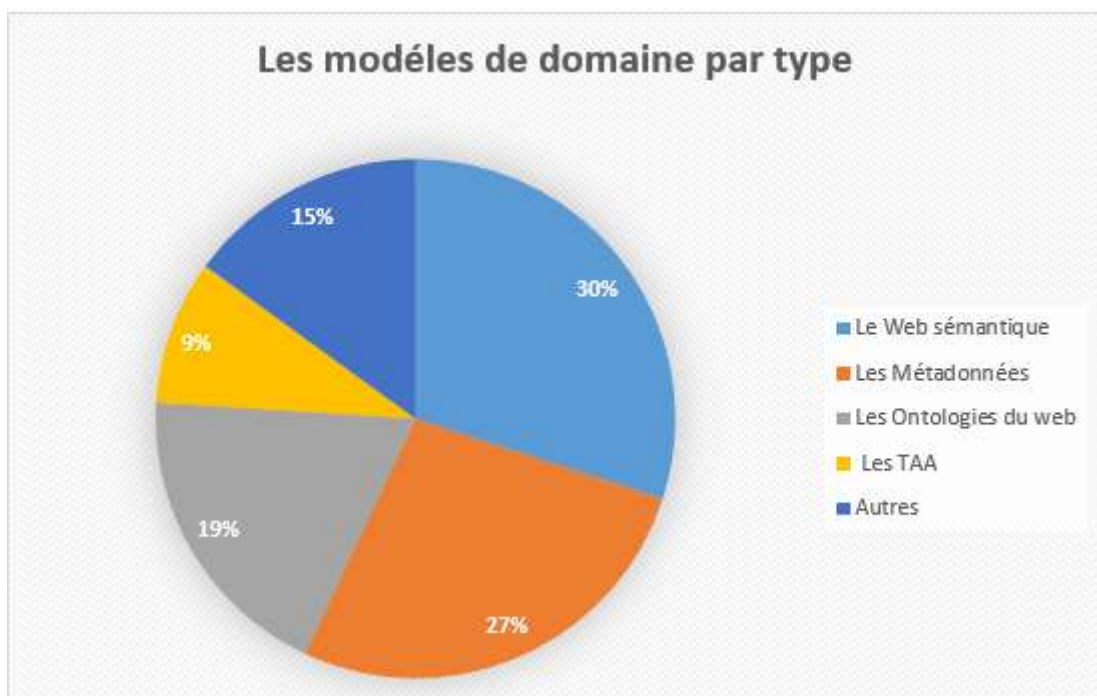


Figure 2-2: les modèles de domaine par type

En plus, 27 % des SHAEs, sujet de cette étude, se sont reposés sur les normes des objets d'apprentissage, sur ces systèmes, Cinq ont utilisé le standard LOM, quatre ont fait appel au standard SCORM, Et trois ont opté pour celui de IMS-MD [124] . Cela confirme la dominance

des technologies relatives aux objets d'apprentissage. Ces formes de domaines sont connues pour leur facilité dans la gestion et le stockage. Ce qui représente un mécanisme fort pour la modélisation du domaine. L'indexation des objets d'apprentissage et à l'identification des relations entre eux, quant à elles permettent de mettre à la disposition le contenu le mieux adapté au profil apprenant. L'usage des ontologies et du Web sémantique facilite le repérage des objets d'apprentissage, la fiabilité et l'automatisation de l'extraction du contenu adapté, la réutilisation et le partage des objets d'apprentissage et l'accès aux domaines de connaissances plus large.

De même, Sjoer et Dopper ont appuyé l'apport des métadonnées des objets d'apprentissage dans la structuration des SHAEs.

Les technologies du Web sémantique permettent de formaliser et partager les connaissances, ce qui argumente l'intérêt de les combiner aux ontologies, pour annoter sémantiquement les différents types de ressources. [125] Plusieurs SHAEs se sont intéressés à l'utilisation des technologies du Web sémantique associées aux ontologies. Nous donnons l'exemple de Vesin et al. Qui ont mis en place un système Protus, pour appuyer l'apprentissage de la programmation dans de multiples contextes impliquant l'utilisation de l'ontologie au niveau du domaine, du modèle apprenant et des tâches. A noter que la plupart des systèmes basés sur les ontologies, les combinent soit avec le Web sémantique soit avec les métadonnées

L'importance d'utiliser des ontologies doit être accompagnée par une vision globale afin de pouvoir transférer leur contenu à d'autres systèmes qui incluent des connaissances similaires.

Pour conclure, les technologies relatives aux objets d'apprentissage offrent des avantages significatifs dans la modélisation du domaine des SHAEs. Elles restent critiquées principalement pour leur lourdeur et leur difficulté lors de mise en place. D'une part, les langages utilisés pour le Web sémantique sont très pointus, vu qu'ils sont tous des dérivés du langage XML, ce qui les rend moins pratique. Et d'autre part, la production d'ontologies est souvent très problématique. En effet, il est difficile d'accéder aux connaissances et aux théories qui organisent ces connaissances, souvent abstraites. Cela nécessite le recours aux experts dans le domaine capables de confirmer, de révoquer ou de suggérer des concepts importants pour la structuration de leur domaine. Sans cette maîtrise, la création d'ontologie reste difficile. De plus, les apprenants peuvent atteindre des niveaux élevés d'acquisition et d'apprentissage grâce à l'apprentissage collaboratif qui n'est pas toujours pris en compte par tous les SHAEs basés sur les objets d'apprentissage.

### **5.3. Le modèle d'adaptation :**

L'adaptation dans les systèmes hypermédias obéit à différentes règles comme la condition-action ou l'évènement-condition-action ou encore des règles de logique de premier ordre [126]. Pour mettre en place ces règles, certains travaux ont utilisé des langages d'écriture comme LAG [127] ou GAL [128] qui représente des concepts qui permettent la description de certaines techniques d'adaptation. La mise en place de la logique d'adaptation reste toutefois l'affaire des concepteurs du système. Nous présenterons par la suite les différentes méthodes et techniques d'adaptation qu'utilisent les différents systèmes hypermédias adaptatifs.

Les chercheurs se sont intéressés à ce qu'on appelle les niveaux d'adaptation comme Brusilovsky [129] qui a défini deux niveaux d'adaptation pour les systèmes hypermédias à savoir, l'adaptation du contenu de leurs pages et les liens à partir de ces pages. Ces éléments d'adaptation correspondaient à la structure initiale des SHAEs constitués de nœuds et de liens. Par la suite, Knutov et al. [130] ont rajouté un 3ième niveau qui est l'adaptation de la couche présentation. Cela se fait principalement par l'adaptation de la mise en page de l'interface de l'apprenant.

Plusieurs méthodes et techniques ont été adoptées par les SHAEs au niveau des différents niveaux d'adaptation. Ces méthodes représentent la façon d'envisager le processus d'adaptation et les techniques correspondant aux moyens mis en œuvre, ils sont caractérisés généralement par une approche ou un algorithme spécifique. En d'autres termes, ces méthodes sont l'abstraction des techniques adaptatives. Une méthode peut être implémentée grâce à différentes techniques, et inversement, une technique peut être utilisée pour mettre en œuvre plusieurs méthodes utilisant la même représentation de connaissances. Dans ce qui suit nous allons faire la différence entre les différentes méthodes et les techniques utilisées dans les SHAEs pour chaque niveau d'adaptation. Nous nous intéressons dans un premier temps à l'adaptation du contenu et ensuite la navigation relative aux principes exposés par [129] pour enchaîner à la fin avec l'adaptation de la présentation.

#### **L'Adaptation du contenu**

L'adaptation du contenu vise principalement d'ajuster le contenu des pages du système hypermédia par rapport aux intérêts, aux spécificités, et des objectifs de l'apprenant [131]. Cela se traduit par le fait que les apprenants qui ont des profils différents, visualiseront des contenus différents lorsqu'ils accèdent à la même page, et ce grâce à des techniques et méthodes que nous allons présenter dans les sections qui suivent.

## **Méthodes d'adaptation du contenu**

Les méthodes d'adaptation du contenu se basent principalement sur l'ajout, la suppression ou la comparaison d'explications ou bien le remplacement par des variantes d'explications ainsi que le tri d'informations :

- Les explications supplémentaires : cette approche permet de rendre invisible à un apprenant certaines informations d'un concept particulier qui ne conviennent pas à son niveau de connaissance.

- Les explications prérequis et comparatives : cette approche se base sur l'idée d'exposer d'abord tous les prérequis avant de passer à l'explication du concept, Ces concepts sont considérés chez l'apprenant comme non suffisamment connus et mais qui restent nécessaires à l'apprentissage du concept cible. Les explications comparatives, se basent sur les liens de similarité entre les différents concepts. Lorsqu'un concept est similaire au concept présenté, et considéré comme connu par l'utilisateur, le système établira alors une explication comparative qui fera apparaître les similarités et les différences entre le concept actuel et le concept lié.

- Les explications variées : grâce auxquelles le système enregistre différentes variantes pour quelques parties du contenu de la page hypermédia et affiche à l'utilisateur la variante qui correspond le mieux à son profil.

- Le tri d'informations : il consiste à trier les fragments d'information et placer ceux qui sont plus adaptés au profil et aux connaissances de l'utilisateur en premier.

## **Les techniques d'adaptation du contenu**

Ces techniques peuvent être considérées comme des moyens et outils d'exécution des méthodes décrites ci-dessus. En général, Elles sont appliquée sur les données de type texte mais peuvent être généralisées aux contenus de type multimédias :

- Insertion/suppression des fragments : cette technique permet de proposer des fragments d'informations supplémentaires ou d'en cacher d'autres. Grâce au modèle apprenant et ses relations aux données du domaine, le système décide quels fragments d'informations devraient être présentés à l'apprenant et lesquels devraient être cachés.
- Modification/filtrage des fragments : le système filtre les fragments d'informations afin d'éliminer ceux qui ne sont pas importants et modifie leur emplacement selon les préférences de l'utilisateur.

- Pages variées : cette technique consiste simplement à créer plusieurs versions de pages avec des contenus adaptés à chaque niveau d'utilisateur. Ainsi au moment de l'affichage, la page que visualisera un utilisateur débutant par exemple sera différente de celle que visualisera un utilisateur dont le niveau est plus avancé.
- Approche basée sur les schémas (*frame based technique*) : cette technique consiste à présenter les concepts sous forme de structures de schémas. Chaque schéma contient plusieurs variantes du même concept, ainsi une base de règles est nécessaire pour déterminer les éléments du schéma qui doivent être classés, affichés ou cachés pour un utilisateur donné.

Ces méthodes peuvent être implémentées par différentes techniques, Les liens entre ces différentes méthodes et techniques d'implémentation peuvent être représentées sous le schéma suivant (figure suivante) :

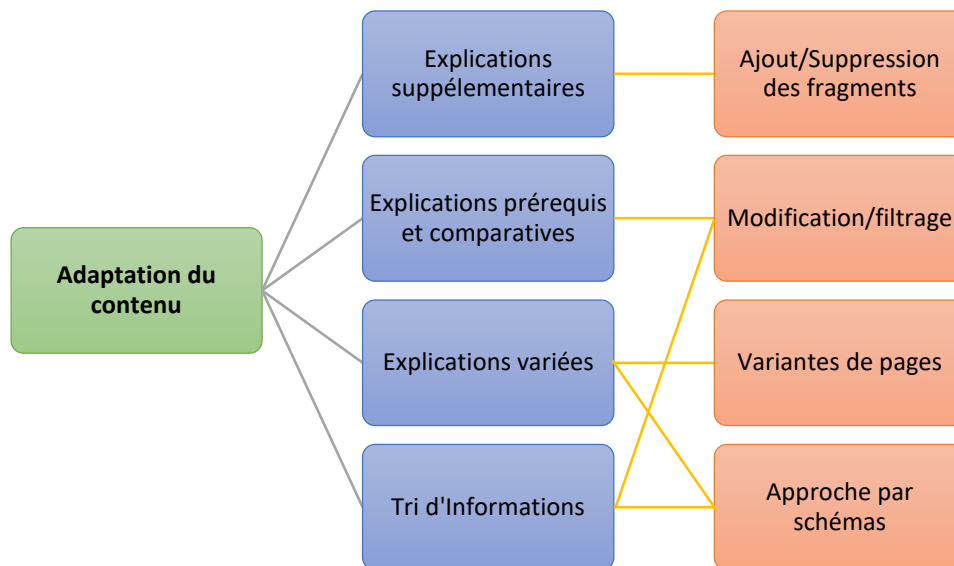


Figure 2-3 : méthodes et techniques d'implémentation

### Adaptation de la navigation

L'adaptation de la navigation vise à guider les apprenants dans le choix des liens hypermédias, de façon à ce que la présentation des liens soit adaptée aux caractéristiques et buts de chaque utilisateur. L'adaptation de la navigation s'applique aux liens contextuels qu'on retrouve dans les documents comme des liens hypertextes ainsi que les liens non-contextuels qui prennent la forme de boutons, de menus ou d'index ou également de cartes de sites [132]. La section qui suit présente en détail les méthodes et techniques qui servent à adapter la navigation dans les systèmes hypermédias adaptatifs éducatifs.

## **Méthodes d'adaptation de la navigation**

Les méthodes d'adaptation de navigation consistent majoritairement à orienter l'utilisateur, de manière globale ou locale, et lui donner une vue personnalisée des liens adaptés à son apprentissage afin qu'il ne se perde pas dans l'hypermédia. Ces méthodes peuvent être listées comme suit:

- Le guidage global a pour objectif de soutenir l'utilisateur afin de trouver le plus court chemin vers l'objectif global de l'apprentissage désiré avec le moindre effort.
- Le but du guidage local est de faciliter la navigation des utilisateurs d'une page à l'autre, en suggérant les liens les plus pertinents à suivre depuis la page courante.
- Le support d'orientation globale aide l'utilisateur à comprendre la structure de tout l'hypermédia et sa position à l'intérieur. Les méthodes envisagées sont les points de repère visibles, les cartes globales, l'annotation des liens ou encore les visites guidées, etc.
- Le support d'orientation local vise à aider l'utilisateur à comprendre les différentes possibilités de navigation à partir de sa position actuelle. L'orientation se fait de deux manières différentes, soit en utilisant l'annotation des liens, soit en limitant l'accès aux liens non pertinents afin de réduire la surcharge cognitive.
- La gestion des vues personnalisées est un moyen personnalisé de réduire l'accès quotidien d'un utilisateur à l'hypermédia. Une vue est en fait une organisation des liens pertinents qui répondent aux besoins quotidiens d'un apprenant.

La mise en œuvre des méthodes décrites ci-dessus repose sur plusieurs techniques que nous citerons ci-dessous.

## **Les Techniques d'adaptation de la navigation**

L'objectif des techniques d'adaptation de la navigation est d'aider l'utilisateur à se repérer dans l'hypermédia ou à l'obliger à utiliser certains liens plutôt que d'autres. Différentes techniques ont été développées au fil des années, entre autres, le guidage direct, l'ordonnement des liens, le masquage des liens, l'annotation des liens ou encore les cartes adaptatives.

- Le guidage direct est une technique basée sur l'ajout d'un lien hypertexte, nommé «suivant» ou «prochain», dirigeant l'utilisateur vers la «meilleure» page pour lui. Cette page est choisie par le système en fonction des objectifs et/ou compétences de l'utilisateur. En fait, pour

être réellement efficace, cette technique est souvent utilisée conjointement avec au moins une des autres techniques qui suivent.

- L'ordonnancement des liens est, comme son nom l'indique, une technique qui propose d'afficher les liens hypertextes suivant un ordre définissant l'intérêt ou l'importance des pages cibles. Cette technique ne peut pas être utilisée dans tous les cas.
- Le masquage des liens consiste à supprimer les liens hypertextes dont les pages cibles sont soit en inadéquation avec le modèle de l'utilisateur, soit en inadéquation avec les objectifs de l'utilisateur. Elle s'applique de plus sur tous les types de liens, contextuels ou non, avec des activateurs très divers : texte, bouton, icône, image, etc.
- L'annotation des liens part du principe que l'utilisateur doit savoir où il va avant d'activer un lien. Il faut donc adjoindre à chaque lien des explications sur la page cible ou alors définir une syntaxe ou un codage particulier (par exemple telle icône pour dire que c'est une aide, telle couleur pour dire qu'il s'agit d'un exemple, etc.).
- Les cartes adaptatives permettent de présenter à l'utilisateur, l'organisation de l'hypermédia, à l'aide de liens, soit sous forme textuelle ou bien sous forme graphique. La figure 9 résume les méthodes et les techniques d'adaptation de la navigation et les liens qui les régissent.

L'objectif des techniques d'adaptation à la navigation est d'aider l'utilisateur à se repérer dans l'hypermédia ou de le forcer à utiliser certains liens plutôt que d'autres. Différentes techniques ont été développées au fil des années, entre autres, le guidage direct, l'ordonnancement des liens, le masquage des liens, l'annotation des liens et les cartes adaptatives.

- - Le guidage direct est une technique basée sur l'ajout d'un lien hypertexte, appelé "suivant" ou "suivant", dirigeant l'utilisateur vers la "meilleure" page pour lui. Cette page est choisie par le système en fonction des objectifs et / ou des compétences de l'utilisateur. En fait, pour être vraiment efficace, cette technique est souvent utilisée en conjonction avec au moins une des autres techniques qui suivent.
- - L'ordonnancement des liens est, comme son nom l'indique, une technique qui propose d'afficher des liens hypertextes selon un ordre définissant l'intérêt ou l'importance des pages cibles. Cette technique ne peut pas être utilisée dans tous les cas.
- - Le masquage des liens consiste à éliminer les liens hypertextes dont les pages cibles sont soit inadaptées au modèle de l'utilisateur, soit incompatibles avec les objectifs de

l'utilisateur. Il peut également s'appliquer à tous types de liens, contextuels ou non, avec des activateurs très divers : texte, bouton, icône, image, etc.

- - L'annotation des liens part du principe que l'utilisateur doit savoir où il va avant d'activer un lien. Il est donc nécessaire d'ajouter à chaque lien des explications sur la page cible ou de définir une syntaxe ou un codage particulier (par exemple telle icône pour dire que c'est une aide, telle couleur pour dire que c'est un exemple, etc.).
- - Les cartes adaptatives vous permettent de présenter à l'utilisateur, l'organisation de l'hypermédia, à l'aide de liens, sous forme textuelle ou graphique.

La figure suivante résume les méthodes et techniques d'adaptation de la navigation et les liens qui les régissent.

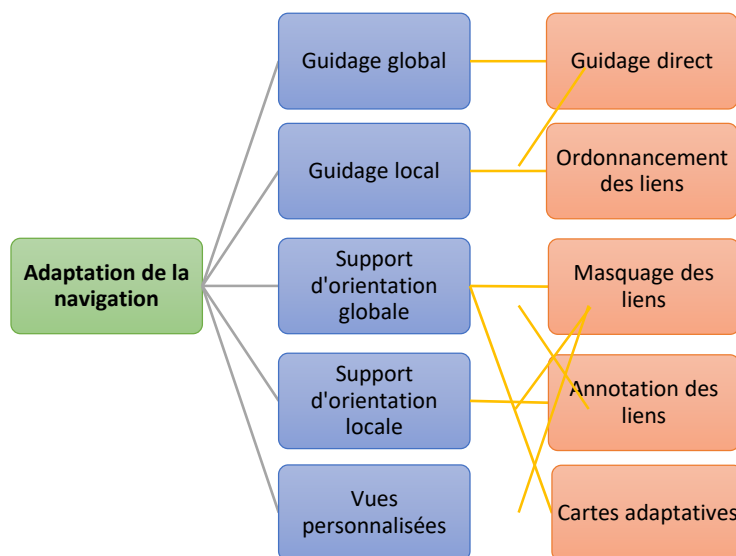


Figure 2-4 : les méthodes et techniques d'adaptation de la navigation

### Adaptation de la présentation

L'adaptation de la présentation, comme elle a été considérée séparément du contenu par [133] concerne l'ajustement de la présentation visuelle aux préférences de l'apprenant. Elle s'applique à la mise en page du document à présenter, à ses caractéristiques graphiques, son organisation ou même sa langue d'affichage, que ce soit un document texte ou multimédia. L'adaptation de la présentation peut se produire en même temps que l'adaptation du contenu ou de la navigation. Quelques techniques d'adaptation de la présentation joignent en quelque sorte celles de l'adaptation du contenu.

## **Méthodes d'adaptation de la présentation**

Les méthodes d'adaptation de la présentation se divisent entre méthodes d'adaptation des composants multimédias et méthodes d'adaptation de la disposition ou de la mise en page comme suit :

- Altération de médias : permettant de modifier l'information délivrée par un média sans changer de support, par exemple : changer une vidéo par un résumé vidéo, réduire la taille d'une image ou d'un texte, etc.
- Substitution de médias : consistant à remplacer le support média d'une information donnée par un autre ;
- Organisation du document : comprenant l'organisation spatiale ou temporelle d'un document, que ce soit pour la taille du texte ou image, la couleur, l'ordre des fragments de contenu et leur ordonnancement temporel ou encore l'orientation du texte, etc. ;
- Adaptation de la langue : qui a comme finalité d'adapter le texte à la langue préférée de l'apprenant, cela peut dépendre aussi du contexte.

## **Techniques d'adaptation de la présentation**

Les techniques d'adaptation de la présentation, comme le montre la figure 10, comprennent deux techniques d'adaptation du contenu à savoir la sélection/modification de fragments et les pages variantes en plus des trois techniques suivantes :

- Zoom/ mise à l'échelle : sert à agrandir ou rétrécir la taille d'un texte ou d'une image ou à afficher juste le résumé d'un fragment d'informations ;
- Mise en forme : comprend les techniques de partitionnement d'un texte, de réarrangement et de montage ;
- Extensibilité : permet d'élargir des fragments de texte ou les rétrécir. L'apprenant peut alors décider lequel des espaces seront étendu et lequel il voudrait rétrécir.

## **Adaptation de la présentation**

L'adaptation de la présentation, telle qu'elle a été considérée indépendamment du contenu, concerne l'adaptation de la présentation visuelle aux préférences de l'apprenant. Elle s'applique à la mise en page du document à présenter, à ses caractéristiques graphiques, à son organisation ou encore à sa langue d'affichage, qu'il s'agisse d'un document texte ou multimédia. L'adaptation de la présentation peut se produire en même temps que l'adaptation du contenu ou de la navigation. Certaines techniques d'adaptation de présentation combinent en quelque sorte des techniques d'adaptation de contenu [134]

## **Méthodes d'adaptation de la présentation**

Les méthodes d'adaptation à la présentation sont réparties entre les méthodes d'adaptation des composants multimédias et les méthodes d'adaptation de la mise en page comme suit :

- Altération des média : cette méthode permet de modifier les informations délivrées par un média sans changer de support [135], par exemple : changer une vidéo par un résumé vidéo, réduire la taille d'une image ou d'un texte, etc.
- La Substitution médiatique qui consiste à remplacer le support médiatique d'une information donnée par une autre ;
- L'Organisation du document qui compris l'organisation spatiale ou temporelle d'un document, que ce soit la taille du texte ou de l'image, la couleur, l'ordre des fragments du contenu et leur ordre temporel ou encore l'orientation du texte, etc. ;
- L'Adaptation linguistique est une méthode qui vise à adapter le texte à la langue préférée de l'apprenant, cela peut également dépendre du contexte.
- Techniques d'adaptation à la présentation
- Les techniques d'adaptation à la présentation, comme le montre la figure suivante, comprennent deux techniques d'adaptation de contenu, à savoir la sélection / modification de fragments et les pages variés en plus des trois techniques suivantes :
  - Zoom / échelle : permet d'agrandir ou de réduire la taille d'un texte ou d'une image ou d'afficher uniquement le résumé d'un fragment d'informations ;
  - Formatage : comprend des techniques de partitionnement d'un texte, de réarrangement et d'édition ;
  - Extensibilité : permet d'agrandir ou de réduire les fragments de texte. L'apprenant peut alors décider lequel des espaces seront agrandi et lequel il souhaite réduire.

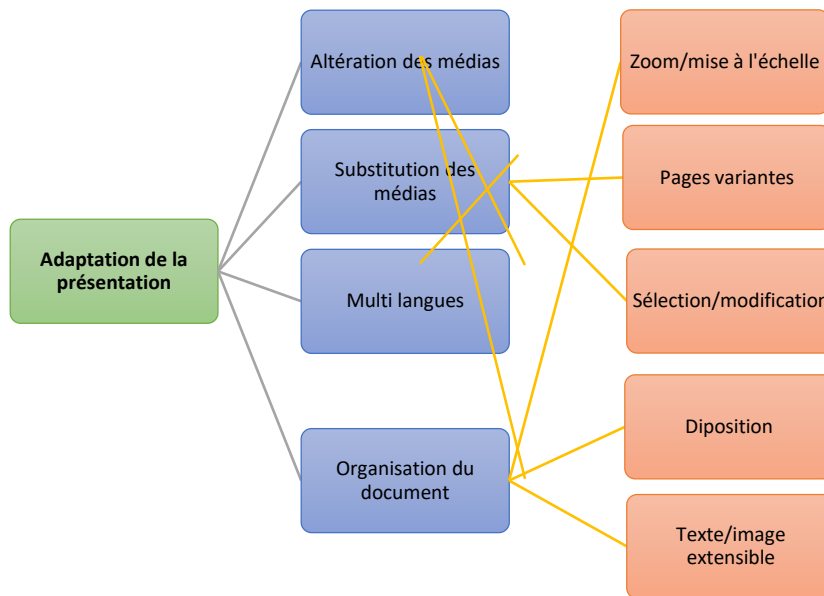


Figure 2-5: Méthodes et techniques d'adaptation de la présentation

Nous pouvons rassembler toutes les techniques d'adaptation au niveau du schéma suivant :

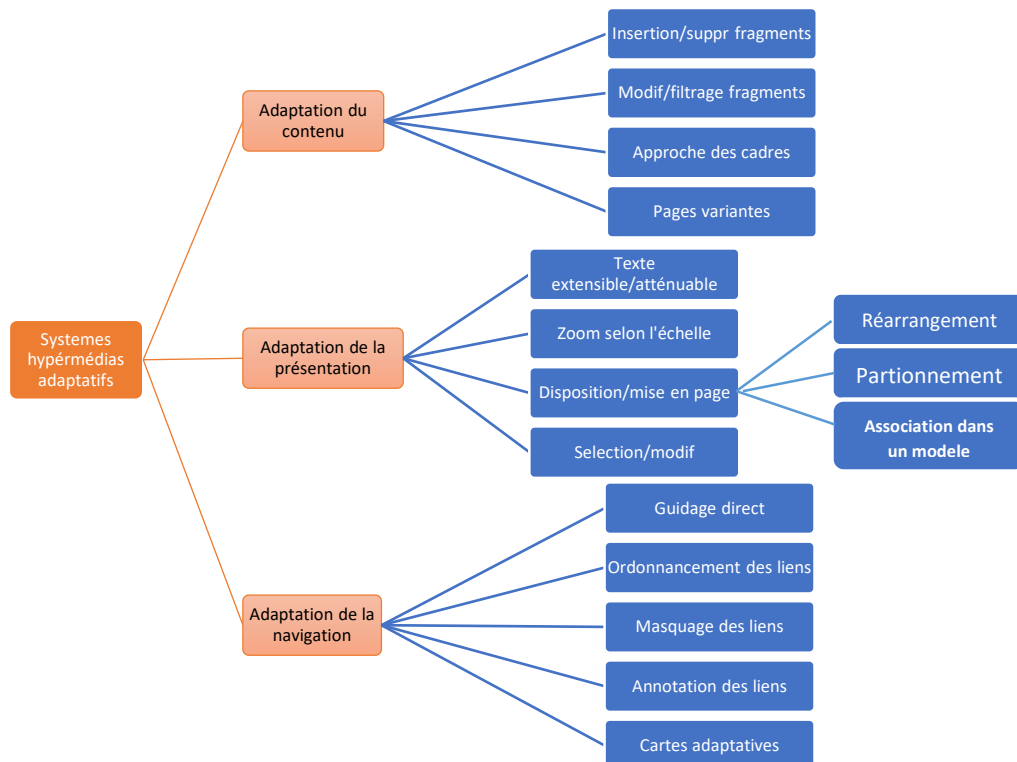


Figure 2-6 : les techniques d'adaptation

### Analyse des méthodes et techniques d'adaptation utilisées

Les SHAEs reposent principalement sur des mécanismes qui permettent de faire le lien entre les connaissances acquises sur les apprenants et le modèle du domaine afin de générer des parcours et d contenus éducatif adapté.

Les méthodes et techniques d'adaptation diffèrent, mais affectent généralement soit le contenu, la présentation du contenu ou la navigation, soit une combinaison de deux ou trois de ces aspects comme le représente la figure suivante :

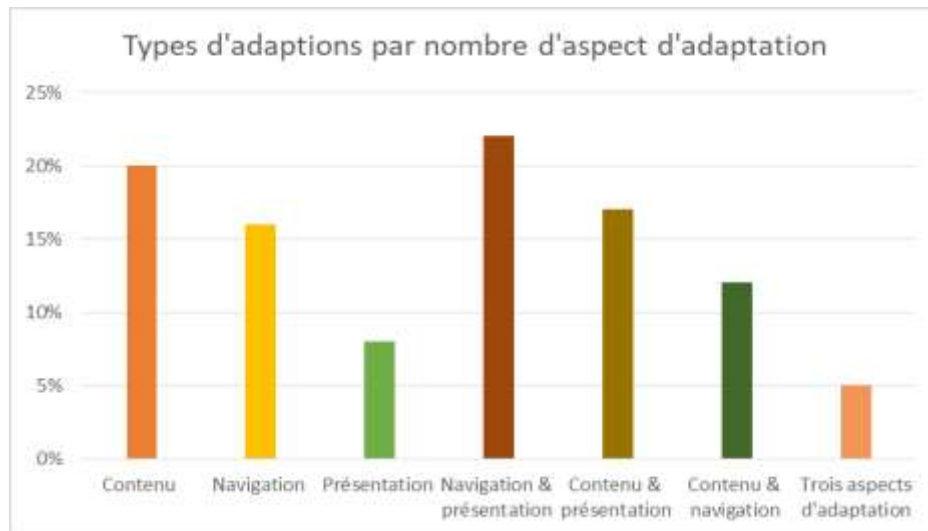


Figure 2-7 : Types d'adaptation adoptés par les SHAEs étudiés

L'étude montre que 44 % des SHAEs utilisent un seul aspect d'adaptation (adaptation du contenu : 20 %, adaptation de la navigation : 16% et 8% pour l'adaptation à la présentation), et 51 % des systèmes combinent deux aspects lors de leur adaptation (22 % : la navigation et la présentation, 16 % : le contenu et la présentation, et 12 % :le contenu et la navigation). Alors qu'environ 5 % optent pour les trois aspects en même temps.

En termes d'adaptation du contenu, les SHAEs utilisent généralement les techniques de l'insertion/suppression et la modification/filtrage des fragments [136].

En ce qui concerne l'adaptation de la navigation, toutes les techniques citées dans la littérature ont été retrouvées dans nos SHAE, seules ou jumelés. Nous citons le système AHA [137], les techniques du guidage direct, de l'annotation et du masquage des liens ont été utilisées afin de guider l'utilisateur vers les meilleurs chemins pour son apprentissage. Pour iWeaver [138]il s'est servi des techniques d'ordonnancement et du masquage des liens.

Les techniques les plus utilisées en termes d'adaptation de la présentation sont les pages variantes, le texte extensible et la disposition. Nous donnons exemple par les systèmes AEHS-LS (Mustafa et Sharif, 2011) et iWeaver (Wolf, 2007) dans lesquels différentes présentations

du même contenu peuvent être visualisées par des apprenants de différents styles d'apprentissage.

Pour résumer nous signalons que, malgré une nette préférence chez les concepteurs des SHAEs étudiés pour l'adaptation des deux aspects navigation et présentation simultanément, aucune étude ne prouve, pour le moment, que l'adaptation à un aspect ou à un autre ou l'utilisation de l'une ou l'autre des techniques affectent l'efficacité d'un SHAE. Même s'il vient à l'esprit que plus il y a d'aspects adaptés, plus on augmente le taux de satisfaction des utilisateurs. Il importe également d'explorer d'autres sources d'adaptation qui pourraient améliorer le rendement et la motivation des apprenants.

Pour conclure ce chapitre, Il est évident que les SHAEs ont subi une nette croissance, au fil du temps, surtout avec l'avènement des techniques de l'apprentissage automatique, du Web sémantique et des ontologies. Toutefois, Ces systèmes souffrent d'une limite importante en l'occurrence leur complexité. Cette complexité est due d'une part aux différents traitements de sélection et de combinaisons (assemblage) effectués sur les données, et d'autre part à la manière de caractériser les ressources pédagogiques impliquées.

Suite à cette analyse détaillée de SHAE existants, nous allons pouvoir préciser, dans le chapitre qui suit, la problématique soulevée dans cette thèse ainsi que nos objectifs de recherche et la méthodologie poursuivie. Nous proposerons également une nouvelle approche d'adaptation qui apporte une solution aux problèmes détectés.

## **6. Les systèmes hypermédias adaptatifs pour l'éducation :**

Une forme d'adaptation est basée sur la modélisation utilisateur, d'autres formes utilisent des objectifs d'apprentissage pour offrir à l'apprenant une expérience personnalisée [139].

Les systèmes d'apprentissage adaptatif utilisant une approche basée sur les objectifs, les préférences et les connaissances individuelles, et utilisent cette approche en interagissant avec l'apprenant pour adapter le système à ses besoins [140]. Par exemple, un apprenant dans un système d'apprentissage adaptatif se verra attribuer un contenu adapté à sa connaissance du sujet.

Permettre aux utilisateurs d'avoir un apprentissage personnalisé est important pour améliorer les résultats de l'apprentissage en ligne, mais cela ne prend pas en considération les

besoins des organisations et quelles sont les qualifications requises pour que l'apprenant accomplisse le travail qu'il occupera.

L'objectif de l'apprentissage est d'acquérir des connaissances qui peuvent aider l'apprenant à assurer l'emploi qu'il occupera dans une entreprise, le lien entre l'éducation et l'emploi sera un succès clé pour tel que le système d'apprentissage.

Dans cette thèse, nous présentons un modèle qui prend en compte les besoins des entreprises en plus des prérequis utilisateur. Notre objectif est de construire un système d'apprentissage basé sur les exigences de l'emploi, le profil de l'apprenant selon une pédagogie différenciée.

## **7. Conclusion**

Afin de développer un système d'apprentissage en ligne personnalisé et adaptable qui répond aux besoins des chercheurs d'emploi, il est important de comprendre le concept d'apprentissage. En outre, il était important d'introduire les différentes théories d'apprentissage qui ont une influence significative sur l'apprentissage et les applications d'apprentissage en ligne personnalisées. Ainsi, les différents type de systèmes hypermédias ont été présenté dans ce chapitre en particulier les systèmes hypermédias adaptatifs destinés à l'apprentissage en ligne.

Dans ce chapitre nous avons également examiné le contexte des systèmes hypermédias adaptatifs éducatifs en décrivant les composantes principales utilisées dans les différents systèmes comme le modèle de l'apprenant avec ses différents aspects comme les styles d'apprentissage , ou le modèle de domaine avec ses standards pour la représentation du contenu d'apprentissage ainsi que le modèle d'adaptation avec ses différents types et méthodes d'adaptation.

De plus, l'ontologie, en tant qu'outil important de recherche d'informations, a été examinée et son importance pour ce travail a été discutée. Les éléments de preuve ont montré qu'il peut être utilisé efficacement comme ressource de connaissances pour extraire les connaissances de domaine requises du Web.

Au niveau du chapitre suivant, nous allons explorer les styles d'apprentissage des apprenants, qui constitue la base du modèle de l'apprenant, nous y présenterons les différents modèles utilisés dans la mise en œuvre des styles d'apprentissages de l'apprenant.

# Chapitre 3 : Les styles d'apprentissage

## 1. Introduction

Le chapitre précédent a présenté une étude détaillée des systèmes hypermédias adaptatifs, en particulier ceux utilisés à des fins éducatives. Divers aspects de l'hypermédia adaptatif ont été discutés, tels que les caractéristiques trouvées dans les modèles de l'apprenant et également les différentes méthodes d'adaptation et leurs implémentations dans les systèmes existants.

Dans ce chapitre nous examinons le concept des styles d'apprentissage en tant qu'aspect de la modélisation apprenant et nous présentons plusieurs catégories et théories différentes des styles d'apprentissage, telles qu'utilisées dans les différents systèmes hypermédias adaptatifs éducatifs (SHAE) actuels.

## 2. Aperçu sur les styles d'apprentissage

Il existe de nombreux styles d'apprentissage reconnus aujourd'hui. [141] mentionne au moins 30 façons de distinguer les conceptions de «style», et de nombreux praticiens créent leurs propres outils de définition du style d'apprentissage, généralement à partir d'un mélange de méthodologies existantes. Cela a abouti à la formation de diverses théories cognitives / de style d'apprentissage. Certaines d'entre elles ont été basées sur des idéologies éducatives et psychologiques imprécises et ont une utilisation pratique très limitée. Certains chercheurs utilisent les termes «style cognitif» et «style d'apprentissage» de manière interchangeable et, dans certaines circonstances, il y a une distinction à faire entre eux, comme discuté ci-après.

## 3. Une ambiguïté de la terminologie de style d'apprentissage

Il y a beaucoup de jargon dans le domaine des styles d'apprentissage. De Bello note qu'il peut y avoir autant de théoriciens qu'il y a de définitions [142].

«Style d'apprentissage», «style cognitif», «compétences d'apprentissage», «stratégie d'apprentissage» et «approches d'apprentissage / étude» sont des termes courants et les expressions sont souvent utilisées de manière interchangeable. Cela peut conduire à beaucoup

de confusion en essayant de comprendre le travail d'autres chercheurs, en particulier pour ceux qui sont nouveaux dans le domaine. Il est clairement bénéfique pour les chercheurs et pour les autres personnes impliquées dans ce domaine de travail de discuter de cette terminologie complexe, de sorte que leurs différences et les similitudes à l'autre peuvent être comparés. Il est également nécessaire de préciser les nuances particulières de la langue employée tout au long de cette recherche et du travail des autres.

### **Style d'apprentissage**

Le style d'apprentissage peut être défini comme les préférences d'un individu dans une situation d'apprentissage particulière [143]. C'est une tendance profonde à faire quelque chose d'une manière spécifique, qui n'est pas basée sur le contexte et qui peut être appliquée à de nombreux sujets et tâches différents. Par exemple, un étudiant peut préférer recevoir des informations sous une forme principalement visuelle par rapport à une représentation verbale.

### **Style cognitif**

Le style cognitif est une construction psychologique qui se rapporte aux façons dont les individus traitent l'information, généralement avec des subdivisions en catégories telles que la dépendance au champ / l'indépendance et la réflexivité / l'impulsivité [144]. Le style cognitif est parfois considéré comme un aspect du style d'apprentissage [145].

### **Compétences d'apprentissage**

Ce sont des actions ou des techniques disparates qui sont utilisées par un apprenant dans une situation spécifique pour se souvenir d'une information particulière. De telles techniques pourraient inclure l'utilisation de mnémoniques ou la répétition continue de nombres / texte [143]. Les compétences d'apprentissage ont tendance à être plus flexibles et à avoir une plus grande variété que le style cognitif ou d'apprentissage, car il peut y avoir de nombreuses pratiques utilisées pour apprendre des concepts spécifiques, soit sur les conseils d'un tuteur ou des étudiants eux-mêmes.

### **Stratégie d'apprentissage**

Une stratégie d'apprentissage peut être considérée comme un intermédiaire entre le style d'apprentissage et les compétences d'apprentissage, où une personne utilisera un certain nombre de compétences d'apprentissage ensemble dans un scénario particulier. Ces stratégies ont tendance à être basées sur le contexte et sont censées être enseignables ; cela contraste directement avec les styles cognitifs et d'apprentissage, qui sont déjà bien établis chez les

apprenants [143] et constituent une approche plus holistique que les compétences d'apprentissage.

Fait intéressant, Cassidy mentionne une analogie de «carte mère / logiciel» lors de la description de l'interface style / stratégie. Ceci est destiné à illustrer que le style est une caractéristique persistante qui est «câblée» dans la cognition d'une personne. La stratégie, en revanche, est une propriété plus variable qui est liée aux circonstances individuelles [145].

### **Approches d'apprentissage / d'étude**

Certaines théories du style d'apprentissage ou du style cognitif mentionnent des «approches de l'apprentissage» ou des «approches de l'étude». Ceux-ci ont tendance à combiner l'une des catégories ci-dessus dans une nouvelle théorie et / ou un nouvel instrument de style d'apprentissage, et à rendre compte de la façon dont ils ont été utilisés dans un cadre éducatif particulier. Biggs [146] donne une revue particulièrement complète de certains de ces inventaires.

## **4. Les types de style d'apprentissage**

Après avoir discuté de la terminologie ambiguë dans le domaine des styles d'apprentissage, il est important de réaliser que cette recherche examine les styles d'apprentissage comme sa principale théorie et technique d'adaptation (telle que définie à la section précédente), distincte du style cognitif, des compétences / stratégies d'apprentissage ou des approches d'apprentissage. Il existe de nombreuses théories différentes du style d'apprentissage et il est important de les classer en grandes familles, afin d'éviter toute confusion entre leurs différents aspects.

Le modèle de l'oignon de Curry est une bonne base pour démontrer les différentes façons de classer le style d'apprentissage. Cette architecture décrit comment l'apprentissage ou le style cognitif (les termes sont souvent utilisés de manière interchangeable) peuvent être attribués à une couche particulière dans un système radial, de structure similaire à celle d'un oignon [68, 69]. Initialement créé avec seulement 3 couches, Curry l'a ensuite modifié pour inclure une quatrième couche (interaction sociale, représentée ci-dessous comme couche 2). Ce diagramme est illustré à la figure suivante.

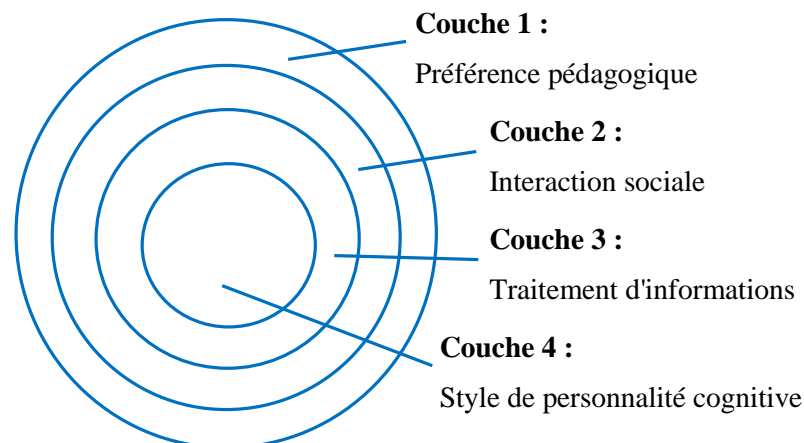


Figure 3-1 : Représentation schématique du modèle de Curry de l'oignon des théories de style d'apprentissage illustrant son système de classification à quatre niveaux

Les couches font référence à différents aspects du style d'apprentissage, et celles qui sont le plus influencées par des facteurs externes (et les plus observables) se trouvent sur les couches les plus externes. Les couches les plus internes sont considérées être des conceptions psychologiques plus stables et moins susceptibles de changer, mais elles sont beaucoup moins faciles à mesurer.

Des exemples de styles d'apprentissage pouvant être attribués à la couche 1 comprennent le modèle de style d'apprentissage Dunn et Dunn. Il s'agit de 21 conditions différentes réparties en 5 groupes : préférences environnementales ; préférences émotionnelles ; préférences sociologiques ; préférences physiologiques et préférences de traitement psychologique / cognitif. Beaucoup de travaux empiriques ont été effectués avec ce modèle dans des contextes éducatifs traditionnels, et il existe une abondance de littérature pour soutenir son utilisation réussie auprès des 5-18 ans dans le système éducatif américain. Cependant, le modèle Dunn et Dunn est controversé et de nombreuses questions ont été soulevées quant à sa fiabilité. L'inventaire des préférences d'apprentissage de Rezler et Rezmovic [147] est un autre modèle utilisant cette approche.

La couche 2, relative à la façon dont les élèves interagissent les uns avec les autres, chevauche certaines des préférences de Dunn et Dunn, mais est mieux illustrée dans le modèle de Reichmann et Grasha. Cette approche classe les étudiants en types tels qu'indépendant, dépendant, collaboratif, compétitif, participant et évitant [148].

La troisième couche, celle du style de traitement de l'information, examine l'approche intellectuelle de l'apprenant à l'assimilation de nouvelles informations. Il reflète des modèles de style d'apprentissage plus stables et comprend de nombreuses théories et instruments les plus

connus. Un exemple de ceux-ci est l'inventaire des styles d'apprentissage de Kolb [149], basé sur l'apprentissage expérientiel et développé à partir du cycle d'apprentissage des adultes de Lewin. Il déclare que l'apprentissage est cyclique et que de l'expérience concrète découle d'une observation réflexive, suivie d'une conceptualisation abstraite puis d'une expérimentation active, qui ramène à une expérience concrète, bien que les apprenants puissent entrer dans le cycle à n'importe quel stade. Le travail de Kolb a été développé par Honey et Mumford pour un marché commercial afin d'aborder les styles d'apprentissage en gestion. Ils ont créé une typologie d'apprenants appelés militants, réflecteurs, théoriciens et pragmatistes.

Enfin, le style de personnalité cognitive forme la couche la plus interne ; il semble être le composant le plus robuste et serait une dimension relativement permanente. Il vise à mesurer la personnalité d'un individu, spécifiquement liée à la façon dont il préfère acquérir et intégrer l'information. Les styles d'apprentissage tels que l'approche de Witkin [150] en matière de dépendance et d'indépendance de terrain qui examine la capacité d'extraire des détails dans un contexte spécifique. L'indicateur de type Myers-Briggs (MBTI) est basé sur la psychologie jungienne et classe les individus dans l'une des 16 catégories, basée sur l'introversion / l'extraversion, la détection / l'intuition, la pensée / le sentiment et le jugement / la perception. Il est utilisé principalement dans le secteur commercial. D'autres exemples incluent l'analyse des styles cognitifs (CSA) de Riding et Rayners, une fusion de nombreuses théories des styles d'apprentissage et largement utilisée par les pédagogues et les psychologues.

Le questionnaire Felder-Silverman de styles d'apprentissage (ILS) peut également être inclus dans cette couche bien qu'il chevauche quelque peu avec la couche 3 ; il classe les apprenants sur 4 axes : séquentiel / global, visuel / verbal, actif / réfléchissant et sensible / intuitif. Il a été utilisé avec succès dans plusieurs systèmes SHAE.

Coffield et al utilisent une classification alternative, indiquant qu'il y a des problèmes avec la taxonomie de l'oignon de Curry. Ils critiquent la nature théorique du modèle car il suggère que la stabilité du style d'apprentissage est davantage influencée par des hypothèses psychanalytiques que par des preuves quantitatives. Étant donné le manque de preuves pour cette approche théorique, il semble que la métaphore de l'oignon soit quelque peu imparfaite, même si elle semble attrayante [151]. Au lieu de cela, Coffield et al suggèrent un continuum de familles de styles d'apprentissage, basé sur les idées de Curry, et un certain nombre d'aperçus de styles d'apprentissage écrits par d'autres chiffres clés. La taxonomie utilisée par Coffield et al est illustrée à la figure suivante :

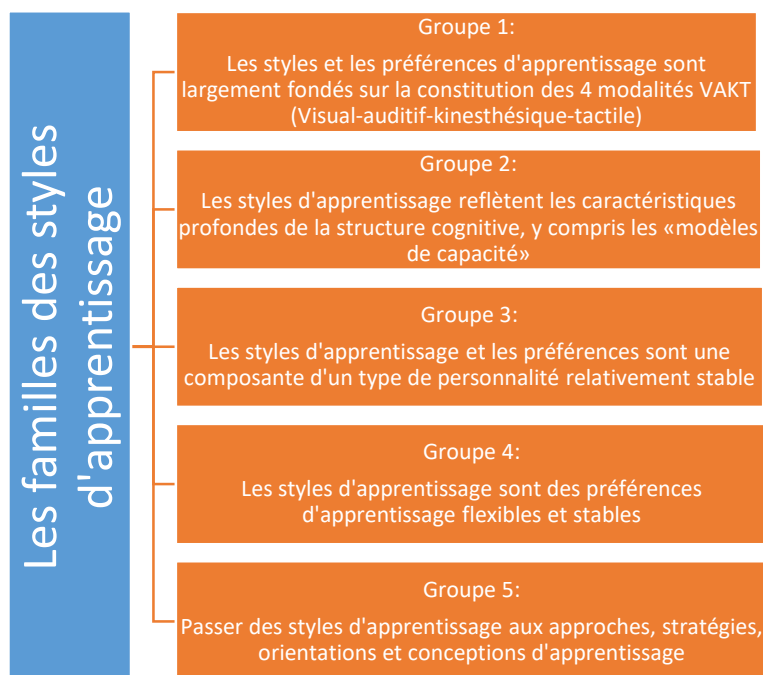


Figure 3-2: Familles des style d'apprentissage (d'après Coffield et al [ 62])

Cet ensemble est principalement basé sur le concept de styles d'apprentissage fixes et dynamiques. Le groupe 1 comprend le modèle Dunn et Dunn et regroupe les théories et les instruments qui considèrent le style d'apprentissage comme des traits hérités fixes qui sont influencés par la génétique ; ce sont des approches qui considèrent le style d'apprentissage comme quelque chose à intégrer dans l'enseignement, plutôt que comme une caractéristique qui peut être modifiée. En descendant l'échelle, l'impact de l'expérience et de l'environnement est plus important, de sorte qu'une attention correspondante est accordée à des facteurs tels que la motivation, l'expérience de l'apprenant, les approches institutionnelles et pédagogiques et la manière dont les élèves choisissent ou utilisent des techniques d'apprentissage spécifiques.

## 5. L'utilisation des styles d'apprentissage dans les systèmes hypermédias adaptatifs éducatifs (SHAE)

Plusieurs projets SHAE ont été développés, qui utilisent des styles d'apprentissage comme moyen de personnalisation. Le tableau suivant résume ces systèmes, ainsi que les préférences de style d'apprentissage qu'ils utilisent et les modèles de style de recherche / apprentissage théoriques sur lesquels ils sont basés :

Systèmes	Préférences de style d'apprentissage utilisées	Basé sur des recherches
AES-CS (204)	Dépendance du domaine (FD) et indépendance du domaine (FI)	Witkin et Goodenough (226)
ILASH (14)	Résumer, interroger	Hsiao (115)
iWeaver	Globale, analytique, impulsive, réfléchissante, visuelle, auditive, kinesthésique	Dunn et Dunn (87)
MOT [195]	Diverger, converger	Kolb [123]
OPALE [64]	Abstrait / concret, actif / réfléchissant	
AHA! [195]	Activistes, pragmatistes, réflecteurs, théoriciens	Miel et Mumford [114]
INSPIRE [103]	Réflecteur, militant	
CS-383 [55]	Globale, séquentielle, sensible, intuitive, visuelle, verbale, active, réfléchie	Felder et Silverman (93)
Bajraktarevic et al (15)	Global, séquentiel	
Tangow (164)	Détection, intuitive	

Tableau 3-1: Systèmes SHAE intégrant les styles d'apprentissage

Parmi les modèles de style d'apprentissage mentionnés dans le tableau ci-dessus, on peut voir qu'ils utilisent les préférences pédagogiques (Dunn et Dunn), le traitement de l'information (Kolb; certains des aspects Felder-Silverman) et les dimensions de la personnalité cognitive (Witkin et Goodenough, ainsi que d'autres aspects de Felder-Silverman) du cadre d'oignon de Curry. Les modèles d'interaction sociale du style d'apprentissage n'ont été incorporés dans aucun système SHAE connu et cela semble être un oubli remarquable, compte tenu de la croissance récente des réseaux sociaux et des interactions améliorées via le Web. Cependant, d'un point de vue historique, cela n'est pas surprenant, car une grande partie de l'apprentissage par ordinateur - en particulier l'enseignement à distance - a été effectuée par des individus et, par conséquent, les activités sociales ont tendance à ne faire partie d'aucune activité d'apprentissage centrale. Certains pourraient également affirmer que les documents présentés de manière adaptative sont très individualistes et ne peuvent donc pas être utilisés par plus d'une personne à la fois. Il est très possible que cette approche soit trop simpliste et que les aspects sociaux de l'apprentissage doivent être intégrés à l'apprentissage par ordinateur pour qu'il soit vraiment utile.

### 5.1. Les modèles des styles d'apprentissage et les instruments

La section précédente a donné des exemples de systèmes SHAE qui ont mis en œuvre la théorie du style d'apprentissage comme mécanisme d'adaptation. Il existe une variété de

modèles utilisés avec des différences majeures entre eux ; ceux-ci seront discutés au niveau des sections qui suivent. Pour chaque approche, il existe une description générale du modèle ; comment il a été utilisé au sein de le SHAE et également une évaluation critique du modèle lui-même en termes de validité et de fiabilité.

### **Witkin et Goodenough**

Les origines de la dépendance au domaine (FD) et de l'indépendance au domaine (FI) proviennent des travaux de Witkin dans les années 1960 et relèvent du groupe 2 de la classification de Coffield et al. Ces constructions cognitives sont liées à la façon dont les apprenants perçoivent, organisent et se souviennent des informations. Ceux qui dépendent du domaine ont généralement une perspective holistique et ont du mal à séparer les détails mineurs du point de vue global. L'indépendance du domaine est le contraire ; c'est lorsque les apprenants sont très analytiques et se concentrent facilement sur des détails spécifiques, quel que soit l'environnement général. Des études suggèrent que les apprenants indépendants du domaine peuvent obtenir de meilleurs résultats que les apprenants dépendant du domaine lorsqu'ils utilisent un système hypermédia, bien que ce phénomène est présent dans d'autres études qui n'utilisaient pas l'hypermédia comme principale technique utilisée dans apprentissage.

AES-CS (Adaptive Educational System - Cognitive Styles) a réussi à modéliser l'approche FD / FI [152], sur la base des travaux réalisés par Witkin et Goodenough en 1981.

Bien que les premiers travaux qualitatifs se soient révélés encourageants, aucune étude quantitative de l'efficacité de ce système n'a été réalisée jusqu'à présent.

Bien que la fiabilité et la validité de ce modèle soient adéquates, il y a eu des problèmes liés à d'autres facteurs. Messick déclare que l'évaluation de FD / FI est plus qu'une mesure de capacité que de style d'apprentissage ; en outre, il existe également une forte corrélation entre les scores FD / FI et ceux de la capacité mathématique et spatiale. Il semble donc qu'il existe des difficultés inhérentes à l'utilisation de cette théorie, qui ne peuvent pas être facilement rectifiées.

### **Hsiao**

Le travail effectué par Hsiao [153] est lui-même basé sur la dépendance / indépendance du domaine, en combinaison avec des stratégies d'apprentissage de «questionnement» et de «résumé». Ce travail et l'étude ILASH (Incorporating LeArning Strategies in Hypermedia) de Bajraktarevic et al [154] souffrent donc des mêmes problèmes théoriques mentionnés précédemment. De plus, l'approche semble être une combinaison particulière de traits fixes (FD

/ FI étant dans le groupe 2 sur la figure précédente) et plus flexibles (stratégies d'apprentissage, comme le montre le groupe 5 sur la figure).

L'étude ILASH n'a pas non plus été évaluée de manière empirique et ne fournit donc aucune preuve supplémentaire pour suggérer si cette approche présente un avantage statistiquement significatif pour les utilisateurs.

### **Dunn et Dunn**

Le modèle de style d'apprentissage Dunn et Dunn est largement utilisé dans les écoles et les collèges d'Amérique du Nord. Il s'agit d'un modèle très flexible qui spécifie 21 styles d'apprentissage différents classés en cinq grands volets de préférences de traitement environnemental, émotionnel, sociologique, physiologique et psychologique / cognitif. Cependant, ces traits seraient des préférences fixes qui ne sont pas susceptibles de changer ; ils sont donc inclus dans les familles du groupe 1 (constitutionnelles) de la figure ci-dessus.

Sept de ces styles d'apprentissage ont été intégrés au système iWeaver SHAE: global, analytique, impulsif, réfléchissant, visuel, auditif et kinesthésique [155]. Bien que des essais sur les utilisateurs aient été planifiés et effectués, les résultats de ceux-ci n'ont pas encore été publiés, donc il n'y a pas de données pour savoir s'il s'agit ou non d'une méthode d'adaptation efficace.

D'un point de vue théorique, l'approche Dunn et Dunn est très controversée. En effet, Il y a eu un certain nombre d'études menées qui indiquent une bonne fiabilité et validité ; cependant, il semble que ce soient principalement des études internes (c'est-à-dire celles qui ont été «formées» ou «certifiées» pour utiliser le modèle). Rita Dunn, l'une des créatrices du modèle, rejette toute critique externe, les considérant comme «biaisées», «secondaires» ou «tierces parties» [156]. Il existe très peu d'examen indépendants du modèle ou de sa mise en œuvre, bien que ceux qui existent rencontrent des problèmes clés dans la conception et la fiabilité de l'instrument principal utilisé pour mesurer les caractéristiques de l'utilisateur et des problèmes de validité externe. Un autre problème est relatif au fait que cette approche stigmatise les élèves en catégories fixes (comme «apprenant visuel» ou «apprenant kinesthésique») ne reflète pas les processus d'apprentissage souvent dynamiques. Jusqu'à ce que de nouvelles preuves émergent, on ne peut pas dire que le modèle des styles d'apprentissage de Dunn et Dunn est scientifiquement robuste.

### **Inventaire des styles d'apprentissage (LSI) de Kolb**

L'inventaire des styles d'apprentissage (LSI) a été créé par David Kolb, une figure très influente dans le domaine des styles d'apprentissage. Depuis sa publication en 1984, le LSI a été utilisé dans de nombreuses disciplines, notamment l'enseignement, la gestion, l'informatique, la psychologie, la médecine, les soins infirmiers, la comptabilité et le droit. Le LSI appartient au groupe 4 de la classification de Coffield et al , celui des « préférences d'apprentissage stables et flexibles ».

Le système central du LSI est l'apprentissage expérientiel, inspiré des travaux de John Dewey, Kurt Lewin et Jean Piaget . [157] La théorie de Kolb [158] déclare que les gens apprennent de l'expérience selon un processus cyclique, » en quatre étapes qui comprennent les modes d'apprentissage suivants :

- Expérience concrète (CE - sentiment),
- Conceptualisation abstraite (AC - réflexion),
- Expérimentation active (AE - faire),
- Observation réfléchie (RO - observation).
- Ce qui peut être représenté dans la figure ci-dessous.

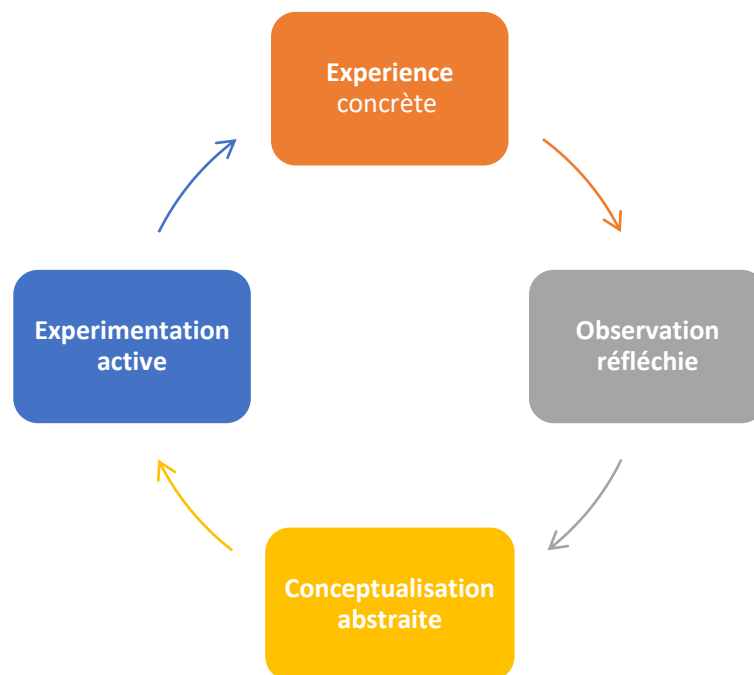


Tableau 3-2: Cycle d'apprentissage expérientiel de Kolb

Il s'agit d'un processus continu qui nécessite que les apprenants soient capables de résoudre «les conflits entre les modes d'adaptation dialectiquement opposés au monde » [159], d'où les quatre capacités d'apprentissage différentes, comme le montre la précédente. La construction

des connaissances implique à la fois la personne et l'environnement dans lequel elle se trouve, une combinaison à la fois de connaissances personnelles et de connaissances sociales.

Kolb décrit quatre types de style d'apprentissage qui émergent de ce cycle ; ceux-ci correspondent chacun à un quadrant particulier [160]:

- Style Divergent (concret / réfléchi) : les élèves ayant ce style d'apprentissage sont imaginatifs et perçoivent les situations sous plusieurs angles ; ils sont orientés vers les personnes et s'adaptent par l'observation par rapport à l'action directe.
- Style Convergent (abstrait / actif) : les étudiants avec un style convergent sont bons dans la prise de décision et la résolution de problèmes ; ils préfèrent résoudre les problèmes techniques que de régler les problèmes interpersonnels.
- Style Assimilateur (abstrait / réflexif) : ces apprenants préfèrent le raisonnement inductif, la logique et la construction des théories ; elles sont davantage motivées par des idées abstraites que par une interaction avec les autres.
- Style Adaptateur (concret / actif) : les adaptateurs sont ceux qui sont pratiques et s'impliquent dans des circonstances inconnues et changeantes. Ils sont doués pour résoudre les problèmes de manière intuitive mais parfois perçus par les autres comme étant trop proactifs et quelque peu impatients.

Parmi de nombreuses autres corrélations entre les définitions d'autres théoriciens, Kolb souligne que ses dimensions «Expérimentation active / Observation réfléchie» et «Expérience concrète / conceptualisation abstraite» sont en corrélation avec les dimensions extravertie / introvertie et palpeurs / penseurs de l'indicateur de type Myers-Briggs (MBTI) respectivement.

L'inventaire des styles d'apprentissage (LSI) de Kolb demande aux individus de compléter 12 phrases qui décrivent l'apprentissage. [161]: Chaque phrase (par exemple, «J'apprends mieux de») a quatre fins (par exemple, AC = «théories rationnelles», CE = «relations personnelles», AE = «une chance d'essayer et de pratiquer », et RO =« observation »). Les individus se classent les fins pour chaque phrase selon la meilleure description de la façon dont ils apprennent. Les quatre scores, AC, CE, AE et RO, mesurent les préférences de l'individu pour les quatre modes, et les deux scores dimensionnels indiquent la préférence relative d'un individu pour un pôle ou l'autre de les deux dialectique, Conceptualisation / expérience (AC-CE) et agissant / réfléchissant (AE-RO). A noter que Kolb ne recommande pas que le LSI soit utilisé à des fins de sélection individuelle, car de tels inventaires ne peuvent pas mesurer les individus avec une

précision complète. Le modèle de Kolb s'est avéré efficace dans certaines activités d'enseignement des langues.

Les aspects divergents et convergents du modèle de Kolb ont été traduits en stratégies d'apprentissage dans le système auteur AEH MOT (My Online Teacher) [162]. Cependant, comme avec de nombreux autres systèmes, il n'y a pas eu d'essais d'utilisateurs publiés qui indiquent des résultats qualitatifs ou quantitatifs résultant de cette mise en œuvre.

Le système OPAL (OPen Adaptive Learning) a également utilisé le modèle de Kolb [163], adapté par McCarthy [164], mais il ne semble pas y avoir d'avantages publiés d'avoir utilisé cette approche.

La fiabilité du LSI est contestée depuis longtemps et sa dernière version est toujours à l'examen.

### **Questionnaire sur les styles d'apprentissage de Honey et Mumford (LSQ)**

Honey et Mumford se sont basés sur le modèle de Kolb pour produire leur propre approche : le Learning Styles Questionnaire, ou LSQ, qui est maintenant utilisé commercialement, principalement dans la gestion et les ressources humaines. Contrairement au modèle de Kolb, qui demande explicitement aux utilisateurs comment ils apprennent, le LSQ étudie plutôt les tendances comportementales générales plutôt que l'apprentissage en particulier [165]. Cependant, les quatre styles d'apprentissage dérivés de la LSQ sont étroitement liés à ceux de l'ILS de Kolb : les activistes (en corrélation avec l'aspect «expérience concrète» du style d'apprentissage expérientiel de Kolb), les réflecteurs (observation réflexive), les théoriciens (conceptualisation abstraite) et les pragmatistes (expérimentation active). Étant donné que le travail de Honey et Mumford est dérivé de celui de Kolb, il en résulte que leur travail est également classé dans le groupe 4 des familles de style d'apprentissage de Coffield et al (cf. figure suivante).

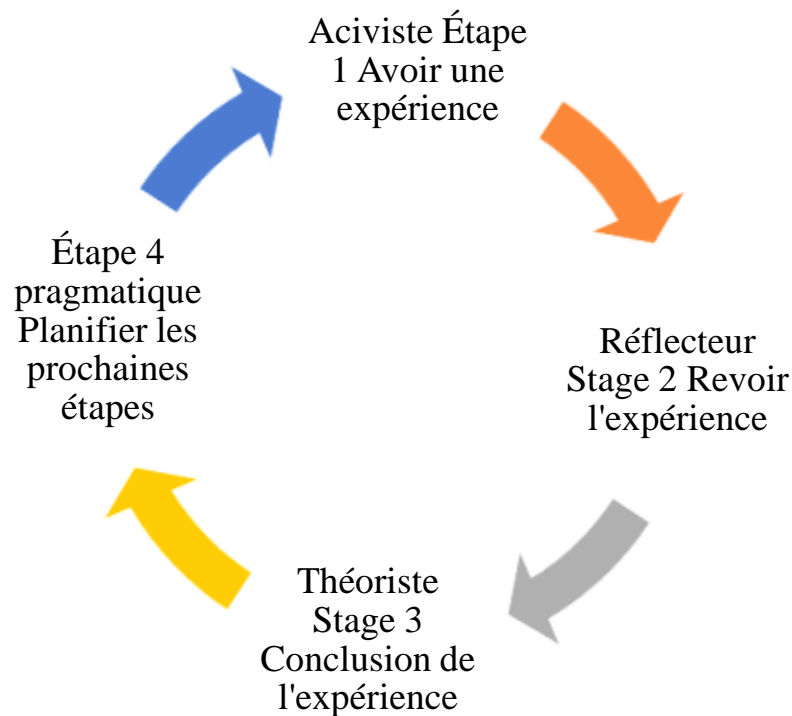


Tableau 3-3: Modèle de styles d'apprentissage de Honey et Mumford

Le modèle de Kolb est plus compliqué en ce sens que ses styles d'apprentissage sont définis comme les combinaisons des étapes du cycle d'apprentissage. Honey et Mumford utilisent des termes différents pour les modes d'apprentissage du modèle Kolb et se réfèrent à eux comme quatre styles d'apprentissage :

- Le style Activiste (étape 1 : « Avoir une expérience », qui remplace « Expérience concrète » de Kolb) - « Je veux essayer et voir ce qui se passe ». Les utilisateurs avec ce style comprennent les nouvelles informations en faisant quelque chose avec eux, recherchent des défis et une expérience immédiate, sont ouverts d'esprit. Les apprenants actifs sont désireux d'essayer et d'expérimenter les nouvelles informations et apprécient souvent le travail de groupe car cela leur permet de faire des choses actives.
- Style réflexif (étape 2 : « Revoir l'expérience », qui substitue « Reflective Observation » de Kolb - « J'aime recueillir des informations et les analyser ». Les apprenants réflexifs préfèrent penser à de nouvelles informations avant d'agir, recueillir des données, réfléchir et analyser, retarder la conclusion, écoutée avant de parler. Ils préfèrent souvent réfléchir d'abord aux problèmes par eux-mêmes plutôt que d'en discuter en groupe.
- Style théorique (étape 3 : « Conclusion de l'expérience », qui substitue la « conceptualisation abstraite » de Kolb) - « J'aime ranger et tirer des conclusions ». Les

théoriciens pensent que les choses par des étapes logiques, assimilent les faits disparates en théories cohérentes, rationnellement objectives et rejettent la subjectivité. Ils apprennent mieux à travers les modèles et les concepts, les programmes structurés et, aiment les situations complexes, pour utiliser leurs compétences et leurs connaissances.

- Style pragmatique (étape 4 : «Planifier les prochaines étapes», substitution de «l'expérimentation active» de Kolb ) - «J'aime les techniques éprouvées et pertinentes pour mes problèmes». Les pragmatiques recherchent et expérimentent de nouvelles idées, ils sont pratiques, aiment résoudre les problèmes et prennent des décisions rapidement. Ils s'ennuient avec de longues discussions.

Honey et Mumford [166] mentionnent qu'aucun style n'a un avantage écrasant sur les autres. Chacun a ses forces et ses faiblesses mais les forces peuvent être particulièrement importantes dans une situation, mais pas dans une autre».

Des résultats encourageants ont été publiés sur la cohérence interne du modèle [167] bien qu'il y ait un manque de preuves pour en vérifier la validité. Le modèle a été implémenté dans des systèmes SHAE comme AHA! (Architecture hypermédia adaptative) [168] et INSPIRE (INtelligent System for Personalized Instruction in a Remote Environment) .

Les modèles Kolb et Honey et Mumford sont largement connus dans le domaine LS et sont largement utilisés au Royaume-Uni.

### **Index des styles d'apprentissage de Felder et Silverman**

L'indice Felder-Silverman des styles d'apprentissage (ILS) a été développé par Richard Felder et Lynda Silverman [93] en référence à l'instrument utilisé pour évaluer les styles d'apprentissage des utilisateurs (un questionnaire) et la base conceptuelle.

L'ILS évalue les apprenants sur quatre dimensions :

**Actif / réfléchissant :** «Un « apprenant actif » est une personne qui se sent plus à l'aise avec l'expérimentation active ou qui y est meilleure que l'observation réflexive, et inversement pour un apprenant réflexif.» Cette dimension est analogue à «l'expérimentation active» et à «l'observation réflexive» de Kolb et en conséquence aux styles activiste / réflecteur du modèle Honey et Mumford. Il est également lié à l'extraverti et à l'introverti de l'indicateur de type Myers-Briggs [169] présenté précédemment.

Les étudiants réfléchis préfèrent réfléchir à de nouvelles informations et contempler ces idées, tandis que les étudiants actifs préfèrent une approche plus «pratique» et une expérimentation active.

**Sensitif/intuitif :** Cette dimension est directement tirée du MBTI [Felder et Spurlin, 2005] et elle est étroitement liée à «l'expérience concrète» et à la «conceptualisation abstraite» de Kolb. [170]

Les apprenants sensibles ont tendance à être plus imaginatifs et à observer, et sont bons pour le remue-méninge et la visualisation des situations sous différentes perspectives, tandis que les apprenants intuitifs sont des résolveurs de problèmes et des pragmatiques, qui préfèrent traiter des faits, des tâches techniques et l'application de théories.

**Visuel / verbal :** Les apprenants visuels préfèrent les représentations visuelles du matériel présenté, comme les images, les diagrammes et les organigrammes. Les apprenants verbaux préfèrent les explications écrites et orales.

Les styles visuels / verbaux du modèle Felder-Silverman peuvent être alignés le long de l'axe imageur / verbalisateur du modèle de Riding présenté précédemment.

Les apprenants visuels ont tendance à privilégier les données représentées graphiquement tandis que les apprenants verbaux ont tendance à choisir des informations textuelles (audio ou texte écrit).

**Global / séquentiel :** Les apprenants globaux ont tendance à apprendre par grands sauts, absorbant le matériel presque au hasard sans voir les connexions, puis soudainement «le saisissant». Ils peuvent être capables de résoudre rapidement des problèmes complexes ou d'assembler les choses de manière originale une fois qu'ils ont compris la situation dans son ensemble, mais ils peuvent avoir du mal à expliquer comment ils l'ont fait. Les apprenants séquentiels ont tendance à acquérir une compréhension en étapes linéaires, chaque étape suivant logiquement la précédente. Ils ont tendance à suivre des chemins logiques pas à pas pour trouver des solutions.

Les styles globaux / séquentiels peuvent être alignés le long de la dimension holistique / analytique du modèle de Riding.

La dimension séquentielle et globale reflète la manière dont l'information est organisée pour être présentée à l'apprenant. Les informations globales sont organisées de manière à ce que l'étudiant puisse obtenir une vue d'ensemble du sujet avant d'étudier les moindres détails,

afin d'avoir une vue conceptuelle large. À l'inverse, l'information séquentielle met l'accent sur une approche structurée et linéaire de l'apprentissage, l'étudiant regardant un sujet à la fois.

Richard Felder et Barbara Soloman ont conçu l'Index des styles d'apprentissage (ILS) qui est un composé de 44 questions pour évaluer les préférences sur les quatre dimensions de la modèle Felder-Silverman. L'index des styles d'apprentissage est largement utilisé et a été traduit dans de nombreuses langues. Il est considéré comme un outil psychométrique approprié pour évaluer les styles d'apprentissage des étudiants en génie.

Le modèle dans son ensemble tombe dans la même catégorie que ceux de Kolb et Honey et Mumford, c'est-à-dire le groupe 4 : «préférences d'apprentissage flexibles et stables» (cf. figure précédente).

Plusieurs systèmes AEH ont utilisé cette approche comme mécanisme d'adaptation. Le système de Carver et al (CS-383) [171] a déployé les quatre dimensions, tandis que le système Tangow [172] a mis en œuvre deux axes (séquentiel / global et détection / intuitif) et le travail de Bajraktarevic et al [173] n'a utilisé que les aspects séquentiels / globaux. Il n'y a pas de résultats publiés d'essais sur les utilisateurs effectués avec Tangow, mais les deux autres études ont des résultats préliminaires de nature positive.

Bien qu'aucune donnée expérimentale formelle n'ait été collectée sur l'utilisation du CS-383 par les étudiants, le personnel qui l'a utilisé à l'appui de leur enseignement affirme qu'il a aidé les étudiants à mieux comprendre les concepts enseignés au cours. En effet, si le cursus est devenu plus exigeant et les concepts plus difficiles, la répartition globale des notes attribuées aux étudiants n'a pas changé [171]. Il s'agit au mieux de preuves anecdotiques, mais d'un phénomène qui mérite une enquête plus approfondie.

L'étude de Bajraktarevic et al [173] est l'un des essais d'utilisateurs les plus rigoureux sur le plan scientifique publiés ces dernières années, même si l'on pourrait affirmer que la taille des échantillons des plus petits sous-groupes est trop faible pour être utilisée pour l'analyse statistique. Les essais auprès des utilisateurs ont indiqué que les résultats scolaires étaient significativement plus élevés chez les élèves dont l'environnement d'apprentissage correspondait à leur environnement d'apprentissage, bien qu'il n'y ait pas de différence entre les temps de navigation des élèves appariés et ceux qui ne correspondent pas, ni de corrélation entre le temps de navigation et les performances des élèves.

En termes de fiabilité et de validité, l'ILS sont l'un des rares instruments qui obtient un score modérément bon. Les études de [174] et [175] indiquent des normes acceptables d'indépendance, de fiabilité et de validité de construction pour chacune des quatre dimensions.

### **Autres modèles**

Il existe d'autres variations mineures à ce sujet dans un certain nombre d'autres systèmes AEH, comme l'approche utilisée dans Arthur [176], d'après le modèle de Sarasin de l'audio, du visuel, du tactile et du texte. Cependant, le modèle de Sarasin, comme certains aspects de Dunn et Dunn, semble fortement dérivé du modèle bien connu VAK / VAKT (visuel-auditif-kinesthésique ou visuel-auditif-kinesthésique-tactile), utilisé par les pédagogues du monde entier et montré par Coffield et al et autres sont fondamentalement défectueux.

Cependant, le travail effectué par Coffield et al [177] indique qu'il pourrait y avoir un certain potentiel dans d'autres modèles de style d'apprentissage qui n'ont pas encore été mis en œuvre dans les systèmes (SHAE). Il a été démontré que l'indice de style cognitif (CSI) d'Allinson et Hayes possède une bonne cohérence interne et de fortes mesures de validité. Il examine les styles d'apprentissage intuitifs et analytiques. De même, le profil de style de motivation (MSP) d'Apter et l'inventaire des styles d'apprentissage (ILS) de Vermunt ont également une fiabilité et une validité supérieures, bien qu'ils ne soient pas aussi robustes que le modèle CSI [178].

Cependant, chacune de ces approches a ses limites. Le modèle CSI, conçu pour être utilisé avec des adultes, n'utilise qu'une seule dimension bipolaire, qui est très large et contient plusieurs caractéristiques diverses et peu reliées. De plus, certains éléments suggèrent que ces deux extrêmes de l'intuition et de l'analyse ne sont en fait pas opposés (bien qu'ils possèdent une relation négative). Les pédagogiques implications de la modèle ne semblent pas être pleinement explorées au moment de la rédaction. L'approche d'Apter examine la motivation et le comportement humain, mais ceux-ci seraient des aspects généraux de la personnalité plutôt qu'un style d'apprentissage spécifique. En outre, la théorie n'a pas été pleinement mise en œuvre, sauf dans des situations très spécialisées et rien n'indique qu'elle ait eu un impact pédagogique plus large à ce jour. Enfin, l'ILS de Vermunt ne répond pas aux préférences de représentation des informations et ne traite pas non plus de la motivation, des aspects émotionnels ou de l'attention des élèves, et n'est pas applicable à toutes les étapes de l'apprentissage. Il dépend également du contexte et ne peut pas être utilisé pour prédire avec confiance les résultats d'apprentissage.

## 6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une revue de la théorie des styles d'apprentissage. Nous avons discuté des modèles des styles d'apprentissage les plus connus et les plus influents dans le domaine de l'apprentissage adaptatif comme :

- Le modèle Dunn et Dunn;
- Le modèle de Witkin;
- Le modèle de Hsiao ;
- L'Indicateur de type Myers-Briggs ;
- L'inventaire des styles d'apprentissage de Kolb;
- Le Questionnaire sur le style d'apprentissage de Honey et Mumford;
- L'Index des styles d'apprentissage de Felder et Silverman;

Les différentes définitions de ces modèles montrent qu'il y a beaucoup de chevauchement entre eux. Ces convergences confirment l'importance des aspects traités par ces modèles.

Actuellement, il n'existe pas de consensus général sur la question de savoir s'il est raisonnable ou non d'appliquer des styles cognitifs / d'apprentissage en pédagogie afin d'améliorer les résultats de l'apprenant. Cependant, nous considérons qu'en premier lieu, il est intéressant que l'apprenant soit conscient de son style d'apprentissage et sache quelles sont ses forces et ses faiblesses. Deuxièmement, il est important de fournir à l'apprenant une variété de stratégies pédagogiques et de le laisser choisir celle qu'il préfère. Troisièmement, l'inadéquation intentionnelle peut aider les apprenants plus avancés à développer de nouvelles compétences.

Le rapport de Coffield soulève certaines inquiétudes quant à la fiabilité et à la validité de certains des instruments LS. Nous considérons qu'il serait bon de prévoir le mécanisme d'inférence des préférences des utilisateurs qui pourrait correspondre à certains LS.

La théorie et la pratique des styles d'apprentissage nous fournissent de nouvelles idées intéressantes pour nos recherches. Il s'agit de fournir un nouveau type de comportement adaptatif de notre système qui peut être basé sur les recommandations des psychologues concernant l'adaptation de l'enseignement à un style d'apprentissage particulier. Nous considérons également que les outils développés peuvent contribuer à la recherche psychologique en fournissant un banc d'essai pour les théories des styles d'apprentissage.

Enfin, l'utilisation des styles d'apprentissage dans la construction et la mise en place d'un système SHAE destiné au chercheur d'emploi s'avère intéressante dans la mesure où ce type

d'adaptation améliore la performance de l'apprentissage et ces derniers cherchent à acquérir les compétences nécessaires dans un temps réduit.

# **Chapitre 4 : Un SHAE basé sur les styles d'apprentissage, un modèle d'emploi et une approche hybride de recommandations.**

## **1. Introduction**

Dans les chapitres précédents, nous avons présenté les systèmes hypermédias éducatifs adaptatifs et ses différentes composantes basés sur les styles d'apprentissage, la pédagogie et les méthodes d'adaptation variées. Dans ce chapitre, nous partirons de ces différents concepts afin de concevoir notre système hypermédia adaptatif éducatif destinés aux chercheurs d'emploi.

## **2. Le scénario d'apprentissage pour les chercheurs d'emploi**

Avant de présenter l'architecture du système d'adaptation, nous déroulerons le scénario d'apprentissage, qui représente la base théorique pour la conception de l'architecture de notre système ; ce scénario prend en considération le modèle d'emploi, qui définit les objectifs principaux de l'expérience d'apprentissage dans notre SHEA.

Un chercheur d'emploi qui se connecte au système pour la première fois doit remplir un formulaire d'inscription comprenant son curriculum vitae et répondre à un sondage qui nous aide à déterminer son style d'apprentissage et ses compétences.

Par la suite, le candidat à l'emploi sélectionne une ou plusieurs offres d'emploi qui l'intéressent, à cette étape notre modèle est complété par les objectifs d'apprentissage de l'apprenant qui est une information importante pour notre système.

L'expérience d'apprentissage se fait par le choix d'un cours parmi ceux proposés.

Nous analysons ensuite les résultats possibles du scénario. Ainsi, il est possible de distinguer clairement trois phases essentielles dans le processus d'apprentissage pour un emploi :

- Formulaire d'inscription incluant le téléchargement du CV.
- Questionnaire pour déterminer le style d'apprentissage.
- Le choix d'une liste d'emplois short listées pour le demandeur d'emploi
- Le système crée le contenu et le parcours d'apprentissage (correspondant au profil de l'apprenant, à l'emploi souhaité et aux éléments d'apprentissage)
- Ajustement du parcours d'apprentissage par rapport aux résultats et retours d'expérience reçus.

L'expérience d'apprentissage se fait par le choix d'un cours parmi ceux proposés.

Généralement, le système d'apprentissage est conçu pour les apprenants qui cherchent à améliorer leurs compétences dans différents domaines. Dans notre cas, nous travaillons sur un nouveau modèle qui permet aux demandeurs d'emploi d'avoir une expérience d'apprentissage adaptatif, l'objectif principal est d'établir un lien qui relie les besoins de l'entreprise (emplois) au processus de formation afin de faciliter l'intégration des demandeurs d'emploi sur le marché du travail, en multipliant leurs chances par le biais d'une expérience éducative générée par notre système d'apprentissage adaptatif, nous pouvons représenter le scénario des usages par les étapes ci-dessous:

Une personne qui cherche un emploi dans une entreprise peut utiliser le système d'apprentissage adaptatif pour compléter ses compétences afin d'inclure les compétences manquées et requises pour le poste :

**Étape I** : Le demandeur d'emploi s'authentifie dans le système et remplit son dossier de compte (données individuelles, compétences, CV...)

**Étape II** : La réponse du demandeur d'emploi à une enquête qui détermine son style d'apprenti.

**Étape III** : Il sélectionne l'emploi qu'il recherche entre un groupe de postes ouverts.

**Étape IV** : Le système crée un parcours d'apprentissage qui prend en compte à la fois le travail sélectionné et le profil analysé du demandeur d'emploi.

Ce parcours d'apprentissage permettra au demandeur d'emploi d'élargir les compétences et de devenir le candidat idéal pour le travail associé.

### **3. L'architecture du système hypermédia adaptatif éducatif**

Les systèmes hypermédia adaptif éducatif implique généralement deux processus ou phases distincts : la modélisation de l'apprenant et la prise de décision d'adaptation. Ces processus sont fortement interconnectés, vu que la prise de décision d'adaptation est basée sur les résultats fournis par la composante de modélisation des apprenants, mais ils peuvent également être considérés comme indépendants, car pour le même modèle d'apprenants, le système peut utiliser des logiques d'adaptation différentes. Ainsi, tout système adaptatif peut être décomposé en deux parties relativement distinctes : la composante de modélisation de l'apprenant et la composante d'adaptation. Dans notre cas le modèle de l'emploi et celui du domaine représentent des composantes essentielles pour notre système, vu que le premier permet de définir les prérequis de l'emploi en termes de compétences et le dernier renferme les objets d'apprentissage et les ressources pédagogiques de notre système.

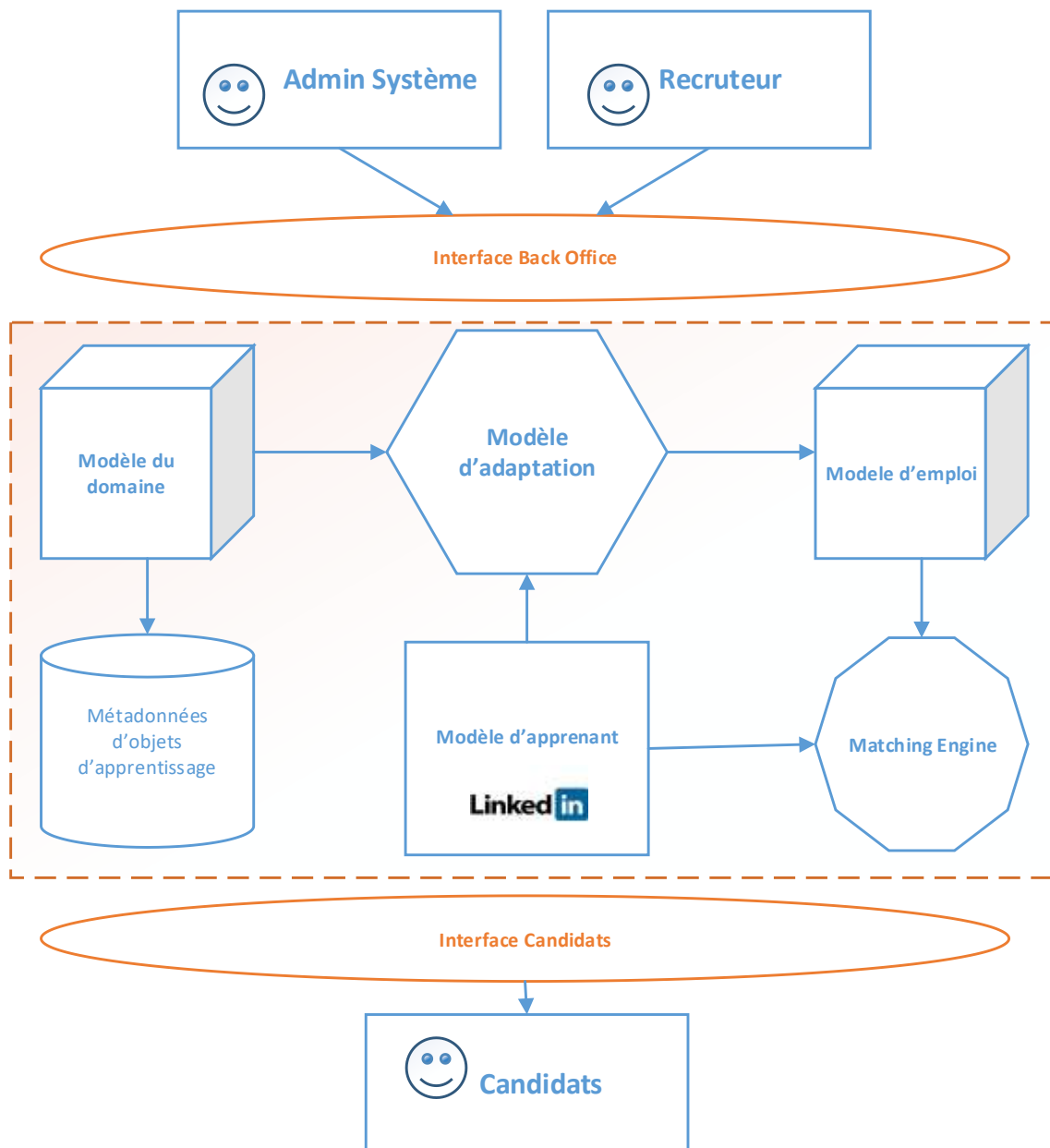


Figure 4-1: Architecture globale du SHAE-JS

## 4. Le modèle de l'apprenant (The Job Seeker)

Le modèle de l'apprenant contient toutes les informations sur l'apprenant qui permettent de s'adapter aux besoins de l'apprenant. la collecte de ces informations permet alors de fournir à l'apprenant le contenu de la formation appropriée. Les informations collectées par ce modèle seront ensuite utilisées pour construire un modèle d'apprenant qui représente son profil. Pendant le processus d'apprentissage, le système met à jour le modèle de l'apprenant. Le système peut également fournir des suggestions après que l'apprenant a terminé la formation sur ce qu'il peut faire ensuite. De plus, le modèle de l'apprenant conserve les détails du profil

pour suivre ses progrès car il peut revenir au module suivi si nécessaire. Le modèle de l'apprenant comprend quatre composantes principales : les informations personnelles, les connaissances antérieures, le style d'apprentissage et la préférence de contenu, comme illustré à la figure suivante :

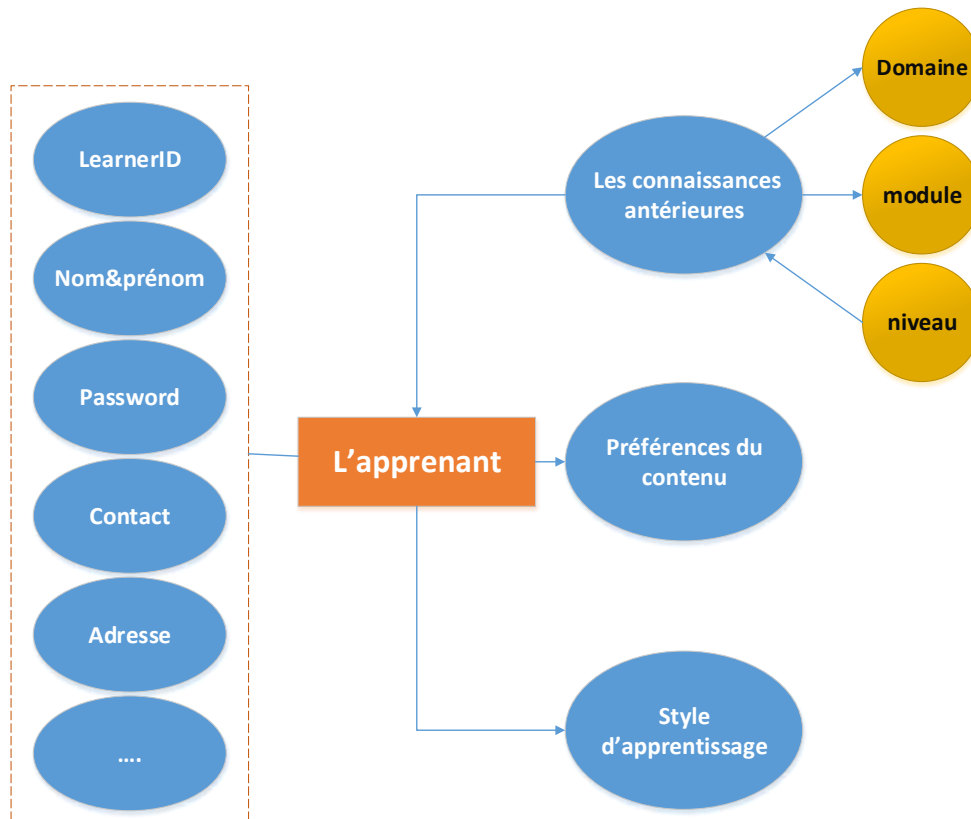


Figure 4-2: composantes principales du modèle de l'apprenant

#### **Identification personnelle de l'apprenant :**

Cette composante rassemblera les informations personnelles de l'apprenant telles que le prénom, le nom, le contact et l'adresse. L'apprenant sera ensuite invité à saisir d'autres informations telles que son nom d'utilisateur et son mot de passe pour créer un compte dans le système.

#### **Les connaissances antérieures (acquises) :**

La détermination du niveau des connaissances des apprenants est une étape cruciale dans le processus de personnalisation. De plus, les informations liées à la formation et aux connaissances antérieures de l'apprenant sont un facteur important dans l'apprentissage car elles peuvent aider ou entraver l'apprenant dans l'apprentissage de nouveaux concepts [179]. Ainsi, après avoir créé un compte, dans cette étape, l'apprenant listera ses compétences dans le module

relatif au renseignement de son CV, l'apprenant doit préciser pour chacune de ses compétences son niveau de maîtrise (Débutant - Intermédiaire - Avancé). Par exemple, si l'apprenant a déjà bénéficié dans son parcours scolaire d'une formation en Algorithmes et structures de données, il ajoute cette compétence à partir du référentiel des compétences au niveau du modèle du domaine (cf. section suivante) et coche le niveau de maîtrise correspondant à son état de profil.

La modélisation de l'apprenant est la première étape vers la fourniture d'une expérience d'apprentissage individualisée aux besoins et caractéristiques particuliers de l'apprenant (qui dans le contexte de cette thèse se réfèrent au besoin d'apprentissage pour l'employabilité et aux styles d'apprentissage). Nous avons donc besoin d'une méthode pour diagnostiquer avec précision le style d'apprentissage de l'apprenant et le degré de ses connaissances.

En pratique, la maîtrise des connaissances sera évaluée par rapport à l'analyse CV de l'apprenant.



Figure 4-3 : Les composantes du modèle de l'apprenant

Le modèle de l'apprenant reflète globalement les informations relatives au profil du candidat et son CV :

## Candidat/Chercheur d'emploi

Photo	Nom	Text
	Position	Text
	Location	Text
	adresse	Text

Education et Competences	
<b>Formations</b>	
• Liste des formations	
• Filler text filler text filler text	
• Filler text filler text filler text	
<b>Compétences</b>	
• Liste des compétences	
• Filler text filler text filler text	

Experience professionnelle	
• X années d'expérience dans l'industrie <INDUSTRY NAME> ou le secteur :	
– Project name 1	
– Project name 2	
– Project name 3	
– Project name 4	

Figure 4-4: informations profil du candidat

### Style d'apprentissage

En éducation, lorsque les styles d'apprentissage sont appliqués, les apprenants sont en mesure d'améliorer leurs expériences d'apprentissage car le contenu de la formation serait présenté d'une manière qui peut être apprise de la manière la plus optimale. Les styles d'apprentissage peuvent être utilisés pour permettre au chercheur d'emploi de faciliter l'acquisition de connaissances, de compétences ou d'attitudes par l'étude ou l'expérience conformément à son style d'apprentissage préféré [180].

Comme nous l'avons déjà évoqué dans le chapitre précédent, le FSLSM est le modèle de style d'apprentissage le plus populaire dans le domaine des SHAE. Le style d'apprentissage de l'apprenant y est évalué en appliquant le questionnaire dédié de Felder-Soloman. Les raisons de sa popularité sont résumées par [181] qui justifient leur choix pour le FSLSM par le fait qu'il remplit la plupart des critères requis à savoir :

- i) Le modèle devrait être capable de quantifier les styles d'apprentissage (et donc le modèle les calculer) ;
- ii) Le modèle devrait afficher un bon degré de validité et de fiabilité / cohérence interne (et donc fournir des évaluations précises du style d'apprentissage) ;
- iii) Le modèle doit pouvoir être utilisé avec un système éducatif adaptatif basé sur le Web ;

- iv) Le modèle doit pouvoir être utilisé avec le multimédia ;
- v) Le modèle devrait être facilement administré aux étudiants universitaires. De plus, comme Sangineto et al. l'ont noté, le FSLSM a été largement expérimenté et validé sur une population étudiante en génie. De plus, bien que d'autres modèles puissent avoir des bases théoriques plus solides, le FSLSM contient des recommandations pragmatiques utiles pour personnaliser l'enseignement en fonction des profils des étudiants.

En plus de ces raisons, nous avons opté pour FSLSM pour des raisons techniques à savoir :

- i) Le fait que la valeur de mesure des styles d'apprentissage est une valeur numérique ce qui permet une implémentation plus simple au niveau de notre système.
- ii) Le fait que le modèle repose sur un questionnaire convient à un système accessible en ligne.
- iii) Le modèle FSLSM peut être combiné avec d'autres mécanismes de réévaluation du style d'apprentissage selon le comportement et la réaction de l'apprenant vis-à-vis du contenu présenté.

En général, les SHAEs existants commencent par demander à l'apprenant de remplir un questionnaire psychologique dédié ; l'appartenance résultante à un style d'apprentissage particulier est stockée une fois pour toutes dans le modèle apprenant conservé par le système (méthode explicite). Le système se concentre alors sur la mise en œuvre de la logique d'adaptation, en utilisant un sous-ensemble des techniques identifiées dans la section modèle d'adaptation du premier chapitre. Quelques systèmes se concentrent également sur le processus de modélisation de l'apprenant, essayant d'identifier implicitement les préférences d'apprentissage des élèves, en surveillant et en analysant le comportement des apprenants dans le système.

Nous pouvons classer les systèmes de modélisation de l'apprenant en deux catégories : ceux qui utilisent des questionnaires pour identifier le style d'apprentissage et ceux qui utilisent le comportement observable des élèves.

Dans notre cas, nous allons mettre en place un système hybride qui combine les deux approches, la première qui repose sur la qualification du style d'apprentissage à travers un questionnaire selon le modèle des styles d'apprentissage FSLSM et la deuxième qui analyse le comportement de l'apprenant pour en déduire son style d'apprentissage.

La dernière version du questionnaire FSLSM, qui a été développée par Richard M. Felder et Barbara A. Soloman, a été utilisée dans cette recherche pour déterminer les préférences de style d'apprentissage des apprenants. Cet indice comporte 44 questions dans le questionnaire suggéré concernant la façon dont l'apprenant aime apprendre pour analyser le style d'apprentissage approprié. La liste des questions est donnée à l'annexe 1 et une capture d'écran de l'interface mettant en œuvre ce questionnaire et présentant un exemple de résultats est donné à la figure annexe 1.1.

Selon le modèle sur lequel l'index of Learning Styles (ILS) est basé, il y a quatre dimensions du style d'apprentissage, chaque dimension ayant deux catégories opposées (telles que active et réfléchie). Le score rapporté pour une dimension indique votre préférence pour une catégorie ou l'autre.

Si votre score pour une dimension est 1 ou 3, vous êtes assez bien équilibré sur les deux catégories de cette dimension, avec seulement une légère préférence pour l'une ou l'autre.

Si votre score pour une dimension est 5 ou 7, vous avez une préférence modérée pour une catégorie de cette dimension. Vous pouvez apprendre moins facilement dans un environnement qui ne parvient pas à répondre à cette préférence au moins une fois que vous le feriez dans un environnement plus équilibré.

Si votre score pour une dimension est 9 ou 11, vous avez une forte préférence pour une catégorie de cette dimension. Vous pourriez avoir de la difficulté à apprendre dans un environnement qui ne parvient pas à répondre à cette préférence au moins une partie du temps.

### **Apprenants actifs et réfléchissants**

- Les apprenants actifs ont tendance à mieux retenir et comprendre les informations en faisant quelque chose d'actif en les discutant ou en les appliquant ou en les expliquant aux autres. Tandis que les apprenants réfléchis préfèrent d'abord y penser tranquillement.
- Alors que «Essayons et voyons comment cela fonctionne» est une phrase récurrente chez l'apprenant actif ; "Pensons-y d'abord" est la réponse réfléchie de l'apprenant.
- Les apprenants actifs ont tendance à aimer le travail en groupe plus que les apprenants réfléchis, qui préfèrent travailler seuls.
- Assister à des conférences sans rien faire de physique mais prendre des notes est difficile pour les deux types d'apprentissage, mais particulièrement plus difficile pour les apprenants actifs.

### **Apprenants sensoriels et intuitifs**

- Les apprenants sensoriels ont tendance à aimer les faits d'apprentissage, les apprenants intuitifs préfèrent souvent découvrir les possibilités et les relations.
- Ils aiment souvent résoudre les problèmes par des méthodes bien établies et n'aiment pas les complications et les surprises ; les intuitifs aiment l'innovation et n'aiment pas la répétition. Ils sont plus susceptibles que les intuitifs d'être testés sur du matériel qui n'a pas été explicitement couvert en classe.
- Ils ont tendance à être patients avec les détails et à bien mémoriser les faits et à effectuer des travaux pratiques ; les intuitifs peuvent mieux saisir de nouveaux concepts et sont souvent plus à l'aise avec des abstractions et des formulations mathématiques.
- Ils ont tendance à être plus pratiques et plus prudents que les intuitifs ; les intuitifs ont tendance à travailler plus rapidement et à être plus innovants.
- Ils n'aiment pas les cours qui n'ont aucun lien apparent avec le monde réel ; les intuitifs n'aiment pas les cours «plug-and-chug» qui impliquent beaucoup de mémorisation et de calculs de routine.

### **Apprenants visuels et verbaux**

- Les apprenants visuels se souviennent mieux de ce qu'ils voient : images, diagrammes, organigrammes, chronologies, vidéos et démonstrations. Les apprenants verbaux tirent davantage profit des mots, des explications écrites et orales. Tout le monde en apprend davantage lorsque l'information est présentée à la fois visuellement et verbalement.
- Dans la plupart des formations, très peu d'informations visuelles sont présentées : les apprenants écoutent principalement des conférences et lisent du matériel écrit au tableau et dans des manuels et les documents.
- La plupart des gens sont des apprenants visuels, ce qui signifie que la plupart des apprenants n'obtiennent pas ce qu'il leur faut en termes de présentation visuelle en classe. Les meilleurs apprenants sont capables de traiter les informations présentées visuellement ou verbalement.

### **Apprenants séquentiels et globaux**

- Les apprenants séquentiels ont tendance à acquérir une compréhension en étapes linéaires, chaque étape suivant logiquement la précédente. Les apprenants globaux

ont tendance à apprendre par grands sauts, absorbant le matériel presque au hasard sans voir les connexions, puis soudainement «le saisissant».

- Les apprenants séquentiels ont tendance à suivre des chemins logiques pas à pas pour trouver des solutions ; les apprenants globaux peuvent être en mesure de résoudre rapidement des problèmes complexes ou d'assembler les choses de manière novatrice une fois qu'ils ont compris la situation dans son ensemble, mais ils peuvent avoir du mal à expliquer comment ils l'ont fait.

Afin d'éviter la lourdeur dans la définition du style d'apprentissage en ligne, nous avons réduit la liste des questions (initialement 44 questions) à 20 en se basant sur l'étude qui représentent les principales questions [182]. Vous trouverez dans l'annexe 2 la liste de ces 20 questions choisies en fonction de leur pertinence.

Afin de compléter notre système hybride, nous allons faire appel à une approche qui analyse le comportement de l'apprenant pour en déduire son style d'apprentissage. Pour ce faire nous allons commencer par lister certains critères qui seront utilisés pour associer les étudiants à un style d'apprentissage préféré du modèle FSLSM, comme résumé dans le tableau suivant :

<i>Paramètre</i>	<i>Valeur</i>	<i>FSLSM Préférence</i>
Nombre de visites / publications sur le forum / chat	Haute	Actif, verbal
Nombre de visites et temps consacré aux exercices	Haute	Actif, intuitif
Temps consacré au matériel de lecture	Haute	Réfléchissant
Performance sur les questions concernant les théories	Haute	Intuitif
Performance sur les questions concernant les faits	Haute	Détection
Temps passé sur un test	Haute	Détection
Nombre de révisions avant de remettre un test	Haute	Détection
Nombre de tests effectués	Haute	Détection
Nombre de visites et temps consacré aux exemples	Haute	Détection
Temps consacré au contenu avec des graphiques	Haute	Visuel
Performance dans les questions liées aux graphiques	Haute	Visuel
Performance sur les questions liées à l'aperçu des concepts et aux liens entre les concepts	Haute	Global
Performance sur les questions liées aux détails	Haute	Séquentiel
Performance sur les tests en général	Haute	Séquentiel
Nombre de visites et temps passé sur les plans	Haute	Global
Modèle de navigation	Ignorer les objets d'apprentissage	Global
Modèle de navigation	Linéaire	Séquentiel

Tableau 4-1: Correspondance entre les actions des étudiants et la préférence FSLSM

A travers ces différents critères nous pourrions mettre à jour le style d'apprentissage de l'apprenant au fur et à mesure du déroulement de l'expérience d'apprentissage.

### **Les orientations d'emploi de l'apprenant**

Vu que notre thèse s'articule autour des systèmes d'apprentissage destinés aux chercheurs d'emploi, un autre élément du modèle apprenant est la représentation des objectifs en termes d'emploi. Chaque chercheur d'emploi peut avoir un objectif d'emploi différent des autres. Cet objectif peut être modélisé sous forme d'un ensemble de positions cibles à promouvoir. Des mécanismes d'orientation adaptatifs garantissent que le chercheur d'emploi atteint les prérequis du poste en établissant un parcours d'apprentissage individuel adapté à ses antécédents et son profil.

Ces objectifs vont être basés sur le référentiel d'emploi afin de permettre l'interchangeabilité entre les différents systèmes.

## **5. La pédagogie différenciée**

Parce que nous ne pouvons pas regarder un groupe d'apprenants de la même manière, nous avons choisi d'utiliser la pédagogie différenciée pour notre modèle de système d'apprentissage en ligne, cette pédagogie a été décrite par Tomlinson [183] comme étant l'ensemble des éléments à prendre en compte en termes de styles d'apprentissage et des prérequis individuels des apprenants avant de concevoir un plan d'apprentissage. Les recherches sur l'efficacité de la différenciation montrent que cette méthode profite à un large éventail d'apprenants, de ceux qui ont des problèmes d'apprentissage à ceux qui sont considérés comme ayant des capacités élevées.

La différenciation de l'apprentissage peut signifier présenter le même matériel à tous les apprenants en utilisant une variété de stratégies pédagogiques, ou elle peut nécessiter des objets d'apprentissage à différents niveaux de difficulté en fonction des capacités de chaque apprenant.

La différenciation est pratique dans l'apprentissage sous différentes formes :

- Concevoir du contenu d'apprentissage basé sur les styles d'apprentissage des apprenants.
- Regrouper les apprenants par intérêt, sujet ou capacité partagée pour les devoirs.
- Évaluer l'apprentissage des apprenants à l'aide d'une évaluation formative.

- Gérer l'environnement d'apprentissage pour le rendre sûr et favorable.
- Évaluer et ajuster continuellement le contenu de l'apprentissage pour répondre aux besoins des apprenants.

Dans un contexte marqué par une forte concurrence dans le marché d'emploi et un besoin entreprise qui n'arrête pas d'évoluer l'apprentissage différencié et basé sur les compétences a démontré son efficacité et son intérêt. En effet, les recherches de comme celle de Leslie Owen Wilson [184] soutiennent la différenciation de l'apprentissage, constatant que la démarche le même contenu pour tout le monde est la stratégie pédagogique la moins efficace, avec seulement 5 à 10% de rétention après 24 heures. Ce type d'apprentissage correspond parfaitement aux besoins des chercheurs d'emploi qui ont des profils et des intérêts différents, qui selon le cas ils souhaitent développer leurs compétences pour décrocher une offre d'emploi quelconque.

Le choix de l'instruction différenciée pour notre système hypermédia adaptatif éducatif destiné aux chercheurs d'emploi est donc justifié par les possibilités qu'elle offre en termes d'adaptation aux styles d'apprentissage et des besoins des apprenants.

## **La différenciation de l'apprentissage au service de l'employabilité**

Selon Tomlinson, l'apprentissage peut être différencié selon quatre dimensions : 1) le contenu, 2) le processus, 3) le produit et 4) l'environnement d'apprentissage.

### **5.1. La différenciation du contenu**

Le contenu fondamental de la formation devrait couvrir les normes d'apprentissage standards. Mais certains apprenants peuvent ne pas être totalement familiers avec les concepts de la formation, certains apprenants peuvent avoir une maîtrise partielle et d'autres peuvent déjà être familiarisés avec le contenu avant le démarrage de la formation.

Afin de gérer ces situations, la pédagogie différenciée permet différencier le contenu en concevant des activités destinées à un ensemble d'apprenant en respectant les niveaux des individus.

Les apprenants qui ne sont pas familiers avec un contenu pourraient devoir effectuer des tâches aux niveaux inférieurs : se souvenir et comprendre. Les étudiants ayant une certaine maîtrise pourraient être invités à appliquer et analyser le contenu, et les étudiants qui ont des niveaux élevés de maîtrise pourraient être invités à effectuer des tâches dans les domaines de l'évaluation et de la création.

Exemples d'activités de différenciation :

- Faites correspondre les mots de vocabulaire aux définitions.
- Lisez un passage de texte et répondez aux questions connexes.
- Pensez à une situation qui est arrivée à un personnage de l'histoire et à un résultat différent.
- Distinguer le fait de l'opinion dans l'histoire.
- Identifier la position d'un auteur et fournir des preuves à l'appui de ce point de vue.
- Créer un contenu résumant la formation.

## **5.2. La différenciation du processus**

Comme discuté au niveau du chapitre 3, Chaque apprenant possède un style d'apprentissage préféré, et une différenciation réussie comprend la livraison du matériel à chaque style (visuel, verbal, auditif...etc.). Cette pédagogie liée au processus tient également compte du fait que tous les apprenants n'ont pas besoin du même type de soutien et que les apprenants peuvent choisir de travailler en binômes, en petits groupes ou individuellement. Et tandis que certains apprenants nécessitent une interaction avec le formateur ou en groupe, d'autres peuvent progresser tous seuls. L'apprentissage peut être amélioré en offrant un soutien en fonction des besoins individuels.

Exemples de différenciation du processus :

- Fournir du contenu textuel aux apprenants visuels et verbaux.
- Permettre aux apprenants auditifs d'écouter des séquences audio.
- Donner aux apprenants interactifs la possibilité de réaliser un devoir interactif en ligne.

## **5.3. La différenciation du produit**

Le produit est ce que l'apprenant produit à la fin de la formation pour démontrer la maîtrise du contenu. Cela peut prendre la forme de tests, de projets, de rapports ou d'autres activités. Les apprenants peuvent être affectés en fonction de leur style d'apprentissage et préférence à des activités qui montrent la maîtrise d'un concept éducatif.

Exemples de différenciation du produit final :

- Les apprenants visuels et verbaux rédigent un rapport de contenu.
- Les apprenants visuels créent une chronologie.
- Les apprenants auditifs font un rapport oral.

## 5.4. La différenciation de l'environnement d'apprentissage

Les conditions d'un apprentissage optimal comprennent à la fois des éléments physiques et psychologiques. Vu qu'il s'agit, dans cette thèse, d'un apprentissage en ligne, la disposition optimale du contenu au niveau de la plateforme doit être faite dans une optique de favoriser le travail individuel et en groupe.

Exemples de différenciation de l'environnement :

- Répartir certains apprenants en groupes de lecture pour discuter du sujet.
- Permettre aux apprenants de lire individuellement si vous préférez.
- Favoriser la concentration en donnant des consignes afin qu'il n'y ait pas de distraction.

La mise en place de la différenciation apportera une nouvelle dimension à notre modèle d'apprentissage pour les chercheurs d'emploi, cette dimension rendra plus complexes la mise en place du système, mais elle a plusieurs avantages comme le fait qu'elle permet de d'améliorer l'efficacité de l'apprentissage surtout pour les apprenants à forte capacité ainsi que ceux ayant des difficultés légères à sévères. Ou bien le fait que les utilisateurs du système auront plus d'options sur la façon d'apprendre du matériel, ils assumeront plus de responsabilités pour leur propre apprentissage.

## 6. Le modèle du domaine

Cette composante est la base de l'apprentissage car elle contient des objets d'apprentissage, qui doivent être conçus selon les recommandations du "Modèle d'Instruction (modèle pédagogique), qui dans notre cas est une pédagogie différenciée.

Outre le modèle de l'apprenant et le modèle pédagogique, l'architecture de notre SHAE comporte également un modèle de domaine, ce composant est la base de l'apprentissage vu qu'il contient l'ensemble de contenus pédagogiques interdépendants, liés à un domaine particulier, où chaque contenu représente un fragment de connaissances élémentaires de ce domaine. Ces contenus sont appelés objets d'apprentissage [185] qui sont définis comme «une entité numérique ou non numérique, qui peut être utilisée, réutilisée ou référencée dans une activité de formation en ligne». Ces objets doivent être conçus selon les recommandations du "Modèle d'Instruction (modèle pédagogique), qui dans notre cas est une pédagogie différenciée et seront indexés par des normes de métadonnées éducatives, dans notre nous allons utiliser la

norme telles que LOM [186], SCORM [187] ou IMS-LD [188] . Ce qui implique l'utilisation des technologies suivantes :

- Les Métadonnées des objets d'apprentissage qui vont nous permettre de récupérer, de réutiliser et de partager facilement les différents objets d'apprentissage avec les autres systèmes, et décrire chaque objet d'apprentissage dans un format commun [189]. Ce format dans notre cas va inclure : le type de contenu, la compétence associée dans le référentiel des compétences, le titre, la langue, le résumé, l'auteur, la date de création, les prérequis, le niveau et la difficulté. Ces métadonnées seront stockées dans des bases de données et liées aux objets qu'elles décrivent. Jusqu'à présent, il existe 51 référentiels d'objets d'apprentissage tels qu'ARIADNE [190] ou MERLOT [191].

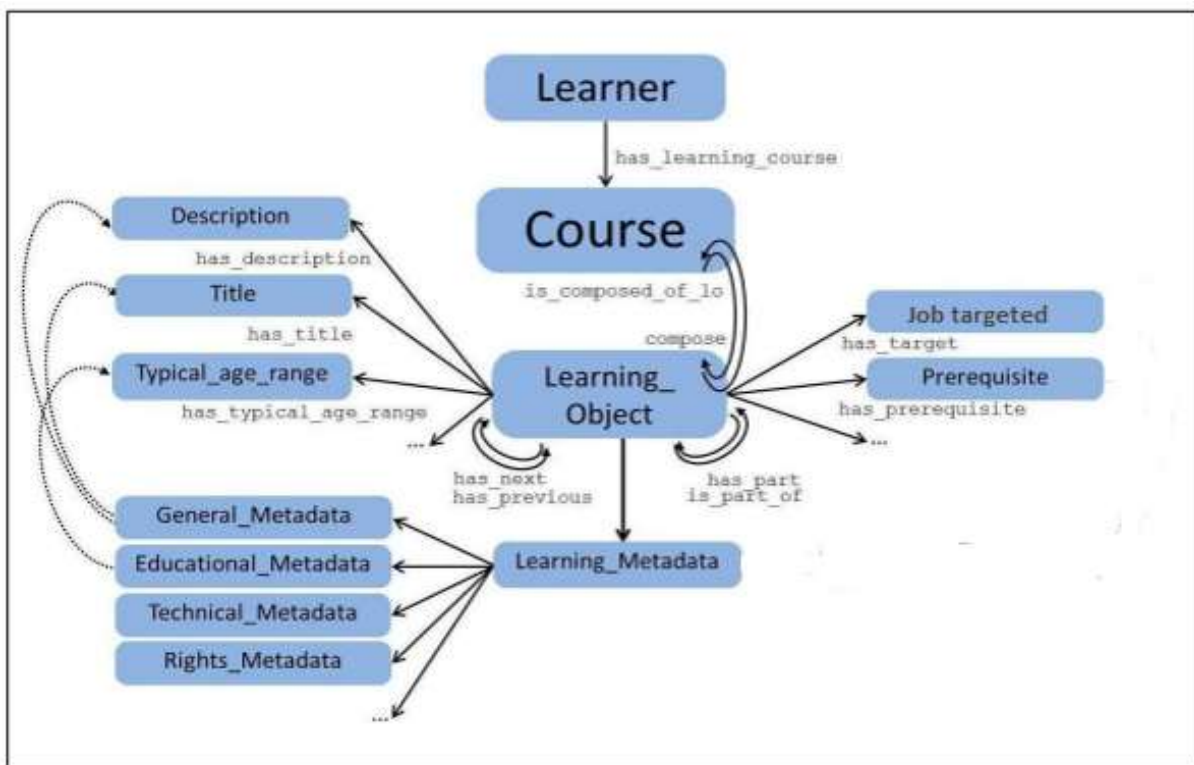


Figure 4-5: objets d'apprentissage et métadonnées

- Le web sémantique. C'est un moyen de définir ou de publier des données sur le Web, afin que les ordinateurs puissent comprendre leur signification et les traiter de manière significative [192]
- Les Ontologies permettant de représenter les concepts de domaine par des objets et des relations d'une manière hiérarchique qui prend en compte plusieurs règles. Les ontologies représentent la technologie fondamentale du web sémantique. Ils jouent

le rôle intelligent d'organiser les données, leur sémantique et leur compréhension à travers des programmes [193].

## 7. Le modèle de l'emploi

Dans cette partie, nous présenterons le modèle de l'emploi qui définit les besoins de l'emploi en fonction de la liste des compétences et des exigences que le chercheur d'emploi doit satisfaire pour répondre aux exigences du poste en question.

Ce modèle organise et décrit les besoins de l'entreprise (en termes d'emplois et d'offres). Il construit la liaison entre les composantes du besoin métier (Les caractéristiques de l'entreprise, la description de l'offre, le profil recherché, les compétences recherchées, une évaluation des compétences...)

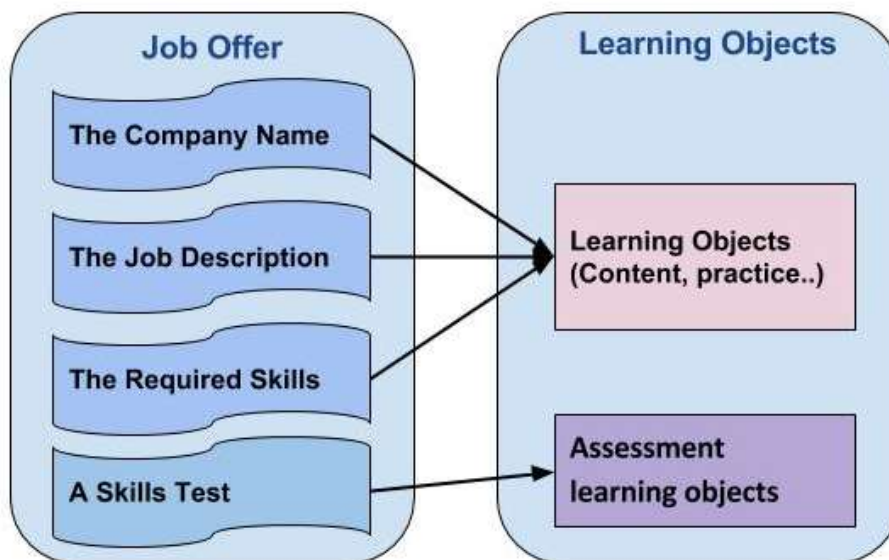


Figure 4-6: le modèle de l'emploi

La dimension principale du modèle d'emploi est basée principalement sur les «compétences requises» ; dans ce contexte, nous avons choisi le modèle nommé «overlay» pour implémenter ce composant. Ce modèle permet de représenter l'information des apprenants dans tous les domaines avec une approche adaptable. [194]

La modélisation Overlay est utilisée principalement pour organiser les connaissances en subdivisant le modèle de domaine en multiples concepts et sujets dans un objectif de construire un système hypermédia adaptatif pour l'éducation.

L'avantage d'utiliser le même système pour modéliser les connaissances au niveau du modèle d'emploi et aussi celui de l'apprenant contribuera énormément dans les travaux de

correspondance entre les besoins et les exigences d'emploi et les objets d'apprentissage relatifs aux compétences requises dans le modèle d'adaptation.

De la même manière établie dans le modèle de l'apprenant, nous utilisons le modèle d'overlay pour modéliser les compétences requises par une offre d'emploi. Au niveau du modèle de l'emploi, nous définissons pour chaque objet d'apprentissage le niveau de maîtrise nécessaire à exiger au candidat. Cela peut être explicite dans une description de poste qui permet de mettre à disposition de l'objet d'apprentissage à un groupe d'offres d'emploi.

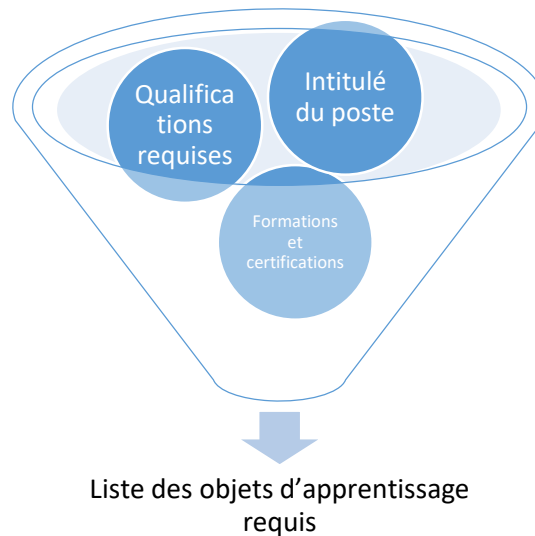


Figure 4-7: l'alimentation du modèle de l'emploi

L'offre d'emploi est représentée au niveau du modèle de l'emploi selon les principales composantes suivante (voir figure 20), elle est constituée des informations relatives à la description du poste, de l'entreprise, de la liste des compétences requises par l'employeur et du test d'aptitude.

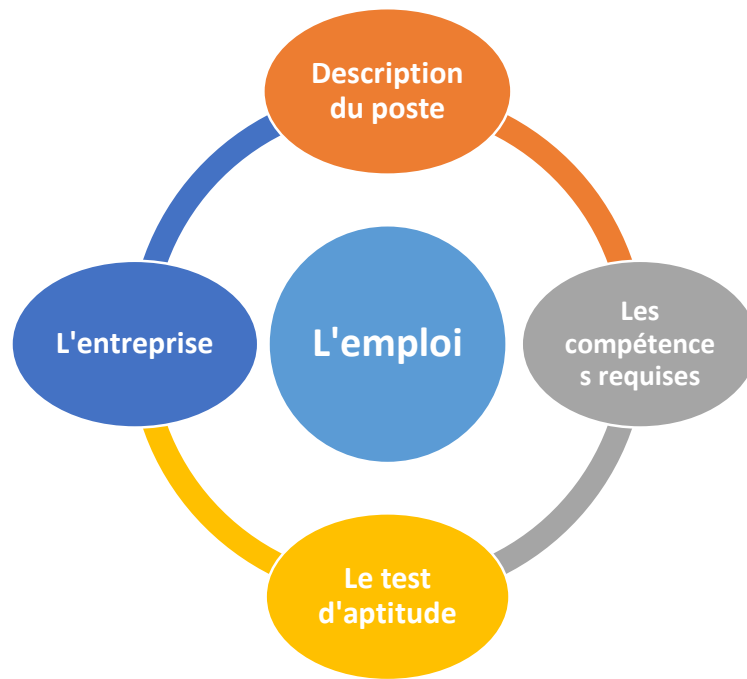


Figure 4-8: Modélisation de l'offre au niveau du modèle de l'emploi

Les informations sur le modèle de Job sont stockées dans la base de données et seront utilisées par le modèle d'adaptation pour générer le parcours d'apprentissage adapté à l'emploi recherché.

## 8. Moteur de correspondance (Matching engine)

Le but de la fonction de correspondance entre les CV des candidats et les emplois ouverts est de mesurer la capacité de la personne à occuper pleinement le poste en premier, dans un objectif de proposer un parcours d'apprentissage adapté à l'apprenant pour assurer l'emploi qu'il occupera dans l'entreprise, définir l'écart entre le curriculum vitae et l'emploi sera la clé de succès pour que le système d'apprentissage propose le parcours d'apprentissage le plus pertinent.

Dans la littérature, plusieurs modèles ont traité la problématique de la correspondance des CV aux opportunités d'emploi ([195], [196] et [7]).

Il existe différentes approches pour recommander des emplois en fonction du CV, comme HR ontology, COmmOnCV project, ou OS-SKILL project [7].

Dans notre modèle, nous allons utiliser un moteur de correspondance qui relie le CV aux emplois ouverts en calculant un score de correspondance

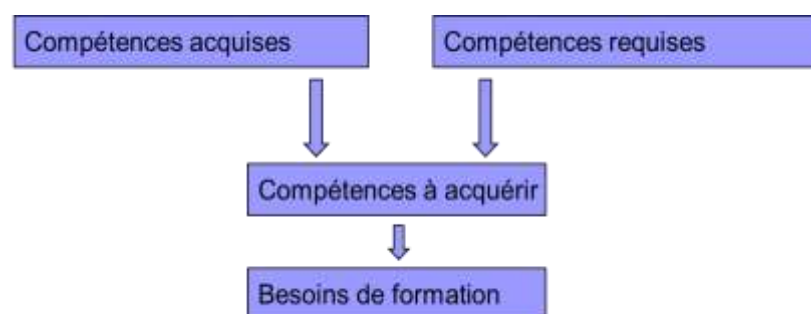
Notre architecture est basée principalement sur trois dimensions de correspondance, qui sont :

- La correspondance des compétences, qui peut être répertoriée en deux types : la correspondance des compétences requises et la correspondance des compétences préférées.
- La correspondance du poste, du lieu et de l'expérience relative.
- et la Correspondance aux valeurs de l'entreprise qui concerne les valeurs qui doivent être impliquées par l'entreprise.

## 9. Le modèle de l'adaptation

Le modèle d'adaptation représente notre moteur pour définir la liste des objets d'apprentissage basée sur l'analyse du profil de l'apprenant (Maîtrise, Style d'apprentissage...) et les détails de l'emploi choisi (compétences nécessaires ...), le travail principal consiste à attribuer les objets d'apprentissage relatifs aux compétences requises par l'entreprise (représentées par l'offre d'emploi) et les préférences et du profil de l'apprenant. (Cf. figure suivante).

Afin de déterminer la liste des objets d'apprentissage et de définir le parcours d'apprentissage convenable à l'apprenant, nous listons les objets d'apprentissage en procédant à l'élimination la liste des LOs que le candidat maîtrise (connaissances déjà acquises) de la liste des LOs requise par l'offre d'emploi. Comme les LOs sont conçus et référencés dans le même modèle (modèle de domaine), cette soustraction peut être modélisée sous sa forme standard sous la formule mathématique suivante :



$$\sum_{k=0}^n Final(LOs) = \sum_{k=0}^n Required(LOs) - \sum_{k=0}^n Acquired(LOs)$$

Où,

- LOs:

La liste des objets d'apprentissage. Cette liste doit contenir les métadonnées liées au LS du candidat.

**- Finale (LOs) :**

La liste finale qui sera utilisée dans l'apprentissage expérience.

**- Requis (LOs) :**

La liste des LOs exigées dans l'offre d'emploi

**- Acquis (LOs) :**

La liste des objets d'apprentissage déjà acquises par l'étudiant (dans notre cas : le candidat à l'emploi).

Ce processus nous permettra de lister l'ensemble des objets d'apprentissage correspondant aux besoins du chercheur d'emploi pour compléter son profil afin d'être apte à remplir la fonction en question. La problématique qui restera à traiter est le choix pour chaque compétence à apprendre entre les différentes formes des objets d'apprentissage qui répondent à la même compétence. Pour ce faire nous allons se baser l'analyse des styles d'apprentissage et du comportement des chercheurs d'emploi.

### **9.1. Les règles d'adaptation :**

En plus des différentes techniques utilisées pour représenter les modèles d'apprenants, telles que les règles, la logique floue, les réseaux bayésiens et le raisonnement au cas par cas [197]. Le modèle d'adaptation peut être représenté par des règles d'adaptation qui sont «les méthodes et techniques adaptatives utilisées pour la sélection, la navigation ou la présentation de contenu», selon [198]. L'élaboration de règles d'adaptation est une tâche difficile et, selon Popescu (2009), «une tâche délicate et fastidieuse», comme l'exige l'interprétation de la littérature afin de préciser les directives pédagogiques [199].

Notre modèle d'adaptation repose sur une composante principale « adaptation rules » qui permet de spécifier les règles d'adaptation, les mettre à jour ou de les faire évoluer.

Cette couche d'adaptation de notre système hypermédia adaptatif éducatifs repose donc sur les principes suivants :

- Les modèles de style d'apprentissage,
- Les préférences d'apprentissage, les directives pédagogiques et les technologies (prise en charge de la navigation adaptative et présentation adaptative) qui prennent en charge le processus d'adaptation.

Pour la partie adaptation par rapport au style d'apprentissage, nous avons sélectionné la liste des règles d'adaptation suivantes :

Sélection du contenu	
<b>Si "Actif"</b> ∈ LS Felder_Silverman_model (L) <b>Alors</b> présenter : mise en situation expérimentale, travaux en groupe, projet, fournir des impressions, questions	<b>Si "Réflexif"</b> ∈ LS Felder_Silverman_model (L) <b>Alors</b> présenter : Objectifs de la formation, Etude de cas, cartes conceptuelles, résumé des contenus
<b>Si "Sensoriel"</b> ∈ LS Felder_Silverman_model (L) <b>Alors</b> présenter : Les faits, matériels et données concrètes, activités pratiques, appliquer la théorie à la pratique, Etude de cas réel, cartes conceptuelles,	<b>Si "Intuitif"</b> ∈ LS Felder_Silverman_model (L) <b>Alors</b> présenter : Conceptions et théories, objets de découverts, objets favorisant la créativité et l'innovation, objectifs de la formation, cartes conceptuelles,
<b>Si "Visual"</b> ∈ LS Felder_Silverman_model (L) <b>Alors</b> présenter : Démonstrations, cartes conceptuelles, études de cas et discussion sur la synthèse	<b>Si "Verbal"</b> ∈ LS Felder_Silverman_model (L) <b>Alors</b> présenter : Matériaux à base du texte, Objectifs de la formation, résumés sur le matériel d'apprentissage, travaux et discussion en groupe, cartes conceptuelles
<b>Si "Séquentiel"</b> ∈ LS Felder_Silverman_model (L) <b>Alors</b> présenter : Parcours d'apprentissage prédéfini,	<b>Si "Global"</b> ∈ LS Felder_Silverman_model (L) <b>Alors</b> présenter : Structure du cours, système de réponse

Sélection de la Processus/présentation	
<b>Si "Actif"</b> ∈ LS FelderSilverman_model (L) <b>Alors</b> présenter : texte linéaire, discussions sur forum, chat, emails, Navigation basée sur les fleches (arriere et avant)	<b>Si "Réflexif"</b> ∈ LS Felder_Silverman_model (L) <b>Alors</b> présenter : Diaporamas, aide en ligne, emails,
<b>Si "Sensoriel"</b> ∈ LS Felder_Silverman_model (L) <b>Alors</b> présenter : Bibliothèque numérique, clip multimédias, graphiques, objets sonores, diaporamas multimédias,	<b>Si "Intuitif"</b> ∈ LS Felder_Silverman_model (L) <b>Alors</b> présenter : Textes, diaporamas à base de multimédia, Graphiques, films numériques, objets audio, textes linéaires,
<b>Si "Visual"</b> ∈ LS Felder_Silverman_model (L) <b>Alors</b> présenter : Graphiques, tableaux, diagrammes, images, vidéos, notes de couleurs avec des surligneurs, diapos avec multimédias et animations	<b>Si "Verbal"</b> ∈ LS Felder_Silverman_model (L) <b>Alors</b> présenter : Hypertexte, Objets audio, bibliothèque numérique, diaporamas
<b>Si "Séquentiel"</b> ∈ LS Felder_Silverman_model (L) <b>Alors</b> présenter : Système d'Orientation	<b>Si "Global"</b> ∈ LS Felder_Silverman_model (L) <b>Alors</b> présenter : Diaporamas, objets multimédias,

L'évolutivité de la liste des règles d'adaptation est importante dans la mesure où elle permettra de garantir la pérennité de la pertinence du système d'adaptation. Elle doit être mise à jour régulièrement afin de tenir en compte les nouveaux types de supports de formation ou compléter avec l'existant.

Pour maximiser la pertinence des objets d'apprentissage offerts aux chercheurs d'emploi, nous allons ajouter à notre système d'adaptation une couche de recommandations basée sur une

combinaison des deux approches présentées précédemment dans le chapitre deux à savoir la recommandation basée sur le contenu et la recommandation basée sur le filtrage collaboratif, cette approche a été conçue en tenant en compte le fait que les individus s'appuient souvent sur les recommandations des autres pour la prise de décisions quotidiennes [200]

## **9.2.Recommandation basée sur le contenu :**

- Dans une plateforme e-learning les attributs adoptés pour d'écrire un contenu sont : titre, auteur, thème, etc. (les métadonnées du Dublin Core) Un item est représenté dans le système au moyen d'une donnée structurée. Plus formellement, cette donnée structurée est un vecteur  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  de  $n$  composantes. Chaque composante représente un attribut et peut contenir des valeurs binaires, numériques ou encore nominales.
- Le processus principal réalisé par un système de recommandation basé sur le contenu consiste à faire correspondre les attributs d'un profil utilisateur (ou les préférences et intérêts sont stockés) avec les attributs des items d'un contenu, dans le but de recommander à l'utilisateur de nouveaux objets intéressants.
- Les travaux de [201] qui permettent de définir des propriétés liées à l'ensemble d'un document (profession de l'auteur, type du contenu, etc.) ainsi que celles relatives à des parties du contenu (forme, style, etc.)

À ce stade, les objets d'apprentissage sont sélectionnés en détectant les similitudes entre les attributs de l'apprenant à savoir ses préférences et intérêts et les éléments de contenu au niveau du modèle de domaine. Ces éléments de formation incluent les attributs tels que le nom, les mots-clés, le résumé, etc. Ainsi, un élément peut être représenté sous une forme structurée comme étant un vecteur  $X=(x_1, x_2, x_3, \dots x_n)$  de  $n$  composant ou chaque composant représente un attribut. [202]

Le processus d'adaptation consistera à faire correspondre les attributs du chercheur d'emploi avec ceux du modèle de domaine dans l'objectif de lui recommander des objets pertinents selon les étapes suivantes :

- Obtenir les attributs actuels du candidat (liste de préférences, d'intérêts,...)
- Analyse des attributs des formations à partir de la base de données au niveau du modèle du domaine (ID, nom, mots-clés et résumé...etc.).
- Faire le matching entre les attributs du candidat et la liste des formations dans le domaine.

- Ajouter les formations qui correspondent le plus dans la liste de recommandations relatives au candidat et la situation d'apprentissage.

Cette propriété permettra de donner une expérience d'apprentissage qui permet d'établir un parcours d'apprentissage optimisé et prenant en compte l'expérience utilisateur en termes de préférence et intérêts.

La recommandation basée sur le contenu permet le démarrage à froid qui consiste à :

- Donner des recommandations aux nouveaux utilisateurs dès les premières interactions avec le système
- Recommander les nouveaux items

Mais elle requiert un nombre important de descripteurs sur les items et/ou les utilisateurs pour avoir des résultats pertinents.

### **9.3.Recommandation basée sur le filtrage collaboratif (RFC) :**

La recommandation basée sur le filtrage collaboratif permet d'attribuer des éléments ou des objets d'apprentissage à un apprenant cible, en fonction des préférences des utilisateurs similaires et sur les opinions des utilisateurs ayant des goûts similaires. Dans certains cas ce type de recommandation utilise des techniques statistiques pour définir le groupe des utilisateurs similaires appelés voisins à l'utilisateur cible [203] (exemples : Amazon.com et ebay.com.)

Dans notre cas nous allons utiliser la RFC comme une approche complémentaire pour organiser les priorités des recommandations. Le mécanisme général du RFC repose sur la définition de sous-groupes (tous les sous-groupes connus sous le nom de voisins les plus proches) dont les préférences sont similaires à celles de l'utilisateur actif, les voisins du candidat actif sont les utilisateurs qui partagent le même parcours (diplômes, expériences). A cette étape on calcule la moyenne de la notation des sous-groupes pour ordonner les recommandations sur les taux élevés.

En termes d'évaluation des objets d'apprentissage nous allons faire appel à la méthode explicite qui consiste à demander à chaque utilisateur de noter les formations suivies, ce qui nous permettra d'avoir une matrice de notation sous la forme suivante :

	Formation 1	Formation 2	Formation ...	Formation K
Candidat 1		2	...	1
Candidat 2	5	3	...	
Candidat ...	...	...	...	...
Candidat N	1		...	4

Le tableau de la matrice de notation peut être modélisé sous la Matrice d'usage suivante :

$$\begin{bmatrix} NA & 2 & \dots & 1 \\ 5 & 3 & \dots & NA \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & NA & \dots & 4 \end{bmatrix}$$

Figure 4-9: matrice d'usage

Cette matrice peut être exploitée pour calculer la similarité entre les candidats et mettre à jour les groupes de voisins (candidat qui ont des préférences similaires) via la formule suivante :

$$\text{SIM}(\text{Candidat}(a), \text{Candidat}(b)) = \sum_{i=1}^k \text{notation}(\text{Formation}(i), \text{Candidat}(a)) - \text{notation}(\text{Formation}(i), \text{Candidat}(b))$$

Ou :

- SIM est la similarité entre le candidat a et b.
- Et la notation (Formation(i), Candidat(a)) est la notation attribuée par le candidat a à la formation i.

Cette approche peut être optimisée pour tenir en compte la règle d'adaptation suivante :

« Si la ressource utilisée dans la formation a permis au chercheur d'emploi d'avoir le job en question, cette même ressource sera proposée à un autre candidat similaire pour l'aider à avoir le même type de job. »

Cette approche collaborative n'a pas besoin de descripteurs sur les items/candidats, ce qui permettra au système de recommander des items dont le contenu n'est pas encore défini, ou difficilement grâce aux feedbacks des autres candidats.

Un autre avantage de ce type de système de recommandation est le fait que ce type de systèmes n'est pas basé sur le contenu, ce qui permet de filtrer n'importe quel type de ressources qu'elles soient textuelle, image, vidéo, ou autres.

Toutefois, ce type de recommandations a un problème de démarrage à froid, en effet, le système ne peut pas émettre de recommandations s'il n'y a pas eu suffisamment d'interactions candidats/items.

## 9.4.Optimisation du parcours d'apprentissage :

Une fois la liste des LOs pondérées à proposer à l'apprenant est définie, nous nous retrouvons avec un graphe G de LOs représentant l'ensemble des parcours de formations possibles. Nous allons opter pour l'algorithme Glouton pour construire pas à pas un chemin dans le graphe G qui passe par tous les LOsélection de la formation.

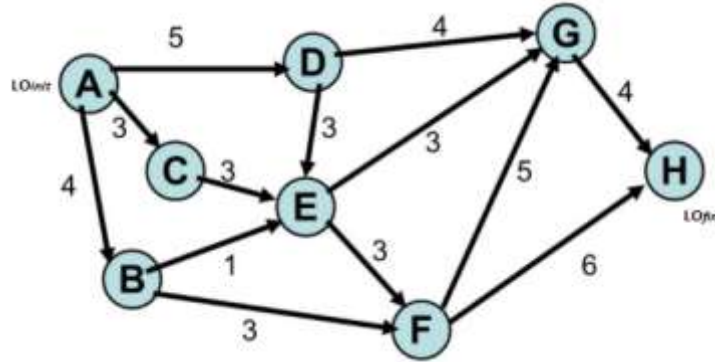


Figure 4-10: Graphe des LOs pondéré par les durées d'apprentissage

- L'algorithme commence son exploration à partir d'un LO de départ  $LO_{init}$  et termine avec  $LO_{fin}$
- L'algorithme va choisir aléatoirement le prochain objectif (de la liste des  $LO_{Selection}$  ) à réaliser dans le graphe G.
- Puis il procédera au calcul du plus court chemin pour atteindre cet objectif, par un algorithme de type Dijkstra.

L'Algorithme de construction de la solution  $S_0$  avec une méthode gloutonne prend comme input :

- Un graphe orienté G de LO pondérés
- L'ensemble OBJ des LO de type objectif
- Un LO de départ  $LO_{init} \in D$  et un LO fin  $LO_{fin} \in OBJ$

Et génère en output:

- Une solution  $s_0$  : une liste ordonnée de LO à suivre pour valider tous les objectifs

```

 $s_0 = lo_{init}$ 
 $lo_{courant} = lo_{init}$ 
 $ObjNonValides = OBJ$  ensemble des LO objectif non validés
 $O$  LO de type objectif
while  $lo_{courant} \neq lo_{fin}$  do
     $O = RechercherAleatoireObj(G, lo_{courant}, ObjNonValides)$ 
     $s'_0 = Dijkstra(G, lo_{courant}, O)$ 
     $s_0 = s_0 \cup s'_0$ 
    Mettre à jour  $ObjNonValides = ObjNonValides \setminus \{O\}$ 
    Mettre à jour  $lo_{courant}$ 
end while
Return  $s_0$ 

```

Figure 4-11: Algorithme Dijkstra

## 10. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons utilisé pour établir l'architecture de notre système d'apprentissage adaptatif pour les chercheurs d'emploi le modèle d'Overlay, les styles d'apprentissage de Felder et Silverman et un Modèle d'emploi. Notre modèle est basé sur deux éléments principaux, le premier est le modèle de l'apprenant et le second est le modèle de l'emploi, l'objectif principal est d'établir une expérience d'apprentissage capable d'adapter l'étudiant à l'emploi qu'il souhaite avoir. Par cette approche, nous assurons le lien entre les systèmes d'apprentissage et les exigences métier. Le défi est de construire un système basé sur ce modèle qui fonctionne à la fois pour les entreprises et les demandeurs d'emploi.

De plus, notre architecture repose sur un modèle d'adaptation basé sur plusieurs couches d'adaptation : l'adaptation par rapport aux styles d'apprentissage, l'adaptation par rapport aux besoins et prérequis de l'offre d'emploi, les recommandations basées sur le contenu et sur le filtrage collaboratif.

# Chapitre 5 : Conception et mise en place du prototype de notre système hypermédia adaptatif éducatif pour les chercheurs d'emploi « AEHS-JS »

## 1. Introduction

Afin de valider les techniques de modélisation et d'adaptation proposées dans les chapitres précédents, nous les avons mis en œuvre dans un prototype de système éducatif expérimental appelé AEHS-JS (Adaptive Educational Hypermedia System for Job Seekers).

Le système AEHS-JS s'adresse principalement aux chercheurs d'emploi, qui souhaitent compléter leur profils à travers un programme d'apprentissage en ligne qui leur proposera des objets d'apprentissage qui correspondent d'une part à leur profil en termes de styles d'apprentissage et de niveau de connaissances et d'autre part aux besoins en compétences exigées par le poste en question. Il se base sur les styles d'apprentissage de Felder Silverman afin de définir le modèle d'apprenant avec précision en intégrant les préférences d'apprentissage identifiées à travers l'analyse du comportement du candidats et les règles d'adaptation relatives, le système propose aux chercheurs d'emploi des formations individualisées et adaptées.

AEHS-JS fournit également les fonctionnalités de recommandations basées sur le contenu et les recommandations basées sur le filtrage collaboratif ce qui lui permet de proposer des objets d'apprentissage adaptés aux préférences et aux intérêts des chercheurs d'emploi, le parcours d'apprentissage constitué de ces objets sera optimisé par le système à travers la méthode du parcours optimisé basé sur l'algorithme connu de Dijkstra. Ce qui donne à notre modèle d'adaptation 4 couches d'adaptation :

- L'adaptation par rapport au style d'apprentissage à travers le questionnaire de FLSLM et les règles d'adaptation associées.
- L'adaptation par les recommandations basées sur le contenu

- L'adaptation par les recommandations basées sur le filtrage collaboratif
- Et l'adaptation principale qui prend en compte les besoins et prérequis des offres d'emploi.

Secondairement et dans le cadre de cette thèse, AEHS-JS propose également aux candidats la possibilité de matcher leur CVs avec les offres d'emploi disponibles, ce module de matching utilise les données relatives aux compétences des candidats et effectue un matching avec les compétences exigées par les offres proposées. Les candidats pourront donc choisir entre les positions ouvertes et qui correspondent le mieux à leur profils ; ainsi ils pourront répondre aux prérequis des postes avec un minimum de formation via le même système.

Chacune de ces fonctionnalités sera présentée dans l'une des sections de ce chapitre, comme suit : d'abord l'architecture globale du système est incluse dans la section 6.1, suivie par la description de la manière intelligente d'organiser et d'indexer le matériel d'apprentissage dans la section 6.2. Ensuite, chacun des sous-composants du l'AEHS-JS est présenté tour à tour, en commençant par le modèle de l'apprenant et celui de l'emploi (section 6.3), jusqu'au modèle d'adaptation (section 6.6). La validation expérimentale du système se fait par la création et la mise en œuvre d'une offre d'emploi « Business Analyst dans le domaine bancaire » (comme décrit à la section 6.7) et de tester ce scénario avec des candidats qui souhaitent postuler pour cette offre et suivre des formations adaptées à leurs profils afin d'augmenter leur chances d'avoir la position. (Comme indiqué à la section 6.8).

## 2. Architecture de l'AEHS-JS

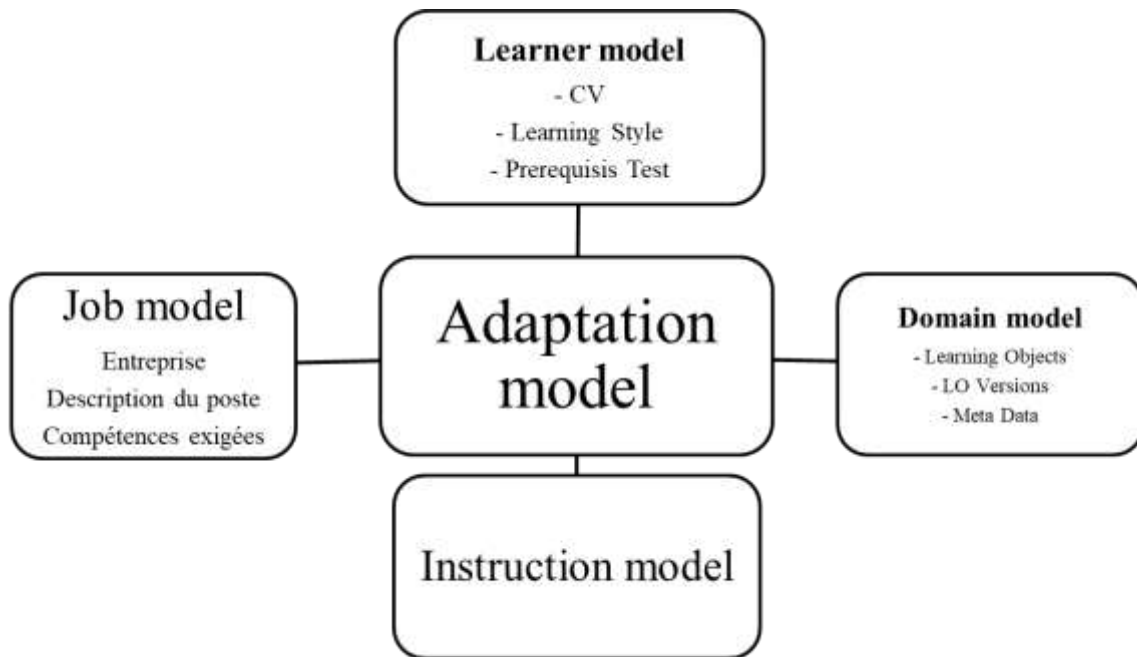


Figure 5-1: Architecture globale d'AEHS-JS

Comme le montre la figure précédente, L'AEHS-JS repose sur 5 modèles principaux à savoir :

- Le modèle d'emploi,
- Le modèle de domaine,
- Le modèle de l'apprenant,
- Le modèle d'instruction
- et le modèle d'adaptation

Dans ce qui suit nous aborderons l'implémentation de ces composantes de manière détaillée dans les sections qui suivent.

Le modèle de l'apprenant offre plusieurs fonctionnalités :

- un module d'authentification qui permet aux chercheurs d'emploi de s'enregistrer et de compléter leur profils avec les informations nécessaires ainsi que leur CV détaillé (Formations, expériences, liste de compétences, hobbies...etc)
- une fonctionnalité questionnaire d'ILS de Felder Silverman qui permet d'évaluer avec précision le style d'apprentissage des candidats.
- Un module qui permet d'ajouter les formations selon les standards de SCORM.
- Un module de recherche et de matching des emplois correspondants au profil de l'utilisateur.
- Tous outils sont organisés autour d'un module d'adaptation qui permet de gérer l'ensemble des aspects d'adaptation relatifs au système.

Une interface d'administration est également mise en place pour les besoins d'administration et de paramétrage du système, cette interface est accessible uniquement aux utilisateurs privilégiés (administrateur, gestionnaire...)

### Aspect technologiques :

En ce qui concerne l'implémentation, Nous avons utilisé les technologies PHP v7.3, Javascript/jQuery et XML. Nous avons fait recours à Apache comme serveur Web HTTP et MYSQL v.5. est utilisé comme SGBD.

Le premier objectif du système AEHS-JS est de modéliser dynamiquement l'apprenant : identifier les préférences d'apprentissage à travers le questionnaire ILS de Felder Silverman puis, en fonction de ceux-ci, déduire l'appartenance à une dimension de style d'apprentissage particulière. Le deuxième objectif est d'adapter en conséquence la navigation et les ressources pédagogiques pour correspondre aux préférences d'apprentissage des candidats. Et ensuite sélectionner les objets d'apprentissages qui correspondent le mieux aux exigences de l'entreprise qui a publié l'offre d'emploi et enfin organiser tous ces dimensions autour des offres d'emploi les plus adaptées au profil du chercheur d'emploi.

## 3. Le modèle de l'apprenant :

Le modèle de l'apprenant de notre système AEHS-JS repose principalement sur deux composantes, les styles d'apprentissage de Felder Silverman qui permettent de définir les préférences d'apprentissage selon l'indice d'ILS et le CV du candidat qui représente les connaissances sous forme de compétences et d'expérience acquises. (cf. figure suivante)

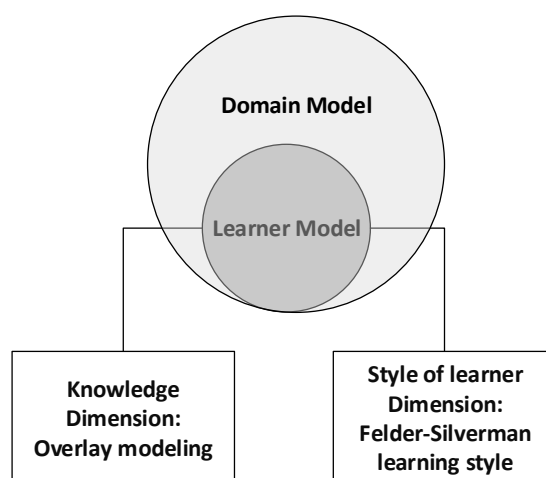


Figure 5-2: Dimensions du modèle de l'apprenant

Ces deux dimensions peuvent être modélisées en détail par les éléments suivants :

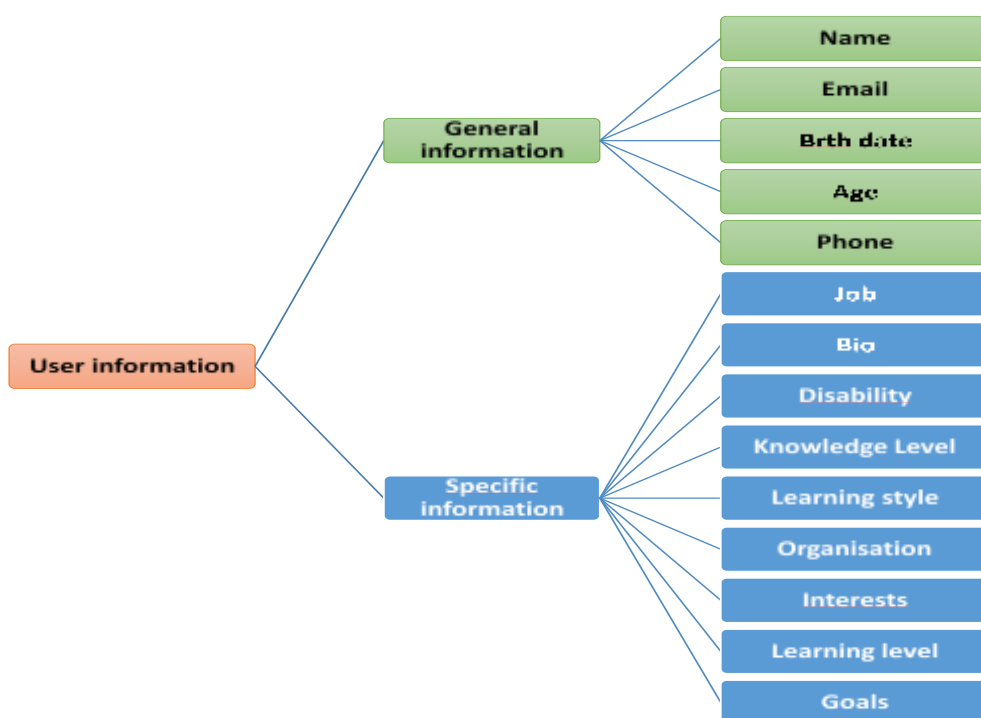


Figure 5-3: les principaux éléments et données du modèle de l'apprenant

Il y a eu un grand intérêt dans le domaine de l'éducation aux styles d'apprentissage au cours des 20 dernières années, ce qui a conduit à la prolifération des approches proposées. [204] ont identifié 71 modèles de styles d'apprentissage, parmi lesquels 11 ont été classés comme modèles majeurs, en fonction de leur importance théorique, de leur utilisation généralisée et de leur influence sur d'autres modèles de style d'apprentissage :

- Indice de style cognitif d'Allinson et Hayes.
- Profil de style de motivation d'Apter [205]
- Le modèle et les instruments des styles d'apprentissage de Dunn et Dunn [206]
- Inventaire des approches et des techniques d'étude d'Entwistle pour les étudiants
- Le modèle Mind Styles et le délimiteur de styles de Gregorc
- Instrument de dominance cérébrale de Herrmann (HBDI)
- Questionnaire sur les styles d'apprentissage de Honey et Mumford
- Jackson's Learning Styles Profiler
- Inventaire des styles d'apprentissage de Kolb
- Indicateur de type Myers-Briggs

Notre système a été basé sur l'indice des styles d'apprentissage de Felder Silverman pour des raisons d'adéquation avec la conception des systèmes d'apprentissage en ligne adaptatifs et de la possibilité de qualifier le style d'apprentissage par des valeurs numériques [207]

Comme présenté dans le chapitre précédent le modèle de style d'apprentissage de Felder Silverman repose sur un questionnaire de 44 questions qui permet de définir le style d'apprentissage du candidat. Afin de réduire la lourdeur de ce processus, nous avons gardé les 20 questions les plus pertinentes en termes de définition du style (voir tableau ci-dessous) en partant de l'hypothèse que les candidats vont vouloir donner des réponses objectives vu qu'ils essaieront d'avoir un résultat fidèle à leur style pour une meilleure expérience d'apprentissage.

Style d'apprentissage		Question (a = +1, b = -1)
<b>actif</b>	<b>Réfléchissant</b>	Je suis plus susceptible d'être considéré : (a) sortant. (b) réservé.
		Je comprends mieux quelque chose après avoir : (a) essayé. (b) y réfléchi.
		Dans les cours que j'ai suivis : (a) J'ai généralement fait la connaissance de nombreux étudiants. (b) J'ai rarement rencontré beaucoup d'étudiants.
		Je préfère d'abord : (a) essayer les choses. (b) réfléchir à la façon dont je vais le faire.
		Je préfère étudier : (a) dans un groupe d'étude. (b) seul.
<b>Détection</b>	<b>Intuitif</b>	Si j'étais enseignant, je préférerais donner un cours : (a) qui traite des faits et des situations de la vie réelle. (b) qui traite des idées et des théories.
		Je préfère les cours qui mettent l'accent sur : (a) le matériel concret (faits, données). (b) matériel abstrait (concepts, théories).
		Je préfère l'idée de : (a) la certitude. (b) théorie.
		Je trouve plus facile : (a) d'apprendre des faits. (b) apprendre des concepts.
		Je préfère être considéré :( (a) réaliste. (b) innovant.
<b>Visuel</b>	<b>Verbal</b>	Lorsque quelqu'un me montre des données, je préfère : (a) des tableaux ou des graphiques. (b) texte résumant les résultats.
		Dans un livre avec beaucoup d'images et de graphiques, je suis susceptible de : (a) regarder attentivement les images et les graphiques. (b) se concentrer sur le texte écrit.
		Je préfère obtenir de nouvelles informations dans : (a) des images, des diagrammes, des graphiques ou des cartes. (b) des instructions écrites ou des informations verbales.
		Je me souviens le mieux : (a) de ce que je vois. (b) ce que j'entends.
		Quand je pense à ce que j'ai fait hier, je suis le plus susceptible d'obtenir : (a) une photo. (b) des mots.

<b>Séquentiel</b>	<b>Global</b>	Lorsque j'apprends un nouveau sujet, je préfère : (a) rester concentré sur ce sujet, en apprendre autant que possible sur ce sujet. (b) essayer d'établir des liens entre ce sujet et des sujets connexes.
		Il est plus important pour moi qu'un instructeur : (a) présente le matériel en étapes successives claires. (b) donnez-moi une image globale et reliez le matériel à d'autres sujets.
		Une fois que je comprends : (a) toutes les parties, je comprends tout. (b) le tout, je vois comment les pièces s'ajustent.
		Lors de la résolution de problèmes en groupe, je serais plus susceptible de : (a) penser aux étapes du processus de résolution. (b) réfléchir aux conséquences ou applications possibles de la solution dans un large éventail de domaines.
		J'ai tendance à : (a) comprendre les détails d'un sujet mais peut être flou sur sa structure globale. (b) comprendre la structure globale mais peut être flou sur les détails.

Tableau 5-1: Les 20 questions les plus pertinentes dans le questionnaire de Felder Silverman

Le modèle de l'apprenant peut donc être représenté de façon simplifiée selon le schéma relationnel suivant :

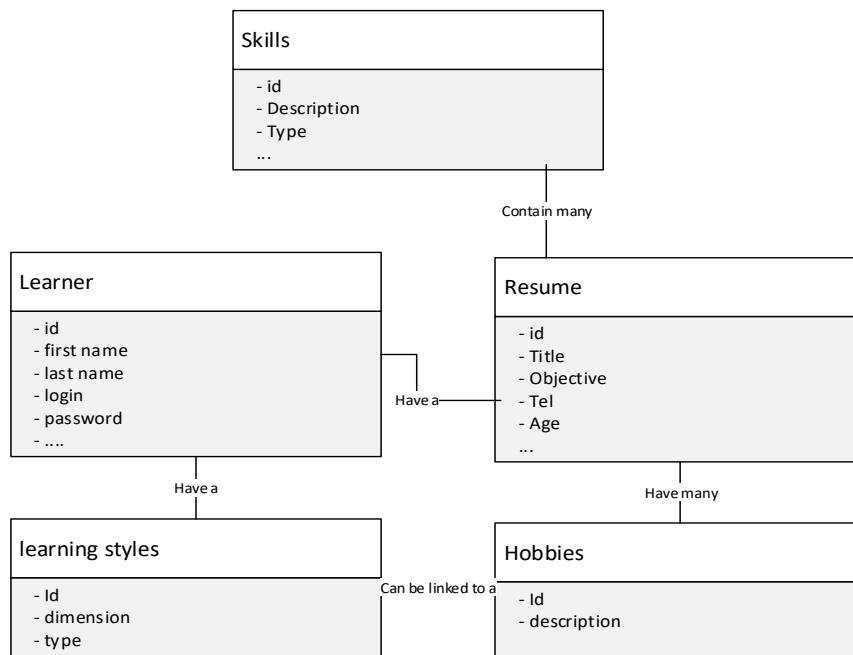


Figure 5-4: schéma relationnel du modèle de l'apprenant

Ou l'apprenant possède un style d'apprentissage et un CV, le CV contient des compétences et des centres d'intérêt, ces derniers peuvent être liés à des styles d'apprentissage.

Le système pourrait donc à travers le questionnaire en ligne définir le style d'apprentissage de l'apprenant pour l'utiliser dans l'affectation des objets d'apprentissage selon ce style, en cas d'absence des résultats du questionnaire le système peut utiliser certaines centres d'intérêt pour déduire le style d'apprentissage.

Les combinaisons des styles d'apprentissage est un ensemble de quadruples composé des éléments qui représentent les dimensions de FLSM suivants : [ (Actif/Réfléchi) ; (Sensoriel/Intuitif) ; (Visuel/Verbal) ; (Séquentiel/ Global))]

A noter que les valeurs de styles d'apprentissage se situent dans la plage [-11 ... + 11].

Afin de préparer l'adaptation par rapport aux styles d'apprentissage des candidats, nous allons mettre une table de correspondance entre les styles d'apprentissage et les types d'objet d'apprentissage sous le format suivant :

Styles d'apprentissage	Type d'objet d'apprentissage
Actif	Quiz
	Exercices
Réfléchi	Exemples
	sommaires
Sensoriel	Explications
	faits
Intuitif	Définitions
	Algorithmes
Visuel	Images
	Graphes
Verbal	Texte,
	Audio
Séquentiel	Etape par étape
	exercices
Global	Plan
	Sommaire,
	liens

Tableau 5-2: Correspondance entre styles d'apprentissage et type d'objet d'apprentissage

Cette table sera utilisée par le modèle d'adaptation pour affecter les objets d'apprentissage aux styles correspondants.

## 4. Le modèle de domaine :

Dans cette section, nous allons répondre à la question principale qui est : comment classer le matériel d'apprentissage de manière à pouvoir identifier les préférences des apprenants et être en mesure de sélectionner différents contenus pour différents apprenants ? Selon Cristea , l'existence d'une description statique du contenu d'apprentissage (métadonnées) est une condition nécessaire à l'introduction d'un modèle d'adaptation (description dynamique). Nous abordons donc le problème des métadonnées éducatives dans la sous-section suivante, détaillant l'organisation de la formation dans les sous-sections suivantes. Notre proposition d'annotation du matériel de formation repose sur les travaux de [208].

## 4.1. Les métadonnées éducatives

Les métadonnées éducatives sont un type spécial de métadonnées qui fournissent des informations sur les objets d'apprentissage (c'est-à-dire toute ressource numérique reproductible et adressable qui peut être réutilisée pour soutenir l'apprentissage. Actuellement, il existe plusieurs initiatives pour normaliser les métadonnées éducatives, abordant les problèmes de réutilisabilité, d'interopérabilité, de durabilité, de partage et d'adaptabilité.

Les métadonnées de LOM (Learning Object Metadata) est la norme la plus importante, élaborée par le Comité des normes de technologie d'apprentissage de l'IEEE. IMS Global Learning Consortium (IMS Global Learning Consortium, 2008) a également contribué à la rédaction de l'IEEE LOM et, par conséquent, la version actuelle de la spécification IMS Learning Resource Metadata (IMS LRM v.1.3) est basée sur le modèle de données IEEE LOM. LOM contient neuf catégories de métadonnées : Général, Cycle de vie, Méta-métadonnées, Technique, Éducatif, Droits, Relation, Annotation et Classification (cf. figure suivante).

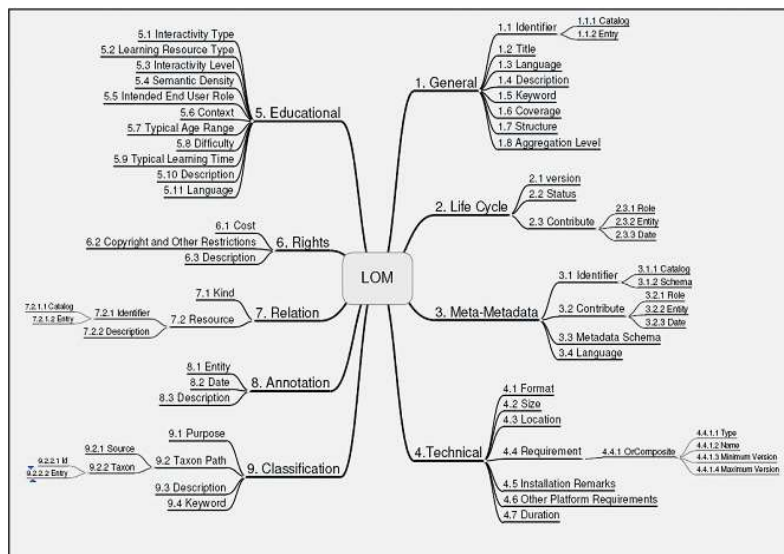


Figure 5-5: Une représentation schématique de la hiérarchie des éléments dans le modèle de données LOM

Les attributs qui sont pertinents du point de vue de l'apprentissage et de la pédagogie sont les attributs éducatifs, en particulier le type de ressource d'apprentissage. Ses valeurs possibles sont : l'exercice, la simulation, le questionnaire, le diagramme, la figure, le graphique, l'index, la diapositive, le tableau, le texte narratif, l'examen, l'expérience, l'énoncé du problème, l'auto-évaluation, la lecture.

Un autre standard largement connu est le SCORM (Sharable Content Object Reference Model), qui découle des exigences d'apprentissage en ligne des forces armées

américaines, produit par l'initiative ADLNet (Advanced Distributed Learning Network). SCORM comprend trois types de métadonnées de contenu d'apprentissage : les métadonnées de média brut (qui fournissent des informations sur les actifs indépendamment du contenu d'apprentissage), les métadonnées de contenu (qui fournissent des informations sur le contenu d'apprentissage, indépendamment d'une agrégation de contenu particulière) et les métadonnées de cours (qui fournissent des informations sur l'agrégation de contenu).

La norme de métadonnées Dublin Core est un schéma de métadonnées à usage général simple mais efficace, pour décrire un large éventail de ressources en réseau. Il a été développé dans le cadre de la Dublin Core Metadata Initiative (DCMI). Une task force conjointe DCMI / IEEE LTSC a été lancée, dans le but de développer une représentation des éléments de métadonnées de l'IEEE LOM dans le Dublin Core Abstract Model. [209]

Dans cette thèse nous avons opté pour les métadonnées SCORM pour leur facilité d'usage et critères spécifiques d'accessibilité (accès aux différents composants éducatives des différents systèmes d'apprentissage), d'adaptabilité (facilite la personnalisation de l'apprentissage selon les besoins des apprenants), la durabilité (les nouvelles technologies s'adaptent à ce standard et donc assure sa continuité), l'interopérabilité et réutilisation (utilisation sur différents plateformes). Ce qui nous permettra de réutiliser les objets d'apprentissage produites par d'autres plateformes dans notre système sans devoir effectuer des adaptations ou mise à jours.

La norme SCORM requiert certaines spécificités à savoir :

- en créant une formation e-Learning avec un outil de création qui est «compatible SCORM», la sortie est un dossier Zip.
- Le contenu et les règles de navigation sont décrits dans un fichier xml.
- Les données comprennent les informations utiles suivantes :
  - lesson\_location (là où l'apprenant s'est arrêté)
  - suspend\_data (signet avec les informations spécifiques, par exemple paragraphe)
  - lesson\_status (le statut de la formation : réussie, échec, complet, incomplet)
  - session\_time, total\_time : Le temps de session et le total
  - score\_raw : le score obtenu par l'apprenant
  - mastery\_score : la note de passage

- interactions : réponses individuelles aux questions d'examen, temps passé, etc.

Pour implémenter cette norme au niveau de notre AEHS-JS nous avons choisi entre les différents Frameworks existants comme iSpring Suite, Articulate 360, Adobe Captivate, Lectora Online et SCORM cloud, et nous avons opté pour ce dernier ces fonctionnalités avancées en termes de gestions des objets et la possibilité de l'intégrer avec les autres plateformes via une API accessible sur HTTPS.

Software	iSpring Suite	Articulate 360	Adobe Captivate	Lectora Online	SCORM cloud
Caractéristiques					
Type	Bureau	bureau + cloud	Bureau	basé sur le cloud	Basé sur le cloud
SCORM support	1.2 / 2004	1.2 / 2004	1.2 / 2004	1.2 / 2004	1.2 / 2004
Platform	Windows	Windows	Windows/mac	Web	Web

Figure 5-6: Les logiciels de génération de contenu SCORM



Figure 5-7: interface de suivi des formations via le module Scorm Cloud dans AEHS-JS

## 5. Le modèle de l'emploi :

Le modèle de l'emploi représente principalement l'offre d'emploi qui correspond le mieux au profil du candidat, c'est le composant qui représente le poste recherché par le chercheur d'emploi, il regroupe les éléments de l'offre à savoir :

- **L'entreprise :**

Les caractéristiques de l'entreprise comme le domaine d'exercice, la culture d'entreprise, le style du management, représentent des informations utiles qui peuvent faire la différence lors du choix du candidat.

- **La description du poste :**

La description du poste en question contient des mots clés qui peuvent aider à définir sélectionner le candidat adéquat au poste et ainsi définir le plan de formation nécessaire pour ce candidat.

- **Le profil souhaité :**

Il contient le nombre d'année d'expérience, le type de profil, la formation et le niveau de formation.

- **La liste des compétences requises :**

Cette rubrique est la plus importante vu qu'elle regroupe l'ensemble des compétences exigées par l'offre d'emploi, dans notre modèle nous sommes basés sur un référentiel des compétences qui regroupe l'ensemble des compétences possibles dans les offres d'emploi [210] Ce qui nous permettra d'avoir pour chaque offre d'emploi une liste correspondante de compétences requises pondérés par le niveau de maîtrise, ce référentiel sera utilisé pour aider les entreprises dans la spécification des compétences lors de la publication des offres. En cas d'absence de précision de la liste des compétences requises dans une offre d'emploi le système pourra utiliser ce même référentiel pour déduire la liste des compétences définies par métier. (cf. figure suivante)

Références du titulaire		
<b>Formation de base</b>		Bac + 5
<b>Formation spécifique</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Management de la qualité ;</li> <li>■ Audit qualité.</li> </ul>
<b>Expérience professionnelle</b>		Au moins 5 ans en tant qu responsable qualité.
Compétences requises		
Type	Contenu	Niveau
<b>Savoirs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Management des organisations ;</li> <li>• Management de la qualité ;</li> <li>• Normes de la famille ISO 9000 ;</li> <li>• Norme ISO 19011 ;</li> <li>• Identification et formulation des processus</li> </ul>	III II II II
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Management des ressources humaines ;</li> <li>• Rédaction administrative;</li> <li>• Organisation, mission et culture de l'Administration..</li> </ul>	III III III
<b>Savoirs-faire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborer et mettre en œuvre un plan d'audit ;</li> <li>• Elaborer et mettre en œuvre les outils d'investigation ;</li> <li>• Apprécier le système qualité ;</li> <li>• Apprécier le système documentaire ;</li> <li>• Identifier les causes réelles ou potentielles des non conformités ;</li> <li>• Déterminer les actions préventives et correctives à entreprendre ;</li> <li>• Identifier des éléments, indices et pistes pouvant contribuer à améliorer le SMQ</li> <li>• Rédiger un rapport d'audit ;</li> <li>• Assurer le suivi de la mise en œuvre des recommandations ;</li> <li>• Organiser et réaliser une formation</li> <li>• Utiliser les techniques de communication ;</li> <li>• Utiliser les techniques de négociation ;</li> </ul>	II II II II II II II II III III III III IV IV

Tableau 5-3: liste des compétences requises avec niveau de maîtrise pour le poste « Auditeur qualité interne »

### - Le test de compétences.

Pour chaque compétence requise, le candidat peut passer un test de niveau (si le test est disponible au niveau du modèle de domaine) pour évaluer son niveau de maîtrise de ladite compétence. Ce test est utile dans la mesure où il permet de qualifier les objets d'apprentissage à attribuer au candidat.

Le schéma relationnel du modèle de l'emploi peut être présenté sous sa forme simplifiée comme suit :

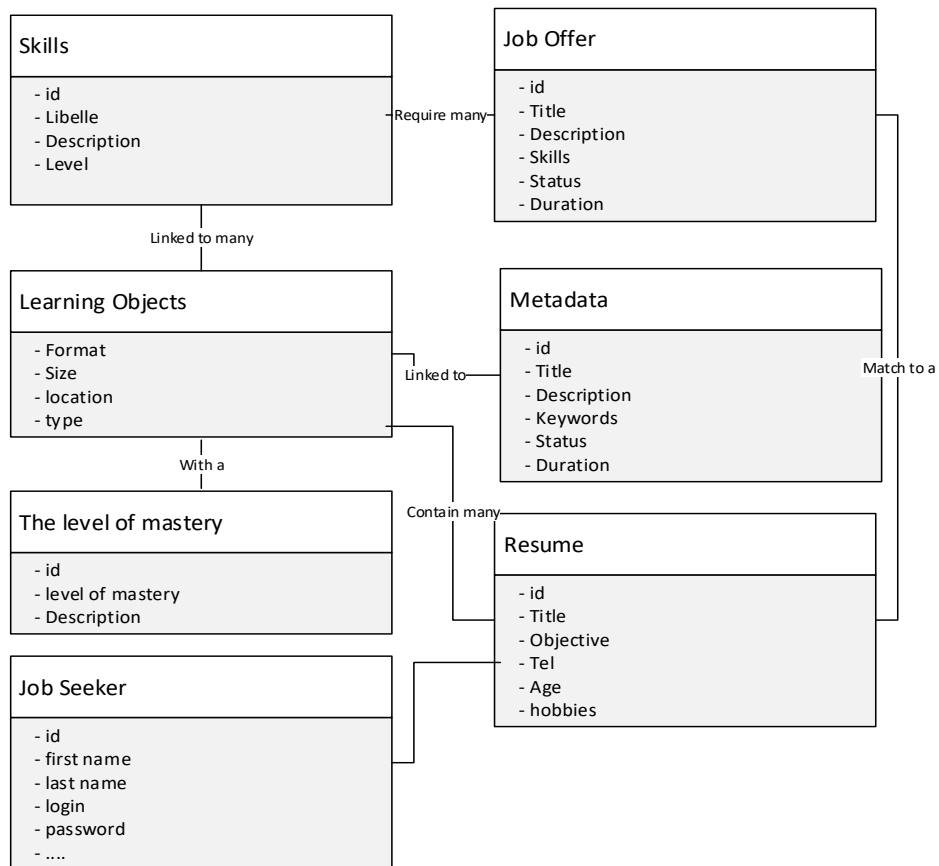


Tableau 5-4: Le schéma relationnel simplifié de l'offre d'emploi

Le candidat s'authentifie au niveau du système AEHS-JS de deux manières :

- **Authentification via son profil LinkedIn :**

Le système AEHS-JS est interfacé avec le réseau social d'emploi LinkedIn via une API qui permet de vérifier l'utilisateur et récupérer les données de son profil LinkedIn.

Le candidat peut donc utiliser son profil LinkedIn afin de s'identifier au niveau du système, ce dernier récupère son profil linkedIn et mis à jour les données du modèle d'apprenant et du modèle d'emploi. Le reste des données manquantes doivent être introduite par le candidat. (cf. figure suivante)

Figure 5-8: Authentification via son profil LinkedIn

- **Authentification via enregistrement au niveau AEHS-JS :**

Le candidat s'enregistre de façon normale au niveau du système et doit introduire l'ensemble des données (cf. figures suivantes)

Figure 5-9: formulaire de saisie du CV et profil Candidat

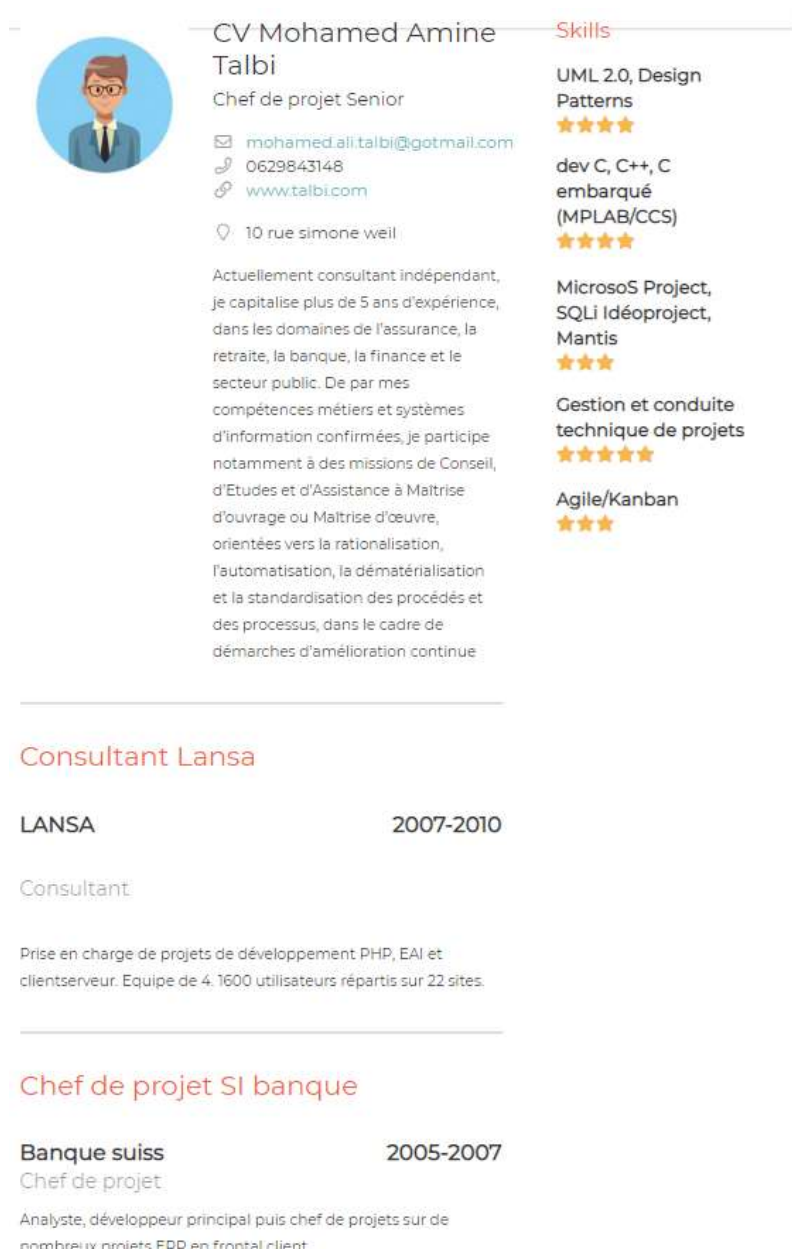


Figure 5-10: le profil du candidat au niveau de l'AEHS-JS

Une fois l'authentification est réussie et le profil du candidat est complété, ce dernier peut effectuer une recherche sur les offres d'emploi ouvertes le système lui recommande des offres d'emploi qui correspond le mieux à son profil :



Mes formations en cours :

CATALOGUE DES FORMATIONS

Figure 5-11: Le système permet la recherche les offres d'emploi par mot clés

Le système présente une liste de positions ouvertes correspondants à la recherche effectuée, il affiche également les offres d'emploi qui matchent le plus avec le profil du candidat :



Figure 5-12: le système présente la liste d'offres d'emploi correspondantes / les offres qui matchent

## 6. Le moteur de correspondance (Matching Engine) :

Le système se base sur une matching engine pour sélectionner les offres d'emploi qui correspondent le plus au profil du candidat.

Le but de la fonction matching entre le CV du candidat et l'offre d'emploi est de mesurer la capacité de la personne à occuper pleinement le poste en premier dans l'objectif de proposer un parcours d'apprentissage adapté à l'apprenant pour assurer l'emploi qu'il occupera dans l'entreprise, la valeur ajoutée de cette fonction consiste à définir l'écart entre le curriculum vitae et les emplois disponibles.

Afin de balayer les composantes principales de l'offre d'emploi (Compétences, Poste, lieu, expériences et valeurs d'entreprise) et celles au niveau du CV du candidat, nous allons utiliser :

Un module d'extraction des informations sur le candidat qui permet d'extraire les informations principales du curriculum vitae et du profil d'inscription du candidat. Ces données peuvent être regroupées au niveau de la table suivante :

<b>Job seeker profile</b>	<b>Values</b>
Resume id	Char
Industry	Char
Function	Char
Title	Char
Keywords	Char
Apply history	List
Login	Char
Resume	Char
City	Char
State	Char
Zip	Num
Postal code	Num
Province	Char
Extracted skills	List
Company history	List

*Tableau 5-5: Informations du matching candidat*

Cela nous permettra de construire un profil de demandeur d'emploi dans notre système. Le profil candidat est mappé à un vecteur candidat.

Dans la deuxième étape, l'initialisation du modèle d'emploi générera une liste d'emplois organisés au format suivant :

Job offer	Values
Job id	Char
Industry id	Char
Funcution id	Char
Title	Char
Keywords	Char
Apply history	List
Login	Char
Job desc	Char
City	Char
Zip	Num
Postal code	Num
Province	Char
Country	Char
Title	Char
Company	Char
Extracted skills	List

Tableau 5-6: informations du matching Offre d'emploi

Le modèle d'emploi extrait le titre du poste, la description, le nom de l'entreprise et d'autres informations des offres d'emploi ouvertes.

## 7. Le modèle d'adaptation :

Notre AEHS est construit sur la base des modèles suivants :

- Le modèle d'emploi,
- Le modèle de domaine,
- Le modèle de l'apprenant,
- Le modèle d'instruction
- et le modèle d'adaptation repose principalement sur la base étapes suivantes :

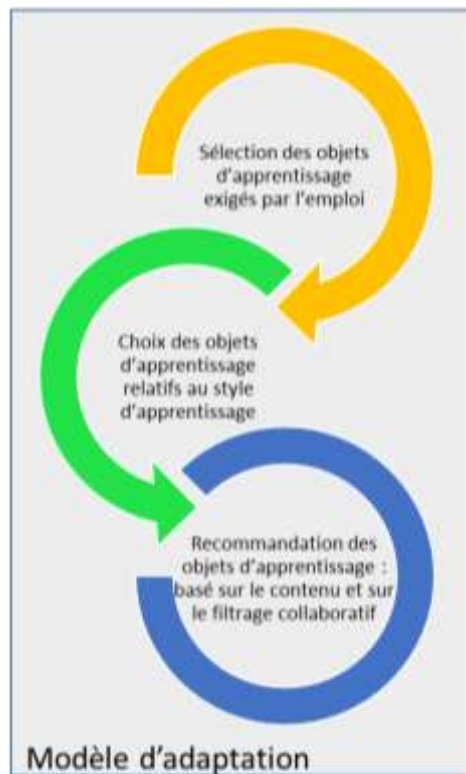


Figure 5-13: Les principales étapes de l'adaptation

Le modèle d'adaptation représente notre moteur qui permet de définir la liste des LOs en se basant sur l'analyse du profil de l'apprenant (Maîtrise, LS) et les détails de l'emploi choisi (compétences nécessaires ...), le processus principal consiste à attribuer les LOs qui relatifs à la compétence requise par l'entreprise (offre d'emploi) et aux préférences et intérêts de l'apprenant. Le schéma relationnel regroupe tous ces éléments afin de permettre le déroulement de l'adaptation selon les trois étapes principales citées précédemment (Cf. Figure suivante).

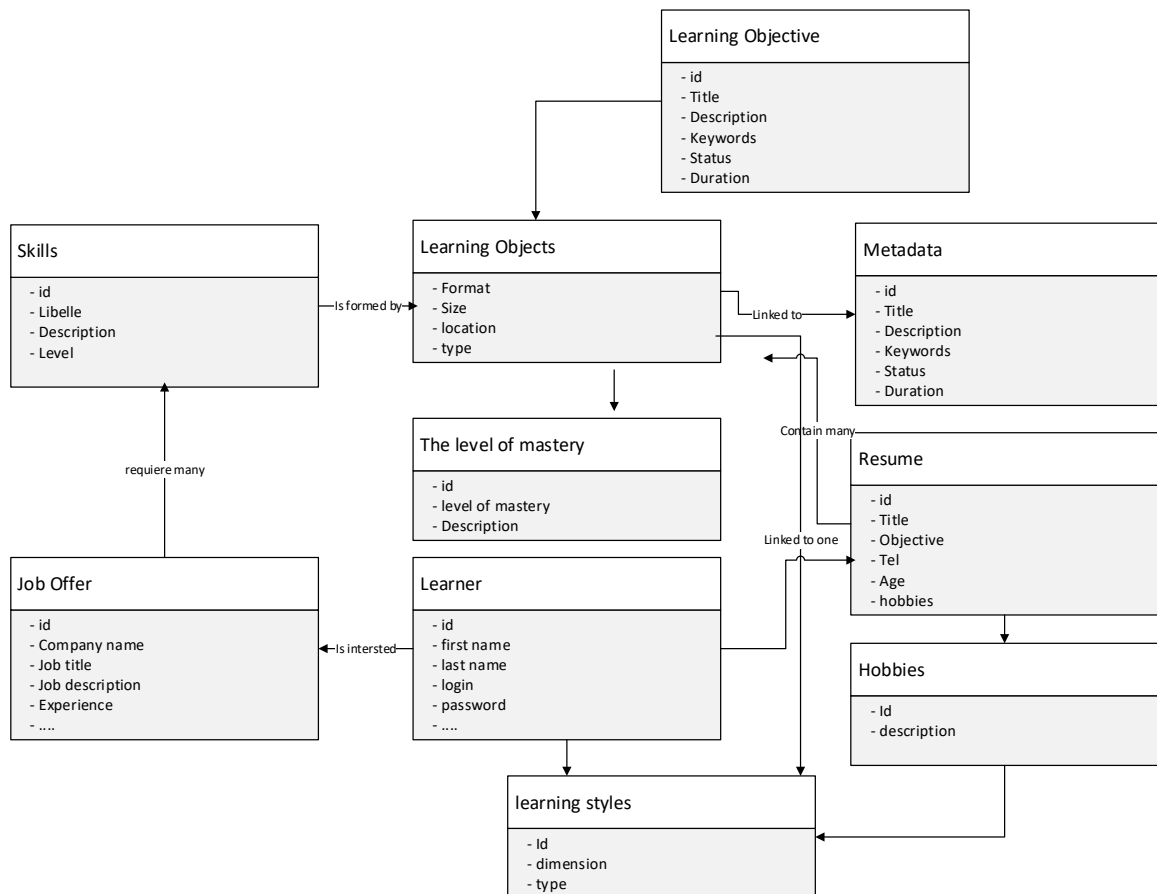


Figure 5-14: schéma relationnel regroupant les différentes composantes du modèle de l'adaptation en interaction avec le reste des modèles

Dans notre étude, l'expérience d'apprentissage se déroule selon le scénario suivant :

- **Étape I :** Le demandeur d'emploi s'authentifie dans le système et remplit son profil de compte (données individuelles, compétences, CV ...)
- **Étape II :** La réponse du demandeur d'emploi à une enquête qui détermine son style d'apprenti
- **Étape III :** Il sélectionne le poste qu'il recherche parmi les postes ouverts. (le modèle fonctionne pour différentes offres d'emploi, mais dans ce cas, nous nous concentrerons sur une seule offre d'emploi)
- **Étape IV :** Le système crée un parcours d'apprentissage qui prend en compte à la fois le travail sélectionné et le profil analysé du demandeur d'emploi.

Ce parcours d'apprentissage permettra au demandeur d'emploi d'élargir les compétences et d'être le candidat idéal pour le travail associé.

Concernant la partie inductive de nos recherches, nous avons mis en place un nouveau modèle de système d'apprentissage adaptatif qui respecte le scénario d'apprentissage défini (cf. schéma processus ci-dessous)

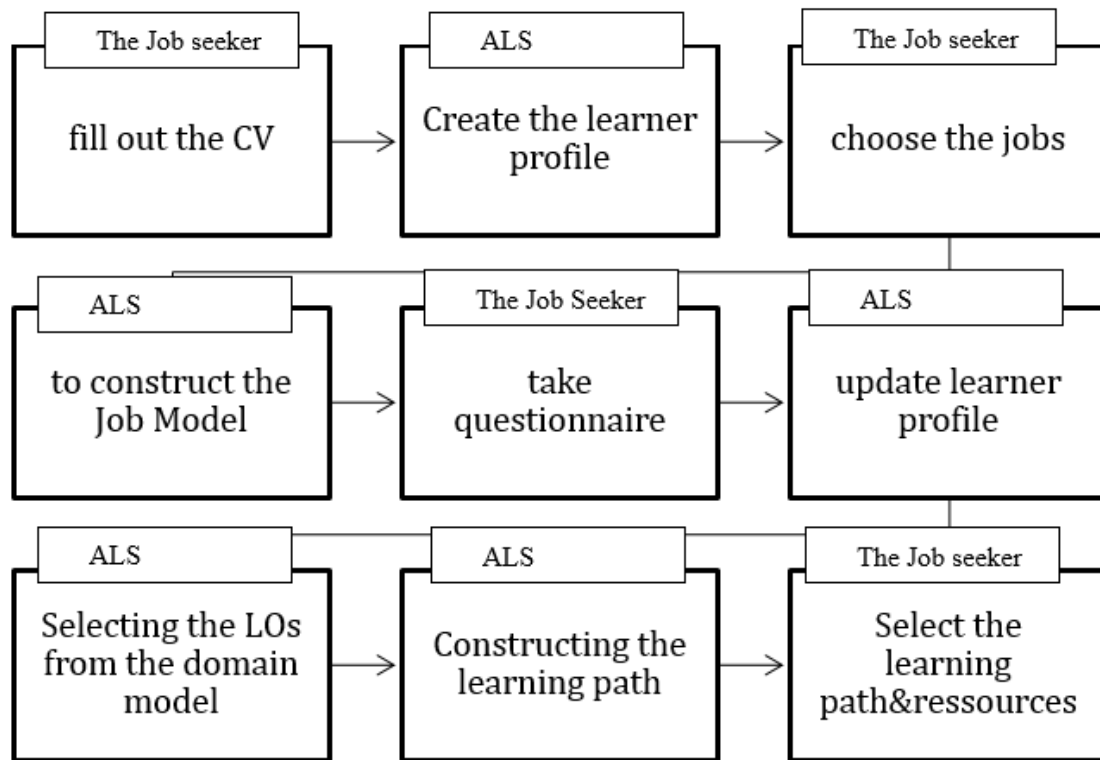


Figure 5-15: processus et étapes de l'expérience utilisateur

### Les étapes principales de l'Algorithme d'adaptation :

BEGIN

Step 1: Filling the learner data from CV and skills tests:  $M(X) = \sum MLi$  where  $i$ =competency acquired by the learner and  $MLi$  = level of mastery of the competency

⇒ Skills  $M(X) = \sum Skills/mastery\ level = \sum MLi$

Step 2: take survey to define the learning style

⇒ Learning style  $LS(X) = LSi$

Step 3: filling the job model data based on the job description chosen

⇒ Job description =  $\sum MLj$  where  $j$  = competency required by the job

Step 4: generating the LP(learning path) established on the model of job and selecting the learning objects from the domain model

⇒ Initiate the unit number  $u = 1$

⇒ Initiate content level  $l = 1$

⇒ Initiate learner level =  $MLi$  (based on the model of learner)

Step 5: take the learning experience (courses and assessments of unit  $u$ )

⇒ Present the unit  $u$

⇒ If the skill test related to the unit  $u$   $M(Xu) > MLu$

go to next unit  $u=u+1$

Else present unit  $u$  with level =  $l+1$

Go to step 5

Step 6: update the learner model

Step 7: Evaluate if the learner model skills  $\sum ML_i$  include the job model skills required  $\sum ML_j$

$\sum ML_i \subset \sum ML_j$  : present the CV of the job seeker to the company

Else : Go to step 4

END

The screenshot displays the AEHS-JS website. At the top left is the logo 'AEHS-JS' with the tagline 'Adaptive Educational Hypermedia System For Job Seekers'. The top right navigation includes 'Accueil' and 'Mes formations en cours'. The main heading is 'Explorer les offres d'emploi' with the subtext 'Sélectionner Une Offre D'emploi Et Suivre La Formation Pour L'avoir!'. Below this is a search bar with the placeholder text 'Quel est l'emploi que vous souhaitez avoir?' and a 'Rechercher' button. On the left, under 'Mes formations en cours :', there are three boxes: 'Formation de Communication', 'Entretien d'embauche : Profil AMOA', and 'Fonctionnel Banque'. On the right, there are three sections: 'MATCHING DES OFFRES D'EMPLOI' with a link to 'Chef De Projet AMOA' dated '10 Mai 2020', 'CATALOGUE DES FORMATIONS' listing 'Improving Writing', 'Brain Bites - Time Management', and 'Windows 10', and 'CATÉGORIES'.

Figure 5-16: Adaptation des formations au profil du candidat et à l'offre d'emploi



Figure 5-17: format de formation adapté au profil de l'apprenant et au besoin de l'emploi en question

## 8. Conclusion

L'objectif principal du système AEHS-JS est de fournir une expérience d'apprentissage adaptatif aux chercheurs d'emploi.

Afin de répondre à cet objectif, nous avons conçu et mis en œuvre un prototype du système d'apprentissage en ligne dédiée appelé AEHS-JS (système hypermédia adaptatif éducatif destiné aux chercheurs d'emploi), qui est décrite dans ce chapitre. Le système intègre les méthodes de modélisation et d'adaptation proposées, prouvant l'applicabilité des approches que nous avons conçues dans le chapitre 5.

Ce chapitre a abordé la question de recherche, présentant la conception, la mise en œuvre, les fonctionnalités, les cas d'utilisation nécessaires à la validation du système éducatif adaptatif AEHS-JS. Dans le chapitre suivant, nous présentons et discutons les résultats de la validation du système à travers une expérience d'utilisation et des questionnaires et entretiens avec les candidats aux emplois et les recruteurs correspondants.

# Chapitre 6 : Résultats et discussions

## 1. Introduction

La dernière étape de notre recherche consiste en l'évaluation et la validation globale du système AEHS-JS. Afin d'évaluer la validité et l'efficacité de notre système, nous avons utilisé l'approche d'évaluation empirique, impliquant une expérience avec des chercheurs d'emploi intéressés par une offre d'emploi.

Dans ce chapitre, nous traitons l'expérimentation du système AEHS-JS proposé, cette expérience qui s'est déroulée via notre système AEHS-JS.

Afin de valider notre modèle en termes de composantes et vérifier l'efficacité du système, nous avons procédé à l'expérience dudit système sur un échantillon de 89 candidats qui se sont intéressés à l'offre d'emploi « Business Analyst bancaire »

Les paramètres de l'expérience et le déroulement de l'expérience seront décrits dans les sections qui suivent.

Dans ce qui suit, nous discuterons et analyserons les réponses des candidats aux éléments du questionnaire qui traitent le système AEHS-JS dans son ensemble et sa valeur en tant que plateforme de formation pour les chercheurs d'emploi. Ces réponses seront complétées par les entretiens avec les membres du comité de recrutement associé à l'offre d'emploi en question.

Enfin, nous terminerons avec l'analyse et la discussion des résultats obtenus.

## 2. Déroulement de l'expérimentation

Les participants ont été choisis parmi une liste de 89 CV reçus par les ressources humaines responsables de l'offre d'emploi. Cette tâche a été effectuée à l'aide d'un moteur de correspondance [35] pour sélectionner les CVs qui correspondent le mieux aux besoins du poste. L'objectif est de garder uniquement les profils qui ne représentent pas une grande différence avec le besoin.

A noter que pour des raisons de simplification de la procédure d'enregistrement des données des candidats et vu le nombre de candidat à traiter, l'offre d'emploi a été publiée accompagnée d'un formulaire de candidature qui permet de collecter les données des candidats nécessaires au bon fonctionnement du système, ces données ont été injectées par la suite au niveau des profils des chercheurs d'emploi dans le système.

Dans cette étude, nous avons limité notre champ d'application à une seule offre d'emploi "Banking Business Analyst", le même processus peut être appliqué de manière itérative à une liste d'offres d'emploi.

Un groupe de 24 candidats a été sélectionné parmi les 89 CVs reçus sur la base du score obtenu lors de processus de présélection. Ce groupe de candidats passera les entretiens avec le comité de recrutement composé du responsable de l'offre d'emploi et le responsable ressources humaines. De ce groupe, nous avons contacté un ensemble de candidats pour bénéficier de l'expérience d'apprentissage basée sur notre modèle conçu.

#### **Méthodologie et collecte de données**

Afin d'évaluer le profil des candidats, en particulier le modèle de l'apprenant, les candidats ont été invités à créer un compte au niveau du système AEHS-JS comme étant des apprenants. Ensuite, le système a été alimenté par les données collectées lors du processus de candidature afin d'avoir un profil complet des candidats.

#### **Identification du style d'apprentissage initial des candidats**

Pour définir le style d'apprentissage initial des candidats, on leur a demandé de répondre au questionnaire ILS de FLSSM. Après avoir rempli le questionnaire, les scores de style d'apprentissage ILS FLSSM a été enregistré au niveau de la base de données relative au modèle apprenant.

### **3. Analyse des résultats des expériences**

#### **3.1. Discussion générale sur le système AEHS-JS**

Notre méthodologie pour la validation du modèle proposé repose sur les instruments suivants :

- Entretiens avec les ressources humaines responsables des offres d'emploi : cette partie du travail nous permettra de comparer les résultats des différents candidats et d'évaluer la valeur ajoutée de l'expérience d'apprentissage sur le processus de sélection et de recrutement des

candidats. Il nous apportera également le résultat de chaque candidat et nous permettra de calculer le taux de réussite. Les postes ouverts étant au nombre de deux, cette partie nous apportera plus d'informations sur chaque candidat indépendamment de ses résultats.

- Une enquête auprès des demandeurs d'emploi ayant bénéficié de l'expérience d'apprentissage, pour recueillir des données quantitatives et leurs retours d'expérience. L'enquête est composée de 3 parties :

- La première partie contient des instructions générales,

- La seconde précise les informations personnelles (sexe, âge, années d'expérience... etc.),

- La troisième partie est le corps du questionnaire où nous recueillons l'opinion des candidats sur l'expérience d'apprentissage et le niveau d'utilité des compétences acquises par des questions telles que :

- Quel était le contenu qui vous a le plus aidé dans l'entretien ?
- ou bien : Veuillez indiquer votre degré d'accord ou de désaccord au sujet des déclarations suivantes sur l'expérience d'apprentissage :
  - 1- Les compétences acquises lors de la formation m'ont aidé à convaincre le recruteur de mon profil,
  - 2- ... etc.

Avec 6 possibilités de choix : « Je ne suis pas du tout d'accord », « Je ne suis pas d'accord », « Je suis plutôt en désaccord », « Je suis plutôt d'accord », « Je suis d'accord », et « Je suis tout à fait d'accord »

Afin de comparer le résultat de l'expérience à une référence, nous avons divisé notre groupe de 24 candidats présélectionnés en deux sous-groupes, le premier avec 12 candidats pour suivre l'expérience d'apprentissage et le second avec 12 candidats qui resteront sur le processus normal de recrutement sans aucune phase de formation.

A noter que le choix des 12 candidats qui vont passer la formation a été fait de manière aléatoire tout en respectant la règle d'équilibrage qui consiste à avoir une répartition équitable des candidats par rapport aux scores obtenus lors de la phase de présélection, l'objectif est d'avoir deux groupes équilibrés.

A noter que pour des contraintes de réalisation des entretiens nous nous pouvons augmenter le nombre d'entretien vu la charge importante du processus. Ce qui impacte la taille du groupe qui va suivre l'expérience d'apprentissage.

### **3.2. Les principales étapes du processus d'apprentissage**

Dans notre étude, l'expérience d'apprentissage comprend les principales étapes suivantes :

- **Étape I** : Le demandeur d'emploi s'authentifie dans le système et complète son profil (données individuelles, compétences, CV...), nous signalons ici que certaines données ont été rapatrié manuellement à partir des données saisies via le formulaire de candidature.
- **Étape II** : Le chercheur d'emploi répond au questionnaire FSLSM qui permet de déterminer son style d'apprentissage
- **Étape III** : Il sélectionne le poste qu'il recherche parmi les postes ouverts. (Le modèle est conçue pour différentes offres d'emploi, mais dans ce cette expérimentation, nous nous concentrerons sur une seule offre d'emploi, le même processus peut être appliqué itérativement pour plusieurs offres)
- **Étape IV** : Le système crée un parcours d'apprentissage qui prend en compte à la fois le poste sélectionné et le profil analysé du demandeur d'emploi.

Ce parcours d'apprentissage permettra au demandeur d'emploi d'élargir les compétences et de multiplier ses chances d'être le candidat idéal pour le poste en question.

### **3.3. Analyse des résultats**

#### **Analyse des styles d'apprentissage de Felder-Silverman**

Suite au test effectué au profit des candidats sur la base du questionnaire de l'ILS de Felder Silverman, nous avons relevé des différents profils par style d'apprentissage, le tableau suivant résume les résultats des tests du questionnaire de Felder Silverman pour les candidats qui vont suivre l'expérience d'apprentissage :

Candidat	Actif	Réflexif	Sensoriel	Intuitif	Visual	Verbal	Séquentiel	Global
1	3a		5a		9a		1a	
2	5a		3a		3a		3a	
3		1b		3b	5a			3b
4	5a		1a			3b	5a	
5		3b	3a		9a		3a	
6		3b	5a		7a			3b
7		5b	5a		7a			5b
8	3a			5b	5a		3a	
9	7a			3b	7a		7a	
10	1a		3a			5b	1a	
11		1b	3a		5a			1b
12	3a		1a		3a		3a	

Tableau 6-1: résultats des tests du questionnaire FLSM

Les résultats montrent un équilibre entre les candidats ayant des styles actif et réflexif, tandis que les profils de styles séquentiel dépassent en nombre légèrement ceux de style global.

Les styles d'apprentissage de type visuel et sensoriel l'emportent respectivement sur les styles verbal et intuitif

### Résultats du sondage

Pour valider notre modèle d'apprentissage conçu pour les chercheurs d'emploi, nous avons exploré les résultats de l'enquête menée auprès des candidats.

Concernant l'impact de la formation sur le processus d'entretien, nous avons reçu la réponse détaillée dans le tableau 3

Les compétences acquises lors de la formation vous ont aidé à convaincre le recruteur de votre profil ?	
Je ne suis pas du tout d'accord	7%
Je ne suis pas d'accord	13%
Je suis plutôt en désaccord	5%
Je suis plutôt d'accord	7%
Je suis d'accord	40%
Je suis tout à fait d'accord	28%

Tableau 6-2 :: l'utilité des compétences acquises en formation lors des entretiens

De plus, 69% des candidats qui étaient d'accord ou fortement d'accord sur l'utilité des compétences acquises dans la formation ont un nombre d'années d'expérience inférieur à 4 ans.

Le tableau 4 montre les résultats liés aux compétences les plus utiles acquises pour le processus d'entrevue.

Quelle est la compétence la plus utile apprise par le demandeur d'emploi pour l'entretien ?	
Fonctionnel bancaire	43%
Fondamentaux de la gestion de projet	28%
Analyste d'affaires CCBA	17%
la communication	8%
Autres	4%

Tableau 6-3: l'utilité des compétences acquises en formation lors des entretiens

Un autre aspect important qui a été évalué à travers le questionnaire était la confidentialité : l'identification des préférences d'apprentissage des candidats implique la collecte de données d'utilisation auprès des candidats. La volonté des apprenants d'accepter le suivi de leur interaction avec le système au quotidien en échange d'une expérience d'apprentissage personnalisée était prédominante, comme le montre la figure suivante. Ainsi, 32,39% des candidats étaient d'accord avec la collecte de leurs données dans toutes les conditions, 63,38% étaient d'accord tant que les données étaient analysées de manière anonyme et seulement 4,23% n'aimaient pas l'idée que leurs actions soient enregistrées. Ceci est une preuve supplémentaire du besoin des étudiants pour un apprentissage individualisé.

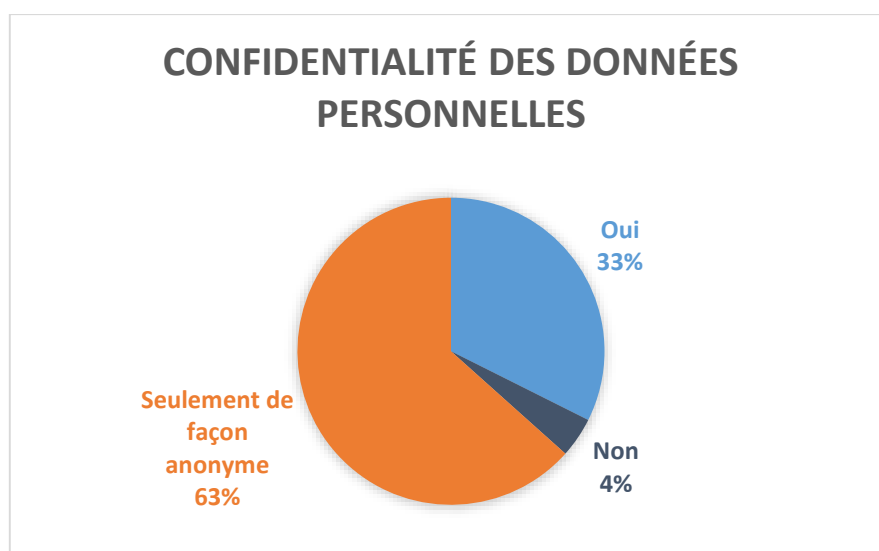


Figure 6-1: Opinion des candidats sur la question de la confidentialité : "Seriez-vous d'accord pour que votre interaction avec le système soit surveillée et analysée ?»

Il a été constaté également que les candidats qui se considèrent comme étant adaptés au poste étaient plus satisfaits de l'expérience et avaient moins de difficultés signalées dans le processus d'entretien.

Les résultats nous montrent que plus de 70% des candidats étaient en faveur de répéter l'expérience ou de recommander l'apprentissage à d'autres personnes.

Comme le montrent les chiffres, la grande majorité des candidats (78%) ont déclaré un degré de satisfaction élevé ou très élevé avec notre système AEHS-JS et seulement 8,25% un degré faible ou très faible. Ces résultats se reflètent également dans la volonté des candidats de répéter l'expérience, de recommander l'apprentissage à d'autres personnes et d'adopter le système AEHS-JS pour une utilisation à grande échelle, 87,50% étant disposés à le faire et seulement 6,25% réticents.

### Résultats des entretiens

Entre les 24 candidats présélectionnés pour le processus d'entretien d'emploi, deux candidats ont été admis au poste ouvert ; tous les deux avaient poursuivi l'expérience d'apprentissage.

En outre, les résultats de l'entretien montrent que les appréciations de huit candidats les ont qualifiés pour être acceptés s'il y avait plus de postes ouverts. Six de ces candidats figuraient sur la liste et ont terminé l'expérience d'apprentissage.

Les 12 candidats qui ont réussi l'expérience d'apprentissage ont été mieux notés dans toutes les principales compétences requises, sauf en «communication» où le reste a été légèrement mieux apprécié ; ces candidats ont fait preuve d'un plus grand enthousiasme pour le poste que les autres.

Le responsable de l'offre d'emploi a mentionné que certains candidats ont déclaré avoir suivi une formation pour l'entretien et il l'a apprécié.

Les déclarations du comité de recrutement ont révélé des retours remarquables sur les candidats (cf. tableau suivant).

Candidat	Déclaration sur le candidat
M, B	Il est certifié en gestion de projet, il a de bonnes compétences en communication mais il est clair qu'il n'est pas motivé par le poste.
G. L	Il a démontré une connaissance du domaine, il n'est certainement pas un expert mais il sera capable de satisfaire les exigences du poste.
M. A	Le candidat MA est très motivé pour le poste, il a des difficultés de communication, il a

	beaucoup de potentiel et maîtrise la gestion de projet et l'approche business analyse.
Y. B	Le profil est intéressant, il peut nous accompagner dans la formation de nouvelles recrues, mais il montre qu'il n'a jamais pratiqué la gestion de projet en conditions opérationnelles ; il lui faudra un peu de temps pour maîtriser l'approche projet.

Tableau 6-4: Avis du comité de recrutement sur les candidats

En général, les résultats montrent que les membres du comité de recrutement étaient plus intéressés par les profils qui ont suivi la formation. En effet, ils les ont qualifiés de plus « intéressants », « adaptés au métier », « motivés » et « initiés dans le domaine ».

## 4. Discussions

L'objectif principal de ce travail était de mettre en place un système qui aide les demandeurs d'emploi à augmenter leurs chances d'obtenir le poste qu'ils recherchent.

Sur la base des résultats, le système d'apprentissage adaptatif conçu pour les demandeurs d'emploi, a amélioré l'employabilité liée à la position en question de 56%, en effet, L'efficacité du système a également été confirmée par les retours des candidats qui ont rapporté l'utilité du contenu de la formation car il les a aidés à mieux se faire connaître et à mettre en valeur leurs compétences.

Ces résultats confirment les travaux de [211] et [212], sur la façon dont l'éducation influence positivement la performance des tâches essentielles et l'employabilité.

Le fait que les résultats démontrent qu'une grande partie des candidats satisfaits de l'expérience sont juniors est intéressant, cela peut être expliqué par le fait que cette catégorie de candidats est toujours en lien avec l'éducation, et vu le nombre d'années d'expérience qu'ils ont, ce sont les personnes qui en ont le plus besoin comme expérience d'apprentissage. Ce qui rejoint les travaux de Van Gerven [213]

Il est normal que l'impact du système soit plus visible sur certaines compétences que sur d'autres, en effet, certaines compétences comme la communication et la gestion des relations nécessitent plus de temps et de pratique pour voir des résultats significatifs, le système se montre plus efficace sur les connaissances comme la banque fonctionnelle ou la gestion de projet. Cette constatation montre la limitation de notre modèle sur certaines compétences particulières, mais elle ne nous empêchera pas d'inclure ce type d'éléments dans notre contenu,

car pour certains candidats qui ont un minimum de niveau sur ce type de compétence, le résultat peut être plus intéressant. Ces résultats soutiennent les études de [211] où ils classent les connaissances sous deux formes, les connaissances déclaratives qui peuvent être apprises sur la base d'un contenu approprié et celles procédurales qui nécessitent plus de pratique.

Le système est plus efficace pour les personnes qui sont initiées dans les domaines objets de l'apprentissage, cela peut s'expliquer par le fait que les personnes qualifiées ont plus de facilité à comprendre les concepts liés à ce qu'ils maîtrisent. En effet, dans leur recherches Demetriadis et al. rejoignent cette conclusion dans leur travaux sur l'impact du background de l'apprenant sur le déroulement de l'apprentissage [214].

Les résultats des entretiens avec les responsables du recrutement ont révélé qu'ils étaient conscients que certains candidats avaient suivi une formation et qu'ils l'ont appréciée positivement. Cette déclaration nous motive à explorer l'opportunité d'utiliser ce système au sein des entreprises lors de l'intégration de nouvelles recrues.

Pour résumer, ce travail nous a montré l'importance de l'éducation pour améliorer l'employabilité des demandeurs d'emploi, et comment un apprentissage orienté métier peut nous conduire à de meilleurs résultats et augmenter les chances des candidats pour avoir le poste ou l'emploi souhaité, ceux-ci sont conformes à différentes études menées dans ce domaine ([215], [216] et [217]).

## **5. Limitations**

Comme pour toutes les études, il y a des limites. Dans notre cas, nous avons appliqué notre modèle sur une seule offre d'emploi en se basant sur l'hypothèse que ce même processus peut être appliqué itérativement sur d'autres offres d'emploi, dans la réalité le système doit matcher plusieurs profils de candidats avec multiples offres d'emploi avant de procéder à la proposition des offres les plus adéquates à chaque candidat, cela lui permettra de choisir et exprimer son intérêt au poste proposé cet aspect n'a pas été expérimenté dans notre système à son état actuel. Cela peut être fait dans les futurs travaux en adaptant notre système pour une couverture d'autres emplois et différentes populations afin de rendre notre travail plus global et confirmer la généralisation de la conclusion.

La partie évaluation de l'apprentissage qui reste une composante intéressante dans les systèmes hypermédias adaptatifs éducatifs n'a pas été intégrée dans notre modèle pour deux raisons principales :

- La première raison est liée au fait que l'expérience d'apprentissage est limitée en terme de durée vu que la durée moyenne des ouvertures des offres d'emploi est de 1 mois et donc nous nous pouvons pas se permettre des objets d'apprentissage de longues durée et qui nous permettront une réévaluation du parcours d'apprentissage.
- Notre modèle est composé de plusieurs couches d'adaptation comme l'adaptation par rapport aux styles d'apprentissage, ou l'adaptation relative aux besoins de l'offre d'emploi ainsi que les recommandations basées sur le contenu ou le filtrage collaboratif. L'ajout d'une couche de réévaluation ne pourrait être la priorité vu qu'il alourdira le système et rendra sa mise en place plus compliquée voire impossible. Nous évaluerons l'intérêt d'ajouter une telle couche dans nos futurs travaux.

La validation du système sur la base d'un questionnaire aux candidats et des entretiens avec le comité de recrutement était d'une importance significative en matière de test et vérification de certaines hypothèses de base de notre modèle, malheureusement au vu de la charge importante du processus et notre dépendance des parties prenantes externes nous n'avons pas pu avoir un nombre important dans notre échantillon qui suivra la formation proposée par notre modèle, cela est dû principalement aux facteurs suivants :

- Le nombre de candidats qui se sont intéressés à l'offre d'emploi objet de notre expérience : 89 candidats dont 24 seulement correspond aux exigences minimales du recruteur
- La charge de travail nécessaire au déroulement des entretiens et de l'évaluation des candidats
- Les travaux manuels effectués sur le prototype pour respecter le modèle initialement conçu et qui en cas d'un nombre importants d'expérience d'apprentissage deviendra ingérable.

Cette expérience a pu voir le jour grâce à la collaboration de l'équipe de recrutement qui a fait l'effort de donner son avis sur ce modèle ainsi que les candidats qui ont volontiers accepté de donner de leur temps et de participer à l'expérience d'apprentissage.

## 6. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons essayé de mettre en œuvre notre modèle d'apprentissage en ligne pour les chercheurs d'emploi dans le cadre d'une expérimentation d'apprentissage

adaptatif en vue de décrocher le poste de « Business Analyst », l'objectif était la validation de notre modèle dans une situation expérimentale.

Comme de nombreuses études, les résultats de nos travaux confirment l'importance de l'éducation dans l'amélioration des opportunités d'emploi, une éducation orientée objectif d'emploi peut augmenter de plus de la moitié les chances de réussite d'un demandeur d'emploi (dans un contexte similaire à celui utilisé dans notre test). De plus, même les demandeurs d'emploi qui n'ont pas réussi le poste ouvert étaient intéressés par l'expérience d'autres offres d'emploi à l'avenir.

# Conclusion générale

## 1. Conclusions

L'apprentissage en ligne offre aux gens une nouvelle façon d'améliorer leurs compétences dans différents domaines. Dans notre cas, nous nous sommes intéressés à utilisation de l'apprentissage en ligne pour améliorer les chances des chercheurs d'emploi de satisfaire les exigences de l'emploi. Les différentes études présentées dans l'état de l'art de notre thèse ont révélé le rôle de l'éducation dans l'emploi et la performance au travail. Dans ce travail, nous avons essayé de répondre à la problématique de l'adaptation de l'apprentissage en ligne aux besoins des chercheurs d'emploi, pour ce faire nous avons conçu un système hypermédia éducatif adaptatif destiné aux chercheurs d'emploi intitulé «AEHS-JS», l'objectif était de proposer une architecture d'un AEHS capable d'assigner les objets d'apprentissage en fonction du profil du candidat et son style d'apprentissage. Le système prend en charge également la présélection des candidats à travers les méthodes de matching des CVs aux offres d'emploi.

Dans cette thèse nous nous sommes posé les questions de recherches suivantes :

- Quels sont les facteurs qui impactent le plus sur l'employabilité des candidats et quel rôle pourrait jouer l'apprentissage adaptatif sur ces facteurs ?
- Quel est l'importance des styles d'apprentissage dans le processus de formation, et Quel modèle de style d'apprentissage convient le mieux à l'AEHS-JS et comment diagnostiquer le style d'apprentissage ?
- Quelles sont les stratégies et les techniques d'adaptation les plus convenables à notre systèmes et à nos objectifs de thèse ?
- Quelles sont les outils et technologies possibles pour mettre en œuvre le système conçu ? et quelle forme d'implémentation choisir ?
- Enfin, Comment valider l'efficacité et l'efficience de notre système hypermédia adaptatif pour les chercheurs d'emploi ?

Pour répondre à ces différentes questions et réaliser nos objectifs de thèse fixés dans l'introduction, nous avons relevé les facteurs impactant positivement l'employabilité afin de les associer dans notre modèle AEHS, pour cela nous nous sommes basé sur les styles d'apprentissage de Felder et Silverman's et sur le modèle d'overlay pour la modélisation de l'apprenant et les métadonnées de SCORM pour la représentation des objets d'apprentissage au niveau du modèle du domaine. Notre modèle a reposé sur deux piliers principaux, le premier

est le modèle de l'apprenant et le second est le modèle de l'emploi, l'objectif principal est d'établir une expérience d'apprentissage capable d'adapter le profil du candidat à la profession qu'il souhaite avoir. Par cette approche, nous assurons le lien entre les systèmes d'apprentissage et les exigences métier. Le défi était de construire un système basé sur ce modèle qui répond à la fois aux besoins des entreprises et des demandeurs d'emploi.

En termes de stratégies et techniques d'adaptation nous avons fait recours aux règles d'adaptation relatives aux styles d'apprentissage, à une approche hybride combinant les recommandations basées sur le contenu et celles relatives au filtrage collaboratif, à l'adaptation par rapport aux compétences exigées par l'emploi et aux prérequis de l'apprenant.

L'architecture globale a été conçue autour de 5 composants principaux à savoir :

- Le mode de l'apprenant (the job seeker)
- Le modèle du domaine
- Le modèle de l'emploi (the job model)
- Le modèle de l'adaptation
- Et le moteur de correspondance

La validation de cette architecture a été réalisée grâce à la mise en place du prototype de l'AEHS-JS (Adaptive Educational Hypermedia System for Job Seekers).

Enfin, cette validation a été faite sous forme d'expérience d'apprentissage destinée aux chercheurs d'emploi intéressés par une offre d'emploi « Business Analyst » dans le domaine bancaire. Cette expérimentation a donné des résultats satisfaisants en termes de retour sur expérience des candidats et l'avis du comité de recrutement par rapport aux résultats des candidats ayant suivi l'apprentissage adapté.

## 2. Perspectives

Cette nous a permis de mettre en place le socle global d'un système hypermédia adaptatif éducatif pour les chercheurs d'emploi, ce socle qui a démontré sa valeur ajoutée en termes d'augmentation des chances des candidats à avoir les offres d'emploi en question, nous encourage à développer davantage les différentes composantes de ce système pour le rendre plus général en incluant d'autres cas d'utilisations ou en ajoutant d'autres fonctionnalités ou couches d'adaptation à notre modèle.

C'est ainsi que ce même modèle peut être utilisé par les entreprises pour construire un programme de formation qui aide les employés à évoluer d'un poste X à un autre poste Y en

poursuivant un plan de formation individuel, en simulant le profil X au profil du candidat et le profil Y à l'offre d'emploi ciblée.

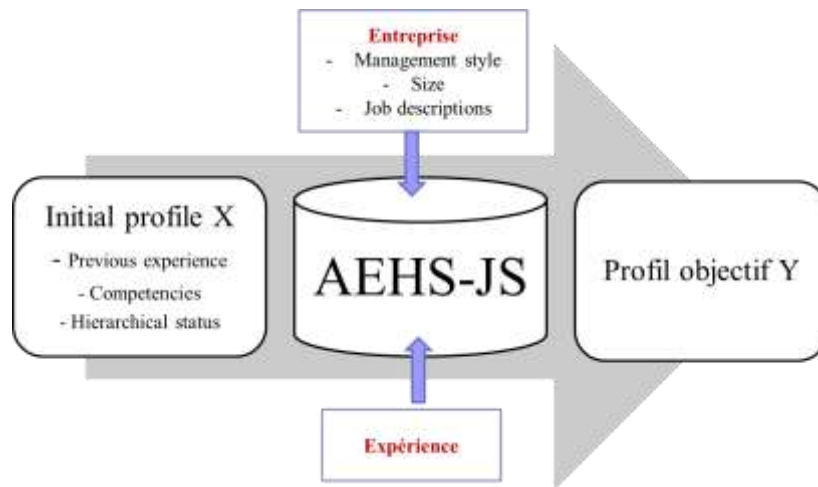


Figure 0-1: Cas d'utilisation de l'AEHS-JS dans la formation Entreprise

Dans le même sens, le prototype tel qu'il a été mise en place n'opère pas pour toutes les offres d'emploi ouvertes mais plutôt sur une seule, ce qui limite la marge de manœuvre du système. Afin de généraliser ce modèle sur plusieurs offres d'emploi, il faut faire évoluer la fonction de matching et de génération du parcours d'apprentissage pour prendre en compte les multiples offres d'emploi.

La jointure de l'employabilité à l'apprentissage en ligne ouvrent multiples perspectives de recherches, comme l'application de ce modèle au processus de coaching et de préparation des étudiants qui souhaitent intégrer des écoles prestigieuses et nécessitent une préparation particulière.

Un autre axe de recherche qui s'ouvre consiste à associer les offres d'emploi à des fiches de postes contenant les compétences nécessaires à la prise en charge de la fonction. Cela permettra d'améliorer le référencement des offres d'emploi au niveau du modèle de l'emploi.

La prochaine étape consistera à travailler sur une approche probabiliste d'adaptation basée sur le Réseau Bayésien avec une nouvelle étape ajoutée au parcours d'apprentissage «réévaluation du parcours d'apprentissage». Cela sera utile pour la précision du processus d'adaptation du système et permettra d'essayer un autre algorithme d'adaptation et davantage de collecte de données sur différentes populations, mais il faudra gérer la contrainte de la durée de l'expérience d'apprentissage qui est généralement courte pour des raisons de validité des offres d'emploi.

## Références

- [1] Andaloussi, K. S., Capus, L., & Berrada, I. (2017, March). Adaptive educational hypermedia systems: current developments and challenges. In Proceedings of the 2nd international Conference on Big Data, Cloud and Applications (pp. 1-8)..
- [2] Klock, A. C. T., Gasparini, I., Pimenta, M. S., & de Oliveira, J. P. M. (2019). Adaptive hypermedia systems. In Advanced Methodologies and Technologies in Media and Communications (pp. 217-228). IGI Global..
- [3] «Brusilovsky, Peter, and Eva Millán. "User models for adaptive hypermedia and adaptive educational systems." The adaptive web. Springer-Verlag, 2007.».
- [4] «Tsortanidou, X., Karagiannidis, C., & Koumpis, A. (2017). Adaptive Educational Hypermedia Systems based on Learning Styles: The Case of Adaptation Rules. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 12(5).».
- [5] «Bougroum, M., & Ibourk, A. (2002). Le chômage des diplômés au Maroc: quelques réflexions sur les dispositifs d'aide à l'insertion. Formation emploi, 79(1), 83-101.».
- [6] «Qodad, A., Benyoussef, A., El Kenz, A., & Elyadari, M. (2020). Toward an Adaptive Educational Hypermedia System (AEHS-JS) based on the Overlay Modeling and Felder and Silverman's Learning Styles Model for Job Seekers. International Journal of Emerging Tec».
- [7] Qodad, A., El Kenz, A., Benyoussef, A., & El Yadari, M. (2019, October). An Adaptive Learning System based on a matching Jobs and Resumes Engine. In Proceedings of the 4th International Conference on Big Data and Internet of Things (pp. 1-7)..
- [8] «UNESCO. Education and skills for inclusive and sustainable development beyond 2015. New York : UN Sytem Task team on the post-2015 UN development agenda, 2012.».
- [9] «Fulgence, K. (2016). Employability of Higher Education Institution Graduates: Exploring the influence of Entrepreneurship Education and Employability Skills Development Programmes activities in Tanzania.».
- [10] «Suleman, F. (2016). Employability skills of higher education graduates: Little consensus on a much-discussed subject. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 228, 169-174.».
- [11] «Kolawole, C. O., & Arikpo, P. A. (2004). Predictors of Self-Employment Efforts Among Unemployed Nigerian graduates.».
- [12] «Bloom, D. E., Canning, D., & Chan, K. (2006). Higher education and economic development in Africa (Vol. 102). Washington, DC: World Bank.».
- [13] «Evers, F. T., Rush, J. C., & Berdrow, I. (1998). The Bases of Competence. Skills for Lifelong Learning and Employability. Jossey-Bass Publishers, 350 Sansome Street, San Francisco, CA 94104.».

- [14] «Harvey, L. (2005). Embedding and integrating employability. *New directions for institutional research*, 2005(128), 13-28.».
- [15] «Nauta, A., Van Vianen, A., Van der Heijden, B., Van Dam, K., & Willemssen, M. (2009). Understanding the factors that promote employability orientation: The impact of employability culture, career satisfaction, and role breadth self-efficacy. *Journal of Occ*».
- [16] «Shafie, L. A., & Nayan, S. (2010). Employability awareness among Malaysian undergraduates. *International Journal of Business and Management*, 5(8), 119.».
- [17] «Hillage, J., & Pollard, E. (1998). *Employability: developing a framework for policy analysis* (Vol. 107). London: DfEE.».
- [18] «Datta, R. C., Paul, B., Pellissery, S., Jayaraman, G., & Agarwal, R. B. V. (2007). A social enterprise for employability enhancement: A business plan (No. 4). ATLMR, Discussion Paper.».
- [19] «Burton-Jones, A. (2001). *Knowledge capitalism: Business, work, and learning in the new economy*. Oup Catalogue.».
- [20] «Henry, C., Hill, F., & Leitch, C. (2005). *Entrepreneurship education and training: can entrepreneurship be taught? Part I. Education+ Training*.».
- [21] «Datta, R. C., Paul, B., Pellissery, S., Jayaraman, G., & Agarwal, R. B. V. (2007). A social enterprise for employability enhancement: A business plan (No. 4). ATLMR, Discussion Paper.».
- [22] «Cappelli, P. (1998). *New deal at work*. Boston, MA: Harvard Business School Press.».
- [23] «Pfeifer, C. (2005). Flexibility, dual labour markets, and temporary employment. *Empirical evidence from German establishment data*. *Management revue*, 404-422.».
- [24] «Matlay, H., Henry, C., & Treanor, L. (2010). *Entrepreneurship education and veterinary medicine: enhancing employable skills*. *Education+ Training*.».
- [25] «Saunders, V., & Zuzel, K. (2010). Evaluating employability skills: Employer and student perceptions. *Bioscience education*, 15(1), 1-15.».
- [26] «Andrews, G., & Russell, M. (2012). *Employability skills development: strategy, evaluation and impact*. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*.».
- [27] «Treleaven, L., & Voola, R. (2008). Integrating the development of graduate attributes through constructive alignment. *Journal of marketing education*, 30(2), 160-173.».
- [28] «Rutt, L., Gray, C., Turner, R., Swain, J., Hulme, S., & Pomeroy, R. (2013). A social constructivist approach to introducing skills for employment to foundation degree students. *Research in Post-Compulsory Education*, 18(3), 280-296.».
- [29] «Husain, M. Y., Mokhtar, S. B., Ahmad, A. A., & Mustapha, R. (2010). Importance of employability skills from employers' perspective. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 7, 430-438.».

- [30] «Gamboa, J. P., Gracia, F., Ripoll, P., & Peiró, J. M. (2009). Employability and personal initiative as antecedents of job satisfaction. *The Spanish journal of psychology*, 12(2), 632-640.».
- [31] «Gokuladas, V. K., & Menon, S. (2014). "Hired for Attitude and Trained for Skills": Engineering Graduates' Employability in Indian Software Services Industry. *IUP Journal of Soft Skills*, 8(2), 21.».
- [32] «Knight, P., & Yorke, M. (2004). *Learning, curriculum and employability in higher education*. London: RoutledgeFalmer.».
- [33] «Harvey, L. (2002). *Employability and diversity*. Centre for Research and Evaluation, Sheffield Hallam University.».
- [34] «Lees, D. (2002). *Graduate employability-literature review* (pp. 1-23). York: LTSN Generic Centre.».
- [35] «Atkins, M. J. (1999). Oven-ready and self-basting: taking stock of employability skills. *Teaching in higher education*, 4(2), 267-280.».
- [36] «Knight, P., & Yorke, M. (2004). *Learning, curriculum and employability in higher education*. Psychology Press.».
- [37] «Morey, A., Lambert, E., Harvey, L., Scarles, C., Marlow-Hayne, N., & Blakeman, A. (2002). *Perceptions of the Media Studies Curriculum and employability*. Published by the Centre for Research into Quality, The University of Central England in Birmingham, Pe».
- [38] «Watts, A. G. (2006). *Career development learning and employability*. York: Higher Education Academy.».
- [39] «Lindsay, C., McQuaid, R. W., & Dutton, M. (2007). New approaches to employability in the UK: combining 'Human Capital Development' and 'Work First' strategies?. *Journal of social policy*, 36(4), 539-560.».
- [40] «Singh, H. (2015). *Generic skills for sustainable development*. *Education*, 4(6).».
- [41] «Knight, P., & Yorke, M. (2004). *Learning, curriculum and employability in higher education*. Psychology Press.».
- [42] «Greenbank, P. (2006). The academic's role: the need for a re-evaluation?. *Teaching in higher education*, 11(1), 107-112.».
- [43] «Weligamage, S., & Siengthai, S. (2003, November). *Employer needs and graduate skills: the gap between employer expectations and job expectations of Sri Lankan university graduates*. In 9th International conference on Sri Lanka Studies. Matara, Sri Lanka.».
- [44] «MAJID, H. S. A., RAHMAN, S. A., WOK, S., ZUBAIRI, A. M., & YUSOF, D. M. (2008). 16 *Employability: The Role of Inclusive Higher Education in Malaysian Universities*. *Higher Education in the Asia Pacific: Emerging Trends in Teaching and Learning*, 285.».
- [45] «Aliaz, M. H. (2007). *Employability of Islamic Studies Graduates in Malasia*. Unpublished Doctoral dissertation, Islamic Science University of Malasia.».

- [46] «Shukran, A. R., Wok, S., Majid, H. S. A., & Noor, N. M. (2004). Graduate Employability.».
- [47] «Little, B. (2003). International perspectives on employability. LTSN Generic Centre.».
- [48] «Archer, W., & Davison, J. (2008). Graduate employability. The council for industry and Higher Education.».
- [49] «Pegg, A., Waldock, J., Hendy-Isaac, S., & Lawton, R. (2012). Pedagogy for employability.».
- [50] «Wye, C. K., & Lim, Y. M. (2009). Perception Differential between Employers and Undergraduates on the Importance of Employability Skills. *International education studies*, 2(1), 95-105.».
- [51] «Arikpo, P. A. Predictors of Self-Employment Efforts among Unemployed Nigerian Graduates.».
- [52] «Panagiotakopoulos, A. (2012). Employability skills development in Greek higher education institutions (HEIs). *Higher education, skills and work-based learning*.».
- [53] «Karadisi, O. (2012). Effectiveness of universities and colleges in imparting employability skills to their graduates in Tanzania: The case of Dar es salaam Colleges and Universities. Unpublished Postgraduate project, University of Dar es Salaam.».
- [54] «Little, B. (2003). International perspectives on employability. LTSN Generic Centre.».
- [55] «Fulgence, K. (2015). Factors influencing graduates recruitment decisions: The case of Tanzania corporate recruiters. *Academy of Educational Leadership Journal*, 19(1), 195.».
- [56] «Cappelletti, L. (2010). Vers un modèle socio-économique de mesure du capital humain?. *Revue française de gestion*, (8), 139-152.».
- [57] «Cranmer, S. (2006). Enhancing graduate employability: best intentions and mixed outcomes. *Studies in Higher Education*, 31(2), 169-184.».
- [58] «Knight, P., & Yorke, M. (2003). *Assessment, learning and employability*. McGraw-Hill Education (UK).».
- [59] «Pool, L. D., & Sewell, P. (2007). The key to employability: developing a practical model of graduate employability. *Education+ Training*.».
- [60] «Devins, D., & Hogarth, T. (2005). Employing the unemployed: Some case study evidence on the role and practice of employers. *Urban studies*, 42(2), 245-256.».
- [61] «Fulgence, K. (2016). Employability of Higher Education Institution Graduates: Exploring the influence of Entrepreneurship Education and Employability Skills Development Programmes activities in Tanzania.».
- [62] «Bunt, K., McAndrew, F., & Kuechel, A. (2006). *Jobcentre Plus Annual Employer (Market View) Survey 2005-06 (No. 372)*. Corporate Document Services.».

- [63] «Morrison, P. S. (2005). Unemployment and urban labour markets. *Urban Studies*, 42(12), 2261-2288.».
- [64] «Malo, F. B. (2011). Le recrutement, la sélection et l'accueil du personnel: outils pour développer les compétences du professionnel. PUQ.».
- [65] «Devins, D., & Hogarth, T. (2005). Employing the unemployed: Some case study evidence on the role and practice of employers. *Urban studies*, 42(2), 245-256.».
- [66] «Jenkins, A., & Wolf, A. (2005). Employers' selection decisions: the role of qualifications and tests. Princeton University Press.».
- [67] «Newton, B., Hurstfield, J., Miller, L., Page, R., & Akroyd, K. (2005). What employers look for when recruiting the unemployed and inactive: skills, characteristics and qualifications. RESEARCH REPORT-DEPARTMENT FOR WORK AND PENSIONS, 295.».
- [68] «Behrenz, L. (2001). Who gets the job and why? An explorative study of employers' recruitment behavior. *Journal of Applied Economics*, 4(2), 255-278.».
- [69] «Lindsay, C. (2005). Employability, services for unemployed job seekers and the digital divide. *Urban Studies*, 42(2), 325-339.».
- [70] «Morley, L., & Aynsley, S. (2007). Employers, quality and standards in higher education: shared values and vocabularies or elitism and inequalities?. *Higher Education Quarterly*, 61(3), 229-249.».
- [71] «Yorke, M., & Knight, P. (2007). Evidence-informed pedagogy and the enhancement of student employability. *Teaching in higher education*, 12(2), 157-170.».
- [72] «Bower, J. L., Bartlett, C. A., Christensen, C. R., Pearson, A. E., & Andrews, K. R. (2011). *Transnational management: text cases and readings in cross border management (Vol. 4)*. Burr Ridge, IL: McGraw-Hill/Irwin.».
- [73] «Ogbeide, G. C. A. (2006). Employability skills and students' self-perceived competence for careers in hospitality industry (Doctoral dissertation, University of Missouri--Columbia).».
- [74] Hoang, L. (2014). *Entreprise individuelle et entreprise sociétaire*. % citation\_journal\_title%..
- [75] Van Loo, J. B., & Rocco, T. S. (2004). *Continuing Professional Education and Human Capital Theory*. Online Submission..
- [76] Cappelletti, L. (2010). Vers un modèle socio-économique de mesure du capital humain?. *Revue française de gestion*, (8), 139-152..
- [77] Baum, T. (2002). Skills and training for the hospitality sector: a review of issues. *Journal of vocational Education and Training*, 54(3), 343-364..
- [78] Mangan, J., & Trendle, B. (2017). Attrition and retention of apprentices: an exploration of event history data using a multi-state modelling framework. *Education Economics*, 25(4), 406-417..

- [79] Cole, M. S., Rubin, R. S., Feild, H. S., & Giles, W. F. (2007). Recruiters' perceptions and use of applicant résumé information: Screening the recent graduate. *Applied Psychology*, 56(2), 319-343..
- [80] Blokker, R., Akkermans, J., Tims, M., Jansen, P., & Khapova, S. (2019). Building a sustainable start: The role of career competencies, career success, and career shocks in young professionals' employability. *Journal of Vocational Behavior*, 112, 172-184..
- [81] Singh, R., Chawla, G., Agarwal, S., & Desai, A. (2017). Employability and innovation: development of a scale. *International Journal of Innovation Science*..
- [82] Oliver, B., & Jorre de St Jorre, T. (2018). Graduate attributes for 2020 and beyond: Recommendations for Australian higher education providers. *Higher Education Research & Development*, 37(4), 821-836..
- [83] Clarke, M. (2018). Rethinking graduate employability: The role of capital, individual attributes and context. *Studies in Higher Education*, 43(11), 1923-1937..
- [84] Arnedillo-Sánchez, I., & Tseloudi, C. (2017, September). ESCORT: employability skills content curation tool for social media profiles. In *European Conference on Technology Enhanced Learning* (pp. 528-531). Springer, Cham..
- [85] Du Parquet, L., & Petit, P. (2019). Discrimination à l'embauche: Ce que nous apprennent deux décennies de testings en France..
- [86] Okay-Somerville, B., & Scholarios, D. (2017). Position, possession or process? Understanding objective and subjective employability during university-to-work transitions. *Studies in higher education*, 42(7), 1275-1291..
- [87] Bangerter, A., & Gosteli-Corvalan, P. (2017). Taking the initiative in job interviews: Extended responses to questions and storytelling. In *Interactional competences in institutional settings* (pp. 117-142). Palgrave Macmillan, Cham..
- [88] Wu, E. (2019). Developing Sympa's Online Recruitment Process Description..
- [89] Andrews, J., & Higson, H. (2008). Graduate employability, 'soft skills' versus 'hard' business knowledge: A European study. *Higher education in Europe*, 33(4), 411-422..
- [90] Maree, K. (2017). Utilizing career adaptability and career resilience to promote employability and decent work and alleviate poverty. In *Psychology of career adaptability, employability and resilience* (pp. 349-373). Springer, Cham..
- [91] Duarte, M. E., da Silva, J. T., & Paixão, M. P. (2017). Career adaptability, employability, and career resilience in managing transitions. In *Psychology of career adaptability, employability and resilience* (pp. 241-261). Springer, Cham..
- [92] Jollands, M., Boles, W., & Peterson, J. (2017). Developing students' employability in work placements. In *28th Australasian Association for Engineering Education (AAEE) Annual Conference* (pp. 362-368). School of Engineering, Macquarie University..

- [93] Bernstorm, V. H., Drange, I., & Mamelund, S. E. (2019). Employability as an alternative to job security. *Personnel Review*..
- [94] Van der Heijden, B. I., Gorgievski, M. J., & De Lange, A. H. (2016). Learning at the workplace and sustainable employability: a multi-source model moderated by age. *European journal of work and organizational psychology*, 25(1), 13-30..
- [95] Skinner, B. F. (2016). *The technology of teaching*. BF Skinner Foundation..
- [96] Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: a modern approach*. Malaysia; Pearson Education Limited,..
- [97] Germanakos, P., & Belk, M. (2016). A generic human-centred personalization framework: the case of mapU. In *Human-Centred Web Adaptation and Personalization* (pp. 137-182). Springer, Cham..
- [98] Brusilovsky, P., Oh, J. S., López, C., Parra, D., & Jeng, W. (2017). Linking information and people in a social system for academic conferences. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 23(2), 81-111..
- [99] Nicolas Delestre, Jean-Pierre Pécuchet, Catherine Gréboval. *L'architecture d'un hypermédia adaptatif dynamique pour l'enseignement*. *Nouvelles Technologies pour l'Information et le Communication dans les Formations d'Ingénieurs - NTICF'98*, INSA de Rouen, 1.
- [100] Reyes-Garcia, E., & Bouhaï, N. (Eds.). (2017). *Designing Interactive Hypermedia Systems*. ISTE, Limited..
- [101] Brusilovsky, P. (2016). Educational applications of adaptive hypermedia. *Human-Computer Interaction: Interact'95*, 410..
- [102] Frasinca, F., & Houben, G. J. (2002, May). Hypermedia presentation adaptation on the semantic web. In *International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems* (pp. 133-142). Springer, Berlin, Heidelberg..
- [103] El Mawas, N., Ghergulescu, I., Moldovan, A. N., & Muntean, C. (2018, October). Pedagogical based Learner Model Characteristics..
- [104] Schroeder, N. L., Yang, F., Banerjee, T., Romine, W. L., & Craig, S. D. (2018). The influence of learners' perceptions of virtual humans on learning transfer. *Computers & Education*, 126, 170-182..
- [105] [(Brusilovsky, P. (2017, March). Intelligent interfaces for open social student modeling. In *Proceedings of the 2017 ACM Workshop on Intelligent Interfaces for Ubiquitous and Smart Learning* (pp. 1-1).
- [106] El Mawas, N., Ghergulescu, I., Moldovan, A. N., & Muntean, C. (2018, October). Pedagogical based Learner Model Characteristics..
- [107] Clavera, I., Nagabandi, A., Fearing, R. S., Abbeel, P., Levine, S., & Finn, C. (2018). Learning to adapt: Meta-learning for model-based control. *arXiv preprint arXiv:1803.11347*, 3..

- [108] Pritchard, A. (2017). *Ways of learning: Learning theories for the classroom*. Routledge..
- [109] Bodily, R., Kay, J., Aleven, V., Jivet, I., Davis, D., Xhakaj, F., & Verbert, K. (2018, March). Open learner models and learning analytics dashboards: a systematic review. In *Proceedings of the 8th international conference on learning analytics and knowle*.
- [110] Barker, P. (2005). What is IEEE learning object metadata/IMS learning resource metadata. CETIS Standards Briefing Series, JISC (Joint Information Systems Committee of the Universities' Funding Councils)..
- [111] McGreal, R. (2004). Learning objects: A practical definition. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning (IJITDL)*, 9(1)..
- [112] Bower, M. (2017). *Representing and Sharing Content Using Technology', Design of Technology-Enhanced Learning*..
- [113] Méndez, N. D. D., Morales, V. T., & Vicari, R. M. (2016). Learning object metadata mapping with learning styles as a strategy for improving usability of educational resource repositories. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 11(2),..
- [114] Bohl, O., Scheuhase, J., Sengler, R., & Winand, U. (2002, December). The sharable content object reference model (SCORM)-a critical review. In *International Conference on Computers in Education, 2002. Proceedings.* (pp. 950-951). IEEE..
- [115] Celik, D., & Magoulas, G. D. (2016, October). A review, timeline, and categorization of learning design tools. In *International conference on web-based learning* (pp. 3-13). Springer, Cham..
- [116] Ouadoud, M., Chkouri, M. Y., Nejjari, A., & El Kadiri, K. E. (2016, October). Studying and comparing the free e-learning platforms. In *2016 4th IEEE International Colloquium on Information Science and Technology (CiSt)* (pp. 581-586). IEEE..
- [117] Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2001). The semantic web. *Scientific american*, 284(5), 34-43..
- [118] Gruber, T. (2018). *Ontology*..
- [119] Pullmann, J., Petersen, N., Mader, C., Lohmann, S., & Kemeny, Z. (2017, September). Ontology-based information modelling in the industrial data space. In *2017 22nd IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)* (pp. 1.
- [120] Bogarín, A., Cerezo, R., & Romero, C. (2018). A survey on educational process mining. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 8(1), e1230..
- [121] Mahnane, Lamia, Mohamed Tayeb Laskri, and Philippe Trigano. "A model of adaptive e-learning hypermedia system based on thinking and learning styles." *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering* 8.3 (2013): 339-350..
- [122] Lee, J., & Kim, D. G. (2012). Adaptive Learning System Applied Bruner'EIS Theory. *IERI procedia*, 2, 794-801..

- [123] Boticario, J. G., & Santos, O. C. (2007). An Open IMS-based user modelling approach for developing adaptive learning management systems. *Journal of Interactive Media in Education*..
- [124] Ouf, S., Ellatif, M. A., Salama, S. E., & Helmy, Y. (2017). A proposed paradigm for smart learning environment based on semantic web. *Computers in Human Behavior*, 72, 796-818..
- [125] Klačnja-Milićević, A., Vesin, B., Ivanović, M., Budimac, Z., & Jain, L. C. (2017). Adaptation in E-Learning Environments. In *E-Learning Systems* (pp. 37-42). Springer, Cham..
- [126] Cristea, A., & Verschoor, M. (2004, April). The LAG grammar for authoring the adaptive web. In *International Conference on Information Technology: Coding and Computing, 2004. Proceedings. ITCC 2004. (Vol. 1, pp. 382-386)*. IEEE..
- [127] Van Der Sluijs, K., Hidders, J., Leonardi, E., & Houben, G. J. (2009). Gal: A generic adaptation language for describing adaptive hypermedia. In *1st International Workshop on Dynamic and Adaptive Hypertext: Generic Frameworks, Approaches and Techniques* (p.
- [128] Brusilovsky, P. (1998). Methods and techniques of adaptive hypermedia. In *Adaptive hypertext and hypermedia* (pp. 1-43). Springer, Dordrecht..
- [129] Knutov, E., De Bra, P., & Pechenizkiy, M. (2009). AH 12 years later: a comprehensive survey of adaptive hypermedia methods and techniques. *New review of hypermedia and multimedia*, 15(1), 5-38..
- [130] Lancheros-Cuesta, D. J., Carrillo-Ramos, A., & Lancheros-Cuesta, M. (2019). Evaluation of content adaptation. *International Journal of Web Information Systems*..
- [131] Hosseini, R., & Brusilovsky, P. (2016, January). A comparative study of visual cues for annotation-based navigation support in adaptive educational hypermedia. In *CEUR Workshop Proceedings (Vol. 1618)*..
- [132] Knutov, E., De Bra, P., & Pechenizkiy, M. (2009). AH 12 years later: a comprehensive survey of adaptive hypermedia methods and techniques. *New review of hypermedia and multimedia*, 15(1), 5-38..
- [133] Klock, A. C. T., Gasparini, I., Pimenta, M. S., & de Oliveira, J. P. M. (2019). Adaptive hypermedia systems. In *Advanced Methodologies and Technologies in Media and Communications* (pp. 217-228). IGI Global..
- [134] Khan, M. J., & Mustafa, K. (2019). Adaptive hypermedia instructional system (AHIS) : A model. *Education and Information Technologies*, 24(6), 3329-3392..
- [135] Cabada, R. Z., Estrada, M. L. B., & García, C. A. R. (2011). EDUCA: A web 2.0 authoring tool for developing adaptive and intelligent tutoring systems using a Kohonen network. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9522-9529..
- [136] Stash, N., Cristea, A., & De Bra, P. (2006, October). Adaptation to learning styles in e-learning: Approach evaluation. In *E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education* (pp. 284-291). Association for th.

- [137] Wolf, C. (2007). Construction of an adaptive e-learning environment to address learning styles and an investigation of the effect of media choice..
- [138] Tadlaoui, M. A., Aammou, S., Khaldi, M., & Carvalho, R. N. (2016). Learner modeling in adaptive educational systems: a comparative study. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 8(3), 1..
- [139] Ennouamani, S., & Mahani, Z. (2017, December). An overview of adaptive e-learning systems. In *2017 Eighth International Conference on Intelligent Computing and Information Systems (ICICIS)* (pp. 342-347). IEEE..
- [140] [235] Zhang, L. F. (1999). Relationship between Thinking Styles Inventory and Study Process Questionnaire. *Personality and Individual Differences* 29 (5): 841-856..
- [141] [74] De Bello, T. C. (1990). Comparison of eleven major learning style models: variables, appropriate populations, validity of instrumentation and the research behind them. *Journal of Reading, Writing and Learning Disabilities* 6: 203-222..
- [142] Adey, P., R. Fairbrother, D. Wiliam, B. Johnson and C. Jones (1999). *Learning styles & strategies: a review of research* London, King's College, Centre for the Advancement of Thinking..
- [143] Summerville, J. (1999). Role of awareness of cognitive style in hypermedia..
- [144] Cassidy, S. (2003). Learning styles: an overview of theories, models and measures. *Proceedings of the 8th Annual Conference of the European Learning Styles Information Network (ELSIN)*, Hull, UK, 30 June-2 July 2003..
- [145] Biggs, J. (1993). What do inventories of students' learning processes really measure? A theoretical review and classification. *British Journal of Educational Psychology* 63: 3- 19..
- [146] Rezler, A. G. and V. Rezmovic (1981). The Learning Preference Inventory. *Journal of Applied Health* 10: 28-34..
- [147] Reichmann, S. W. and A. F. Grasha (1974). A rational approach to developing and assessing the construct validity of a student learning style scale instrument. *Journal of Psychology* 87: 213-223..
- [148] Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. New Jersey, Prentice Hall..
- [149] Witkin, H. A. and D. R. Goodenough (1981). *Cognitive styles - essence and origins: Field dependence and field independence* New York, International Universities..
- [150] Coffield, F., D. Moseley, E. Hall and K. Ecclestone (2004). *Learning styles and pedagogy in post-16 learning: A systematic and critical review*, Learning & Skills Research Centre..
- [151] Triantafillou, E., A. Pomportsis and E. Georgiadou (2002). AES-CS: Adaptive Educational System based on Cognitive Styles. *Proceedings of the Second International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems (AH2002)*, Malaga, Spain, 29-.

- [152] Hsiao, Y.-P. (1997) The effects of cognitive styles and learning strategies in a hypermedia environment: a review of literature [online]. Available at.
- [153] Bajraktarevic, N., W. Hall and P. Fullick (2003). ILASH: Incorporating Learning Strategies in Hypermedia. Proceedings of the Fourteenth ACM Conference on Hypertext and Hypermedia (HT03), Nottingham, UK, 26-30 August 2003..
- [154] Wolf, C. (2002) iWeaver: Towards an Interactive Web-Based Adaptive Learning Environment to Address Individual Learning Styles [online]. Available at.
- [155] Dunn, R. (2003). The Dunn and Dunn learning style model: theoretical cornerstone, research and practical applications. in Bridging theory and practice. Proceedings of the Eighth Annual European Learning Styles Information Network (ELSIN) Conference, Unive.
- [156] Atherton, J. S. (2005) Learning and Teaching: Experiential Learning [online]. Available at <<http://www.learningandteaching.info/learning/experience.htm>> [Accessed on 14th August 2007]..
- [157] Kolb, D. A. (1984). Experiential learning: experience as the source of learning and development. New Jersey, Prentice Hall..
- [158] Coffield, F., D. Moseley, E. Hall and K. Ecclestone (2004). Learning styles and pedagogy in post-16 learning: A systematic and critical review, Learning & Skills Research Centre..
- [159] Kolb, D. A. (1984). Experiential learning: experience as the source of learning and development. New Jersey, Prentice Hall..
- [160] Coffield, F., Moseley, D., Hall, E., Ecclestone, K., Coffield, F., Moseley, D., ... & Ecclestone, K. (2004). Learning styles and pedagogy in post-16 learning: A systematic and critical review..
- [161] Stash, N., A. Cristea and P. De Bra (2004). Authoring of learning styles in adaptive hypermedia: problems and solutions. Proceedings of the 13th International World Wide Web Conference, New York, USA., 17-24 May 2004..
- [162] Conlan, O., D. Dagger and V. Wade (2002). Towards a Standards-based Approach to e-Learning Personalization using Reusable Learning Objects. Proceedings of the World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare and Higher Education (E-Lea.
- [163] McCarthy, B. (1997). A Tale of Four Learners: 4MAT's Learning Styles. Educational Leadership 54 (6): 46-51..
- [164] Honey, P. and A. Mumford (1992). The Manual of Learning Styles Maidenhead, Peter Honey Publications..
- [165] Allinson, C. W. and J. Hayes (1990). Validity of the Learning Styles Questionnaire..
- [166] Stash, N., A. Cristea and P. De Bra (2004). Authoring of learning styles in adaptive hypermedia: problems and solutions. Proceedings of the 13th International World Wide Web Conference, New York, USA., 17-24 May 2004..

- [167] Felder, R. M., & Spurlin, J. (2005). Applications, reliability and validity of the index of learning styles. *International journal of engineering education*, 21(1), 103-112..
- [168] Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering education*, 78(7), 674-681..
- [169] Carver, C. A., R. A. Howard and W. D. Lane (1999). Addressing different learning styles through course hypermedia. *IEEE Transactions on Education* 42 (1): 33-38..
- [170] Paredes, P. and P. Rodriguez (2004). A mixed approach to modelling learning styles in adaptive educational hypermedia. *Proceedings of the Third IASTED Conference on Web-Based Education (WBE2004)*, Innsbruck, Austria, 16-18 February 2004..
- [171] Bajraktarevic, N., W. Hall and P. Fullick (2003). Incorporating learning styles in hypermedia environment: Empirical evaluation. *Proceedings of the Fourteenth ACM Conference on Hypertext and Hypermedia (HT03)*, Nottingham, UK, 26-30 August 2003..
- [172] Felder, R. M. and J. Spurlin (2005). Applications, Reliability, and Validity of the Index of Learning Styles. *International Journal of Engineering Education* 21 (1): 103-112..
- [173] Zywno, M. S. (2003). A contribution to validation of score meaning for Felder- Soloman's Index of Learning Styles. *Proceedings of the 2003 ASEE Annual Conference and Exposition*, Nashville, Tennessee, 23-25 June 2003..
- [174] Zywno, M. S. (2003). A contribution to validation of score meaning for Felder- Soloman's Index of Learning Styles. *Proceedings of the 2003 ASEE Annual Conference and Exposition*, Nashville, Tennessee, 23-25 June 2003..
- [175] Coffield, F., D. Moseley, E. Hall and K. Ecclestone (2004). Learning styles and pedagogy in post-16 learning: A systematic and critical review, Learning & Skills Research Centre..
- [176] Coffield, F., D. Moseley, E. Hall and K. Ecclestone (2004). Learning styles and pedagogy in post-16 learning: A systematic and critical review, Learning & Skills Research Centre..
- [177] Ausubel, D. P. (1978). In defense of advance organizers: A reply to the critics. *Review of Educational research*, 48(2), 251-257..
- [178] Sadler-Smith, E. (1996). Learning styles: a holistic approach. *Journal of European Industrial Training*..
- [179] Truong, H. M. (2016). Integrating learning styles and adaptive e-learning system: Current developments, problems and opportunities. *Computers in human behavior*, 55, 1185-1193..
- [180] Graf, S., Viola, S. R., & Kinshuk, T. L. (2006, December). Representative characteristics of felder-silverman learning styles: An empirical model. In *Proceedings of the IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age* (.).
- [181] Tomlinson, C. A. (2000). Reconcilable differences: Standards-based teaching and differentiation. *Educational leadership*, 58(1), 6-13..

- [182] Wilson, L. O. (2016). Anderson and Krathwohl–Bloom’s taxonomy revised. Understanding the New Version of Bloom's Taxonomy..
- [183] Dorça, F. A., Araújo, R. D., De Carvalho, V. C., Resende, D. T., & Cattelan, R. G. (2016). An Automatic and Dynamic Approach for Personalized Recommendation of Learning Objects Considering Students Learning Styles: An Experimental Analysis. *Informatics in*.
- [184] Mendes, M. M., Carvalho, V. C., Araújo, R. D., Dorça, F. A., & Cattelan, R. G. (2017, October). Clustering learning objects in the IEEE-LOM standard considering learning styles to support customized recommendation systems in educational environments. In 2.
- [185] Day, S., & Erturk, E. (2017). e-Learning objects in the cloud: SCORM compliance, creation and deployment options. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*, 9(4), 449-467..
- [186] Ouadoud, M., Chafiq, T., & Chkouri, M. Y. (2018, October). Designing an IMS-LD model for disciplinary information space of learning management system. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Smart City Applications* (pp. 1-9)..
- [187] Chen, Y. (2018). Educational resource management in grid community based on learning object metadata standard. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 13(11), 130-143..
- [188] Aldrees, A., & Chikh, A. (2016). Comparative evaluation of four multi-label classification algorithms in classifying learning objects. *Computer Applications in Engineering Education*, 24(4), 651-660..
- [189] Xu, H. (2016). Faculty use of a learning object repository in higher education. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*..
- [190] Bernstein, A., Hendler, J., & Noy, N. (2016). A new look at the semantic web. *Communications of the ACM*, 59(9), 35-37..
- [191] Hitzler, P., Gangemi, A., & Janowicz, K. (Eds.). (2016). *Ontology engineering with ontology design patterns: foundations and applications* (Vol. 25). IOS Press..
- [192] Galeev, I., Tararina, L., & Kolosov, O. (2004, August). Adaptation on the basis of the skills overlay model. In *IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2004. Proceedings.* (pp. 648-650). IEEE..
- [193] Yan, R., Le, R., Song, Y., Zhang, T., Zhang, X., & Zhao, D. (2019, July). Interview Choice Reveals Your Preference on the Market: To Improve Job-Resume Matching through Profiling Memories. In *Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on*.
- [194] Lin, Y., Lei, H., Addo, P. C., & Li, X. (2016). Machine learned resume-job matching solution. *arXiv preprint arXiv:1607.07657*..
- [195] García, P., Amandi, A., Schiaffino, S., & Campo, M. "Evaluating Bayesian networks’ precision for detecting students’ learning styles". *Computers & Education*, 49(3), 794-808, 2007 <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.017>.

- [196] E. Popescu, "Dynamic adaptive hypermedia systems for e-learning". Ph.D. dissertation, Université de Technologie de Compiègne, 2008] [pp. 21].
- [197] Popescu, Elvira. "Diagnosing Students' Learning Style in an Educational Hypermedia System." Cognitive and Emotional Processes in Web-Based Education: 187-208.  
<https://doi.org/10.4018/978-1-60566-392-0.ch011>.
- [198] McSherry, F., & Mironov, I. (2009, June). Differentially private recommender systems: Building privacy into the netflix prize contenders. In Proceedings of the 15th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining (pp. 627-636)..
- [199] Tchienehom, P. L. (2004, May). Architecture de Recherche et de Recommandation d'Information à base de Profils Définitions, acquisitions, usages de profils..
- [200] Lainé-Cruzel, S., Lafouge, T., Lardy, J. P., & Abdallah, N. B. (1996). Improving information retrieval by combining user profile and document segmentation. *Information Processing & Management*, 32(3), 305-315..
- [201] Herlocker, J. L., Konstan, J. A., & Riedl, J. (2000, December). Explaining collaborative filtering recommendations. In Proceedings of the 2000 ACM conference on Computer supported cooperative work (pp. 241-250).],.
- [202] Coffield, F., Moseley, D., Hall, E., Ecclestone, K., Coffield, F., Moseley, D., ... & Ecclestone, K. (2004). Learning styles and pedagogy in post-16 learning: A systematic and critical review..
- [203] Apter, M. J. (2001). Motivational styles in everyday life: A guide to reversal theory. American Psychological Association..
- [204] Dunn, R., & Griggs, S. (2003). The Dunn and Dunn learning style model and its theoretical cornerstone. *Synthesis of the Dunn and Dunn Learning-Style Model Research Who, what, when, where, and so what*, 1-6..
- [205] Felder, R. M., & Spurlin, J. (2005). Applications, reliability and validity of the index of learning styles. *International journal of engineering education*, 21(1), 103-112..
- [206] Popescu, E. (2008). Dynamic adaptive hypermedia systems for e-learning (Doctoral dissertation)..
- [207] Yanhong, S. (2018). Design of digital network shared learning platform based on SCORM standard. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 13(07), 214-227..
- [208] Grimand, A. (2012). L'appropriation des outils de gestion et ses effets sur les dynamiques organisationnelles : le cas du déploiement d'un référentiel des emplois et des compétences. *Management Avenir*, (4), 237-257..
- [209] [36] Ng, T. W., & Feldman, D. C. (2009). How broadly does education contribute to job performance?. *Personnel psychology*, 62(1), 89-134..
- [210] [37] Krueger, A., & Rouse, C. (1998). The effect of workplace education on earnings, turnover, and job performance. *Journal of Labor Economics*, 16(1), 61-94..

- [211] Van Gerven, P. W., Paas, F., Van Merriënboer, J. J., Hendriks, M., & Schmidt, H. G. (2003). The efficiency of multimedia learning into old age. *British journal of educational psychology*, 73(4), 489-505..
- [212] Demetriadis, S., & Pombortsis, A. (2007). E-lectures for flexible learning: A study on their learning efficiency. *Journal of Educational Technology & Society*, 10(2), 147-157..
- [213] [38] Ishola, A. A., Adeleye, S. T., & Tanimola, F. A. (2018). Impact of educational, professional qualification and years of experience on accountant job performance. *Journal of Accounting and Financial Management*, 4(1), 32-44..
- [214] [39] Anam Amin, R. S., & Lodhi, M. R. N. (2013). The impact of employees training on the job performance in education sector of Pakistan. *Middle-East Journal of scientific research*, 17(9), 1273-1278..
- [215] [40] Bishop, J. (1992, December). The impact of academic competencies on wages, unemployment, and job performance. In *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* (Vol. 37, pp. 127-194). North-Holland..
- [216] «Othman, Z., Musa, F., Mokhtar, N. H., Ya'acob, A., Latiff, R. A., & Hussin, H. (2010). Investigating University Graduates' English Language Competency towards Employability: A Proposed Research Method. *International Journal of Learning*, 17(7).».
- [217] «Heijde, C. M. V. D., & Van Der Heijden, B. I. (2006). A competence-based and multidimensional operationalization and measurement of employability. *Human Resource Management: Published in Cooperation with the School of Business Administration, The Universi*».

# Annexes

## 1. Indice des styles d'apprentissage

L'Indice des styles d'apprentissage qui a été publié par Richard Felder (pédagogue) et Barbara Soloman (psychologue) en 1991 et comporte 44 questions :

### 1. Je comprends mieux quelque chose après...

- (a) l'avoir essayé.  (b) y avoir réfléchi.

### 2. Je préfère être considéré(e) comme...

- (a) réaliste.  (b) innovateur (-trice).

### 3. Quand je pense à ce que j'ai fait hier, je suis plus susceptible que ce soit...

- (a) en images.  (b) en mots.

### 4. J'ai tendance...

- (a) à comprendre les détails d'un sujet alors que la structure globale peut rester floue.  (b) à comprendre la structure globale alors que les détails peuvent rester flous.

### 5. Quand j'apprends quelque chose de nouveau, cela m'aide...

- (a) d'en parler.  (b) d'y penser.

### 6. Si j'étais professeur(e), je préférerais enseigner un cours...

- (a) qui traite de faits et de situations de la vie réelle.  (b) qui traite avec d'idées et des théories.

### 7. Je préfère obtenir de nouvelles informations...

- (a) en images, diagrammes, graphiques ou cartes.  (b) en instructions écrites ou en informations verbales.

### 8. Une fois que je comprends...

(a) toutes les parties, je comprends l'ensemble.  (b) le tout, je vois la façon dont les parties s'intègrent.

**9. Dans un groupe d'étude travaillant sur un sujet difficile, je suis plus susceptible...**

(a) de participer et apporter des idées.  (b) de m'asseoir et écouter.

**10. Je trouve plus facile...**

(a) d'apprendre des faits.  (b) d'apprendre des concepts.

**11. Dans un livre avec beaucoup d'images et de graphiques, je suis davantage porté(e) à...**

(a) regarder les images et les graphiques avec soin.  (b) me concentrer sur le texte écrit.

**12. Quand je résous des problèmes de mathématiques...**

(a) je travaille habituellement vers la solution une étape à la fois.  (b) je vois souvent les solutions, mais j'ai de la difficulté à trouver les étapes pour y arriver.

**13. Dans les cours que j'ai suivis...**

(a) j'ai généralement fait connaissance avec beaucoup d'étudiants.  
 (b) j'ai rarement fait connaissance avec beaucoup d'étudiants.

**14. En lisant autre chose que de la fiction, je préfère...**

(a) une lecture qui m'apprend des faits nouveaux ou me dit comment faire quelque chose.  (b) une lecture qui me donne de nouvelles idées à méditer.

**15. J'aime les enseignants...**

(a) qui mettent beaucoup de schémas au tableau.  (b) qui passent beaucoup de temps à expliquer.

**16. Quand j'analyse une histoire ou un roman...**

(a) je pense aux incidents et essaie de les mettre ensemble pour comprendre les thèmes.  (b) je ne connais les thèmes que lorsque j'ai fini de lire, puis je dois revenir en arrière et trouver les incidents qui les illustrent.

**17. Quand je commence un problème dans un devoir (travail à la maison), je suis plus susceptible...**

(a) de commencer à travailler sur la solution immédiatement.  (b) d'essayer de comprendre le problème d'abord.

**18. Je préfère l'idée de...**

(a) certitudes.  (b) théories.

**19. Je me souviens mieux de...**

(a) ce que je vois.  (b) ce que j'entends.

**20. Il est plus important pour moi qu'un instructeur...**

(a) présente le matériel en étapes séquentielles claires.  (b) me donne une image globale et relie le matériel à d'autres sujets.

**21. Je préfère étudier...**

(a) dans un groupe d'étude.  (b) seul(e).

**22. Je suis plus susceptible d'être considéré(e)...**

(a) comme prenant soin des détails de mon travail.  (b) comme faisant mon travail de façon créative.

**23. Quand je reçois des indications pour me rendre à un nouvel endroit, je préfère...**

(a) une carte.  (b) des instructions écrites.

**24. J'apprends...**

(a) à un rythme assez régulier. Si je travaille dur, je réussis.  (b) par à-coups. Je vais être totalement confus(e), puis tout à coup tout « clique ».

**25. Je préfère d'abord...**

(a) essayer les choses.  (b) réfléchir à comment je vais faire.

**26. Quand je lis pour le plaisir, j'aime les écrivains qui...**

(a) disent clairement ce qu'ils veulent dire.  (b) disent les choses de façons créatives et intéressantes.

**27. Quand je vois un schéma ou un croquis en classe, je suis plus susceptible de me souvenir...**

(a) de l'image.  (b) de ce que l'instructeur a dit à son sujet.

**28. En considérant un ensemble d'informations, je suis plus susceptible...**

(a) de me concentrer sur les détails et manquer le tableau d'ensemble.  (b) d'essayer d'avoir une vue d'ensemble avant d'entrer dans les détails.

**29. Je me souviens plus facilement...**

(a) de quelque chose que j'ai fait.  (b) de quelque chose auquel j'ai beaucoup réfléchi.

**30. Quand je dois effectuer une tâche, je préfère...**

(a) maîtriser une façon de faire.  (b) trouver de nouvelles façons de faire.

**31. Quand quelqu'un me montre des données, je préfère...**

(a) des tableaux ou des graphiques.  (b) un texte résumant les résultats.

**32. Lorsque je rédige un document, je suis plus susceptible de...**

(a) travailler sur le début de l'article et avancer dans l'ordre.  (b) travailler sur différentes parties de l'article, puis les ordonner.

**33. Quand je dois travailler sur un projet de groupe, je veux d'abord...**

- (a) avoir un « brainstorming » de groupe où tout le monde donne ses idées.  (b) réfléchir individuellement et ensuite se réunir en groupe pour comparer les idées.

**34. Je considère que c'est un plus bel éloge de qualifier quelqu'un...**

- (a) de sensible.  (b) d'imaginatif.

**35. Quand je rencontre des gens à une soirée, je suis plus susceptible de me souvenir...**

- (a) à quoi ils ressemblaient.  (b) ce qu'ils ont dit sur eux-mêmes.

**36. Quand j'apprends un nouveau sujet, je préfère...**

- (a) rester concentré(e) sur ce sujet, apprendre autant que je peux sur ce sujet.  (b) essayer de faire des liens entre ce sujet et des sujets connexes.

**37. Je suis plus susceptible d'être considéré(e)...**

- (a) comme étant sociable.  (b) comme étant réservé(e).

**38. Je préfère des cours qui mettent l'accent sur...**

- (a) du matériel concret (faits, données).  (b) du matériel abstrait (concepts, théories).

**39. Pour le divertissement, je préfère...**

- (a) regarder la télévision.  (b) lire un livre.

**40. Certains enseignants commencent leurs cours avec un aperçu de ce qu'ils vont couvrir. Ces grandes lignes sont...**

- (a) peu utiles pour moi.  (b) très utiles pour moi.

**41. L'idée de faire des devoirs en groupe, avec une évaluation pour l'ensemble du groupe...**

- (a) me plaît.  (b) ne me plaît pas.

**42. Quand je fais de longs calculs...**

- (a) j'ai tendance à répéter toutes mes étapes et vérifier mon travail avec soin.  (b) je trouve fastidieux de vérifier mon travail et je dois me forcer pour le faire.

**43. J'ai tendance à me rappeler des lieux où je suis allé(e)...**

- (a) facilement et de façon assez précise.  (b) avec difficulté et sans beaucoup de détails.

**44. En résolvant des problèmes dans un groupe, je serais plus susceptible de...**

- (a) penser aux étapes du processus de solution.  (b) penser aux conséquences possibles ou aux applications de la solution dans un large éventail de domaines.

## 2. Exemple de résultats aux questionnaire de FSLSM:

La figure suivante représente un exemple de résultat du test

<b>Actif</b>	11a	9a	7a	5a	<b>3a</b>	1a		1b	3b	5b	7b	9b	11b	<b>Réflexif</b>
					X									
<b>Sensoriel</b>	11a	9a	7a	5a	3a	1a		1b	<b>3b</b>	5b	7b	9b	11b	<b>Intuitif</b>
									X					
<b>Visuel</b>	11a	<b>9a</b>	7a	5a	<b>3a</b>	1a		1b	3b	5b	7b	9b	11b	<b>Verbal</b>
		X												
<b>Séquentiel</b>	11a	9a	7a	5a	3a	1a		1b	3b	<b>5b</b>	7b	9b	11b	<b>Global</b>
										X				

Figure 0-1: Exemple des résultats du test FSLSM

Les résultats situés entre :

- 1 à 3** indiquent un bon équilibre entre les deux modes d'apprentissage opposés de l'échelle ;
- 5 à 7** indiquent une préférence modérée ; une plus grande facilité lorsque l'environnement d'apprentissage favorise cette préférence ;
- 9 à 11** indiquent une très forte préférence ; une plus grande difficulté dans un environnement qui ne supporte pas cette préférence.

### 3. Les cinq questions les plus représentatives pour chaque dimension de l'ILS :

	Rang	Question Non.	Question
Actif / réfléchissant	1	37	Je suis plus susceptible d'être considéré (a) comme sociable. (b) réservé.
	2	1	Je comprends mieux quelque chose après l'avoir (a) essayé. (b) y avoir réfléchi.
	3	13	Dans les cours que j'ai suivis (a) j'ai généralement fait la connaissance de nombreux étudiants. (b) J'ai rarement rencontré beaucoup d'étudiants.
	4	25	Je préfère d'abord (a) essayer les choses. (b) réfléchir à la façon avec laquelle je vais le faire.
	5	21	Je préfère étudier (a) dans un groupe d'étude. (b) seul.
Sensoriel / intuitif	1	6	Si j'étais enseignant, je préférerais donner un cours (a) qui traite des faits et des situations de la vie réelle. (b) qui traite des idées et des théories.
	2	38	Je préfère les cours qui mettent l'accent sur (a) le matériel concret (faits, données). (b) matériel abstrait (concepts, théories).
	3	18	Je préfère l'idée d'une (a) certitude. (b) théorie.
	4	dix	Je trouve plus facile (a) d'apprendre des faits. (b) apprendre des concepts.
	5	2	Je préfère être considéré comme (a) réaliste. (b) innovant.
Visuel / verbal	1	31	Lorsque quelqu'un me montre des données, je préfère (a) des tableaux ou des graphiques. (b) texte résumant les résultats.
	2	11	Dans un livre avec beaucoup d'images et de graphiques, je vais probablement (a) regarder attentivement les images et les graphiques. (b) se concentrer sur le texte écrit.
	3	7	Je préfère obtenir de nouvelles informations dans (a) des images, des diagrammes, des graphiques ou des cartes. (b) des instructions écrites ou des informations verbales.
	4	19	Je me souviens le mieux (a) de ce que je vois. (b) ce que j'entends.
	5	3	Quand je pense à ce que j'ai fait hier, je suis le plus susceptible d'obtenir (a) une photo. (b) des mots.
Séquentiel / Global	1	36	Lorsque j'apprends un nouveau sujet, je préfère (a) rester concentré sur ce sujet, en en apprenant autant que possible. (b) essayer d'établir des liens entre ce sujet et des sujets connexes.
	2	20	Il est plus important pour moi qu'un instructeur (a) présente le matériel en étapes séquentielles claires. (b) donne moi un image globale et relier le matériel à d'autres sujets.
	3	8	Une fois que je comprends (a) toutes les parties, je comprends tout. (b) le tout, je vois comment les pièces s'ajustent.
	4	44	Lors de la résolution de problèmes en groupe, je serais plus susceptible de (a) penser aux étapes du processus de résolution. (b) penser aux conséquences ou applications possibles de la solution dans un large éventail de domaines.
	5	4	J'ai tendance à (a) comprendre les détails d'un sujet mais peut être flou sur sa structure globale. (b) comprendre structure globale mais peut être floue sur les détails.

Tableau 0-1 : Les questions les plus représentatives pour chaque dimension