



Contribution à l'élaboration de modèles décisionnels pour l'amélioration de la réussite des apprenants dans un système d'apprentissage en ligne

Yassine Safsouf

► To cite this version:

Yassine Safsouf. Contribution à l'élaboration de modèles décisionnels pour l'amélioration de la réussite des apprenants dans un système d'apprentissage en ligne. Education. Université de Bretagne Sud, 2021. Français. NNT : 2021LORIS607 . tel-03531760

HAL Id: tel-03531760

<https://theses.hal.science/tel-03531760v1>

Submitted on 18 Jan 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THESE DE DOCTORAT DE

L'UNIVERSITE BRETAGNE SUD

ECOLE DOCTORALE N° 601

*Mathématiques et Sciences et Technologies
de l'Information et de la Communication*

Spécialité : Informatique

Par

Yassine SAFSOUF

**Contribution à l'élaboration de modèles décisionnels pour
l'amélioration de la réussite des apprenants dans un système
d'apprentissage en ligne.**

Thèse présentée et soutenue à « Vannes », le « 15 Novembre 2021 »

**Unité de recherche : Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Information, de la
Communication et de la Connaissance (Lab-STICC)**

Thèse N° : 607

Rapporteurs avant soutenance :

Philippe TRIGANO : Professeur des Universités, Université de Technologie de Compiègne, France
El Houssine LABRIJI : Professeur des Universités, Université Hassan II, Casablanca, Maroc

Composition du Jury :

Président : Philippe TRIGANO : Professeur des Universités, Université de Technologie de Compiègne, France
Examinatrice : Fahima DJELIL : Maîtresse de conférences, IMT Atlantique, France

Dir. de thèse : Franck POIRIER : Professeur des universités, Université Bretagne Sud, France
Co-dir. de thèse : Khalifa MANSOURI : Professeur des universités, Université Hassan II de Casablanca, Maroc

Titre : Contribution à l'élaboration de modèles décisionnels pour l'amélioration de la réussite des apprenants dans un système d'apprentissage en ligne.

Mots clés : Environnement d'apprentissage en ligne, succès de l'apprenant, expérience d'apprentissage, analyse de l'apprentissage en ligne, tableau de bord d'apprentissage;

Résumé : En raison de la croissance rapide des technologies de l'information et d'Internet, l'apprentissage en ligne a connu une expansion considérable ces dix dernières années. L'Internet et l'éducation se combinent pour permettre aux apprenants d'accéder à des plateformes d'apprentissage en ligne, leur donnant ainsi la possibilité d'acquérir de nouvelles compétences sous une autre forme qu'en présentiel.

Bien avant la pandémie du COVID-19, les établissements d'enseignement ont investi dans les systèmes d'apprentissage en ligne pour soutenir l'enseignement traditionnel et améliorer l'expérience et les performances d'apprentissage. Ces systèmes offrent un mode d'apprentissage au rythme de l'apprenant, flexible et, en théorie, disponible partout et à tout moment. Cependant, l'absence de contact direct, le manque d'engagement et de motivation peuvent entraîner une insatisfaction et une mauvaise

expérience d'apprentissage. Ceci peut conduire à un désengagement, un abandon et à un taux de réussite nettement inférieur à celui de l'enseignement en présentiel.

Cette thèse s'inscrit dans ce contexte. Elle vise à élaborer des modèles conceptuels d'amélioration de la réussite des apprenants dans un système d'apprentissage en ligne. Trois études ont été menées à partir des modèles conçus et des outils développés, dont les résultats ont permis d'identifier les facteurs capables de déterminer la réussite, de mesurer l'évolution de l'expérience d'apprentissage, de contribuer à réduire l'abandon scolaire et d'améliorer la performance et la réussite des apprenants en ligne. Ces résultats ont fourni des recommandations, ainsi qu'une proposition d'un scénario d'application des contributions réalisées dans le contexte de l'enseignement supérieur en général et dans le système d'enseignement marocain privé et public en particulier.

Title: Contributed to the development of decision models for improving learner success in an online learning environment.

Keywords: E-learning environment, learner success, learning experience, e-learning analytics, learning dashboard;

Abstract: The rapid growth of information technology and the Internet has caused online learning to expand significantly over the past decade. The Internet and education are combining to provide learners with access to online learning platforms, giving them the opportunity to learn new skills in a different form than face-to-face.

Even before the COVID-19 pandemic, educational institutions invested in online learning systems to support traditional education and improve the learning experience and performance. These systems offer a self-paced, flexible and, theoretically, available anywhere, anytime learning experience. However, the lack of face-to-face contact, engagement and motivation can lead to dissatisfaction and a poor learning experience. This can lead to disengagement, drop-out and

a significantly lower success rate than face-to-face education.

In this context, this thesis aims to develop conceptual models for improving learner success in an e-learning system. It aims to develop conceptual models for improving learner success in an e-learning system. Three studies were conducted using the designed models and developed tools, the results of which identified factors that can determine success, measure the evolution of the learning experience, help reduce dropout, and improve the performance and success of online learners. These results provided recommendations, as well as a proposed scenario for applying the contributions made in the context of higher education in general and in the Moroccan private and public education system in particular.

Table des matières

LISTE DES TABLEAUX.....	9
LISTE DES FIGURES	10
LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES.....	13
RESUME	15
ABSTRACT.....	16
REMERCIEMENTS.....	17
PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES	18
INTRODUCTION GENERALE	20
1. INTRODUCTION	21
2. PROBLEMATIQUE ET CONTEXTE GENERAL.....	22
3. QUESTIONS DE LA RECHERCHE ET OBJECTIFS DE LA THESE	23
4. CONTRIBUTIONS DE LA THESE	27
5. ORGANISATION DU DOCUMENT DE LA THESE	28
CHAPITRE 1 : ÉTAT DE L'ART SUR LES FACTEURS CRITIQUES DE SUCCES DANS L'APPRENTISSAGE EN LIGNE	30
INTRODUCTION	31
1.1. TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION POUR L'ENSEIGNEMENT (TICE).....	32
1.1.1. <i>Déploiement des ordinateurs</i>	32
1.1.2. <i>L'épopée du Web</i>	32
1.1.3. <i>Apprentissage en ligne</i>	33
1.2. ENVIRONNEMENTS D'APPRENTISSAGE EN LIGNE (EAL)	35
1.2.1. <i>Critères de choix des EAL</i>	35
1.2.1.1. Gratuit ou commercial	35
1.2.1.2. Sur site ou sur le cloud	36
1.2.1.3. Les EAL intégrés.....	37
1.2.2. <i>Modes d'apprentissage en ligne</i>	37
1.2.2.1. Apprentissage en présentiel enrichi.....	37
1.2.2.2. Apprentissage mixte.....	37
1.2.2.3. Apprentissage en ligne intégral	38
1.2.2.4. Apprentissage social.....	38
1.3. AVANTAGES ET LIMITES DE L'UTILISATION DES EAL	39
1.3.1. <i>Pour les organisations</i>	39
1.3.2. <i>Pour les enseignants</i>	39
1.3.3. <i>Pour les apprenants</i>	40
1.3.4. <i>Limites de l'utilisation des EAL</i>	40
1.4. ENSEIGNEMENT EN LIGNE AU MAROC, REFORMES ET VISION STRATEGIQUE	41
1.4.1. <i>Réformes du système de l'éducation</i>	41
1.4.2. <i>Vision stratégique de la réforme 2015-2030</i>	42
1.4.3. <i>Effet de la crise sanitaire</i>	43
1.5. FACTEURS CRITIQUES DE SUCCES DANS L'APPRENTISSAGE EN LIGNE.....	44
1.5.1. <i>Les facteurs critiques de succès</i>	44
1.5.2. <i>Revue de la littérature des facteurs critiques de succès dans l'apprentissage en ligne</i>	45
1.5.3. <i>Résumé bibliographique</i>	48
CONCLUSION	50
CHAPITRE 2 : MODELE D'EVALUATION DE LA REUSSITE DES APPRENANTS DANS LES ENVIRONNEMENTS D'APPRENTISSAGE EN LIGNE	51

INTRODUCTION	52
2.1. MODELES THEORIQUES DE RECHERCHE	52
2.1.1. <i>Le modèle de confirmation des attentes (ECM)</i>	53
2.1.2. <i>Le modèle d'acceptation de la technologie (TAM)</i>	55
2.1.3. <i>Le Modèle de réussite des systèmes d'information Delone et Mclean (D&M ISS)</i>	59
2.1.4. <i>La théorie de l'apprentissage autorégulé (SRL)</i>	62
2.2. CADRE THEORIQUE DE L'ETUDE	64
2.2.1. <i>La dimension apprenant</i>	64
2.2.2. <i>La dimension instructeur</i>	64
2.2.3. <i>La dimension système</i>	65
2.2.4. <i>La dimension cours</i>	65
2.2.5. <i>La dimension sociale</i>	65
2.3. MODELE D'EVALUATION DU SUCCES DES APPRENANTS EN LIGNE (E-LSAM)	66
2.4. HYPOTHESES DE RECHERCHE.....	68
2.4.1. <i>Groupe 1 : Facilité d'utilisation perçue</i>	68
2.4.2. <i>Groupe 2 : Utilité perçue</i>	69
2.4.3. <i>Groupe 3 : Attitude envers l'EAL</i>	69
2.4.4. <i>Groupe 4 : Intention de continuité dans l'EAL</i>	70
2.4.5. <i>Groupe 5 : Satisfaction de l'apprenant</i>	71
2.4.6. <i>Groupe 6 : Autorégulation</i>	73
2.4.7. <i>Groupe 7 : Réussite de l'apprenant en ligne</i>	74
CONCLUSION	74
CHAPITRE 3 : PREMIERE ETUDE - ANALYSE DE LA REUSSITE DES APPRENANTS EN LIGNE DANS L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR MAROCAIN	76
INTRODUCTION	77
3.1. OBJECTIFS ET PROTOCOLE DE L'EXPERIENCE	77
3.1.1. <i>Objectifs de l'expérience</i>	77
3.1.2. <i>Conception du questionnaire</i>	78
3.1.3. <i>Participants</i>	80
3.2. METHODOLOGIE ET ANALYSE DES DONNEES.....	82
3.2.1. <i>Méthodologie d'analyse</i>	82
3.2.2. <i>Analyse du modèle de mesure</i>	82
3.2.3. <i>Fiabilité du modèle</i>	82
3.2.3.1. Validité convergente	83
3.2.3.2. Validité discriminante.....	86
3.2.4. <i>Analyse du modèle d'équation structurelle (SEM)</i>	88
3.2.4.1. Ajustement du modèle	88
3.2.4.2. Évaluation du modèle.....	90
3.3. EXAMEN DES HYPOTHESES	93
3.3.1. <i>Groupe 1 : Facilité d'utilisation perçue</i>	93
3.3.2. <i>Groupe 2 : Utilité perçue</i>	93
3.3.3. <i>Groupe 3 : Attitude envers l'EAL</i>	93
3.3.4. <i>Groupe 4 : Intention de continuité dans l'EAL</i>	94
3.3.5. <i>Groupe 5 : Satisfaction de l'apprenant</i>	94
3.3.6. <i>Groupe 6 : Autorégulation</i>	94
3.3.7. <i>Groupe 7 : Réussite de l'apprenant en ligne</i>	95
3.4. DISCUTIONS DES RESULTATS	95
CONCLUSION	98
CHAPITRE 4 : ÉLABORATION D'UNE ECHELLE DE MESURE DE L'EXPERIENCE D'APPRENTISSAGE	99
INTRODUCTION	100
4.1. EXPERIENCE UTILISATEUR ET EXPERIENCE D'APPRENTISSAGE	100
4.1.1. <i>Utilisabilité</i>	101
4.1.2. <i>La conception émotionnelle</i>	102
4.1.3. <i>Expérience utilisateur (UX)</i>	104

4.1.4.	<i>Expérience d'apprentissage (LX)</i>	106
4.2.	FACTEURS DE MESURE DE L'EXPERIENCE D'APPRENTISSAGE	107
4.3.	ÉCHELLE DE MESURE DE L'EXPERIENCE UTILISATEURS	110
4.3.1.	<i>Méthodes d'évaluation de l'UX</i>	111
4.3.2.	<i>Échelles de mesure de l'UX</i>	112
4.3.2.1.	Évaluation de l'utilisabilité	112
4.3.2.2.	Évaluation des émotions	113
4.3.2.3.	AttrakDiff	114
4.4.	FASER LX TEST UNE NOUVELLE ECHELLE DE MESURE DE L'EXPERIENCE D'APPRENTISSAGE	118
	CONCLUSION	121
CHAPITRE 5 : DEUXIEME ETUDE - ÉVALUATION DE L'EXPERIENCE UTILISATEUR DANS L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR MAROCAIN		122
	INTRODUCTION	123
5.1.	DEMARCHE DE CONCEPTION DE L'ECHELLE FASER LX TEST	123
5.1.1.	<i>Choix des paires de mots</i>	123
5.1.2.	<i>Analyse et conception</i>	125
5.1.3.	<i>Conception de la base de données</i>	126
5.1.4.	<i>Développement de l'échelle FASER LX Test</i>	127
5.2.	OBJECTIFS ET PROTOCOLE DE L'EXPERIENCE	127
5.2.1.	<i>Objectifs de l'étude</i>	127
5.2.2.	<i>Participants</i>	128
5.2.3.	<i>Périodes de l'étude</i>	128
5.3.	ANALYSE DES DONNEES DE L'EXPERIENCE	129
5.3.1.	<i>Méthodologie d'analyse</i>	129
5.3.2.	<i>Résultats de l'analyse</i>	129
5.3.3.	<i>Discussion des résultats</i>	132
5.4.	ÉTUDE INDONESIENNE SUR L'ECHELLE FASER LX TEST	133
5.4.1.	<i>Adaptation de l'échelle à la population indonésienne</i>	133
5.4.2.	<i>Méthodologie de l'étude</i>	134
5.4.3.	<i>Résultats et recommandations</i>	135
	CONCLUSION	135
CHAPITRE 6 : CONCEPTION DE TABLEAUX DE BORD D'ANALYSE DES TRACES D'APPRENTISSAGE		136
	INTRODUCTION	137
6.1.	ANALYSE DE L'APPRENTISSAGE	137
6.1.1.	<i>Généalogie du terme LA</i>	138
6.1.2.	<i>Les communautés scientifiques et approches de l'analyse de l'apprentissage</i>	140
6.1.3.	<i>l'analyse de l'apprentissage et tableaux de bord</i>	142
6.1.4.	<i>Quelques outils de l'analyse de l'apprentissage</i>	144
6.2.	PHASES DU PROCESSUS DE L'OUTIL D'ANALYSE TABAT	146
6.2.1.	<i>Phase de récupération des données</i>	147
6.2.2.	<i>Phase d'analyse</i>	147
6.2.2.1.	La catégorie cours	148
6.2.2.2.	La catégorie participation.....	148
6.2.2.3.	La catégorie section de cours	148
6.2.2.4.	La catégorie progression	149
6.2.2.5.	La catégorie sociale	149
6.2.2.6.	La catégorie succès.....	149
6.2.3.	<i>Phase de préparation des données</i>	150
6.2.4.	<i>Phase de présentation des résultats</i>	151
6.2.4.1.	Rapport élève	152
6.2.4.2.	Rapport professeur	152
6.2.5.	<i>Phase proactive</i>	153
6.3.	DEMARCHE D'ANALYSE ET DE CONCEPTION.....	154
6.3.1.	<i>Phase d'analyse</i>	154
6.3.1.1.	Diagramme de cas d'utilisation	154

6.3.1.1.1	Cas d'utilisation « Professeur »	154
6.3.1.1.2	Cas d'utilisation « Élève ».....	157
6.3.1.2.	Diagramme de classes.....	158
6.3.1.3.	Diagramme de séquence.....	159
6.3.1.3.1	Séquences du Cas d'utilisation « Professeur »	160
6.3.1.3.2	Séquences du Cas d'utilisation « Élève »	162
6.3.2.	Phase de conception.....	163
6.3.3.	Phase d'implémentation	164
CONCLUSION.....		164
CHAPITRE 7 : TROISIEME ETUDE -ANALYSE DES TRACES D'APPRENTISSAGE DANS L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR AU MAROC		165
INTRODUCTION.....		166
7.1.	MISE EN ŒUVRE DE L'APPLICATION TABAT	166
7.1.1.	Langages et technologies de développement	166
7.1.2.	Les interfaces graphiques.....	167
7.1.2.1.	Interfaces du rapport professeur	170
7.1.2.2.	Interfaces du rapport élève.....	176
7.2.	PREMIERE ETUDE SUR L'UTILISATION DE TABAT	181
7.2.1.	Objectifs de l'étude.....	181
7.2.2.	Participants	181
7.2.3.	Méthodologie et analyse de donnée.....	182
7.2.4.	Discussions des résultats.....	183
7.3.	DEUXIEME ETUDE QUALITATIVE DE L'USAGE DE TABAT	185
7.3.1.	Conception du questionnaire.....	185
7.3.2.	Résultats du questionnaire.....	186
7.3.3.	Interprétation des résultats de l'étude.....	189
CONCLUSION.....		190
CHAPITRE 8 : SYNTHESE DES RESULTATS DES ETUDES ET SCENARISATION.....		191
INTRODUCTION.....		192
8.1.	DIFFICULTES RENCONTREES	192
8.1.1.	Nombre de participants.....	192
8.1.2.	Flexibilité des enquêtes	193
8.1.3.	Vérification des hypothèses du modèle théorique	193
8.1.4.	Récupération des traces d'apprentissage	193
8.2.	LIENS ET SYNTHESE DES TROIS ETUDES	194
8.2.1.	Rappels des objectifs.....	194
8.2.2.	Synthèse des études	195
8.2.3.	Lien entre les trois études.....	196
8.2.3.1.	Lien entre la première et la seconde étude	196
8.2.3.2.	Lien entre la première et la troisième étude.....	197
8.2.3.3.	Lien entre la deuxième et la troisième étude.....	197
8.3.	RECOMMANDATIONS POUR AMELIORER LA REUSSITE DES APPRENANTS EN LIGNE	198
8.3.1.	Adopter un mode d'apprentissage mixte	198
8.3.2.	Expliquer l'utilité des EAL	199
8.3.3.	Former les acteurs (enseignant et apprenant)	199
8.3.4.	Proposer un contenu diversifié et de qualité.....	200
8.3.5.	Fournir un soutien technique.....	201
8.3.6.	Encourager les interactions sociales	202
8.4.	SCENARISATION D'APPLICATION DES APPROCHES PROPOSEES	203
8.4.1.	La phase prés-formation en ligne.....	204
8.4.2.	La phase pendant le cours en ligne	205
8.4.2.1.	Évaluer l'expérience avec FASER LX Test.....	205
8.4.2.2.	Suivre la participation et le progrès avec TaBAT	206
8.4.3.	La phase post-formation en ligne.....	207
CONCLUSION.....		207

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	209
1. CONCLUSION	210
2. PERSPECTIVES	212
2.1 <i>Améliorer l'échelle de mesure de l'expérience d'apprentissage « FASER LX Test »</i>	212
2.2 <i>Adapter l'outil TaBAT avec d'autres systèmes d'apprentissage</i>	213
2.3 <i>Évaluer plus en détail l'autorégulation des apprenants</i>	213
REFERENCES.....	214
ANNEXE A. QUESTIONNAIRE DE LA PREMIERE ENQUETE AVEC LES SOURCES DOCUMENTAIRES.	230
ANNEXE B. QUESTIONNAIRE FASER LX TEST.	232
ANNEXE C. QUESTIONNAIRE D'EVALUATION DE L'OUTIL TABAT.....	234

Liste des tableaux

Tableau 1. Liste des EAL classés par critère de choix.	36
Tableau 2. Revue synthétique des FCS dans l'apprentissage en ligne.	48
Tableau 3. Caractéristiques démographiques des participants.....	81
Tableau 4. Mesures de fiabilité du modèle e-LSAM.	83
Tableau 5. Validité convergente du modèle de mesure.....	85
Tableau 6. Matrice de corrélation du modèle de mesure.	87
Tableau 7. Valeurs des indices d'ajustement.	89
Tableau 8. Résumé des tests d'hypothèses.	91
Tableau 9. Effets entre les variables du modèle e-LSAM.	97
Tableau 10. Facteurs de mesure de LX, par dimensions et qualité.....	110
Tableau 11. Choix des paires de mots pour le FASER LX Test.....	124
Tableau 12. Informations démographiques des participants.	128
Tableau 13. Résultats par dimensions et qualités pour les périodes de l'étude...	130
Tableau 14. Statistiques d'usage de l'outil TaBAT.....	182

Liste des figures

Figure 1. Le modèle ECM (Bhattacharjee 2001).....	53
Figure 2. Le modèle TAM original (Davis et al. 1989).	55
Figure 3. Le modèle TAM révisé (Venkatesh et al., 1996).....	56
Figure 4. Déterminants de l'utilité, TAM2 (Venkatesh, Davis, 2000).....	57
Figure 5. Le modèle TAM3 (Venkatesh, Bala, 2008).	58
Figure 6. le modèle original de succès des SI (DeLone, McLean, 1992).....	60
Figure 7. Mise à jour du modèle de succès des SI	60
Figure 8. Phases et sous-processus de l'autorégulation	63
Figure 9. Modèle d'évaluation de la réussite des apprenants en ligne (e-LSAM)..	67
Figure 10. Questionnaire en ligne de la première enquête.....	79
Figure 11. Questions démographiques de la première enquête.....	80
Figure 12. Coefficient CR et de l'AVE.....	84
Figure 13. Résultats de l'analyse SEM (*p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001)..	92
Figure 14. Modèle d'utilisabilité proposé par (Nielsen, 1993).....	101
Figure 15. Pyramide de Maslow appropriée aux besoins des utilisateurs (Walter, 2011).	103
Figure 16. UX à travers le temps (Karapanos et al., 2009).	106
Figure 17. Facteurs de mesure dimensionnelle de LX.	109
Figure 18. Les 4 sous-échelles de mesure de l'AttrakDiff.	115
Figure 19. Les 3 sous-échelles de mesure de l'AttrakDiff réduit.	116
Figure 20. Valeurs et valence des éléments de l'AttrakDiff.	116
Figure 21. Diagramme des valeurs moyennes.	117
Figure 22. Graphique des paires de mots.	117
Figure 23. Portfolio des résultats.	118
Figure 24. Les 5 composantes du FASER LX Test.....	119
Figure 25. Les 5 sous-échelles du FASER LX Test.....	120
Figure 26. diagramme de classe pour l'échelle de mesure FASER LX Test.....	125
Figure 27. Base de données de l'échelle FASER LX Test.	126
Figure 28. Résultats de l'étude par dimensions.....	130
Figure 29. Résultats de l'étude par qualités.....	131

Figure 30. Résultats individuels par dimensions.	131
Figure 31. Résultats individuels par qualités.	132
Figure 32. Chronologie du terme LA (Srećko, Kovanović, Dawson, 2019).	139
Figure 33. Les phases du processus de fonctionnement de TaBAT.	147
Figure 34. Structure d'un fichier au format JSON	151
Figure 35. Diagramme de cas d'utilisation <<Professeur>>.	156
Figure 36. Diagramme de cas d'utilisation <<Élève>>.	158
Figure 37. Diagramme de classes métiers	159
Figure 38. Séquences de contrôles d'activité	160
Figure 39. Séquences progression des élèves	161
Figure 40. Séquences décrochage scolaire	161
Figure 41. Séquence de la progression des élèves	162
Figure 42. Séquence d'analyse des sections d'un cours	163
Figure 43. Séquence de notifications	163
Figure 44. Diagramme de déploiement.	164
Figure 45. hiérarchie d'accès aux pages du rapport professeur.	168
Figure 46. hiérarchie d'accès aux pages du rapport élève.	168
Figure 47. interface d'authentification.	169
Figure 48. interface analyse du cours (rôle élève).	169
Figure 49. interface analyse du cours (autres rôles).	169
Figure 50. interface tableau de bord professeur (vision synthétique).	170
Figure 51. interface progression des participants.	171
Figure 52. interface rapport détaillé de la progression.	172
Figure 53. Interface d'analyse des quiz.	173
Figure 54. Interface d'analyse des devoirs.	173
Figure 55. interface de décrochage scolaire.	175
Figure 56. Interface rapport détaillé du succès.	175
Figure 57. interface tableau de bord élève.	177
Figure 58. Interface Notifications (liste des notifications).	178
Figure 59. Interface Notifications (pas de notifications).	178
Figure 60. Interface progression détaillé de l'élève.	179
Figure 61. Interface de notifications (liste des notifications).	180

Figure 62. Niveau d'appréciation sur le visuel et les informations présentés.....	186
Figure 63. Niveau d'appréciation sur l'utilisabilité.....	187
Figure 64. Niveau d'appréciation sur l'utilité.	187
Figure 65. Niveau de satisfaction.....	188
Figure 66. Évaluation de l'impact de TaBAT sur l'autorégulation.	188
Figure 67. Évaluation de l'impact de TaBAT sur la réussite scolaire.	189
Figure 68. Phases du scénario d'application proposé.	204
Figure 69. Utilisation des outils développés.....	205

Liste des sigles et acronymes

3E	Expressing Experiences and Emotions
AGFI	Adjusted Goodness of Fit Index
AI	Artificial Intelligence
AIED	Artificial Intelligence in Education
AVE	Average Variance Extracted
CAI	Computer-Assisted Instruction
CFA	Confirmatory Factor Analysis
CFI	Comparative Fit Index
cMOOC	Connectivist Massive Open Online Course
CR	Composite Reliability
CSUQ	Computer System Usability Questionnaires
D&M ISS	Delone and Mclean Information Systems Success model
DEEP	Design-oriented Evaluation of Perceived Usability
DES	Differential Emotions Scale
EAL	Environnements d'Apprentissage en Ligne
ECM	Expectation–Confirmation Model
ECT	Expectation–Confirmation Theory
EDM	Educational Data Mining
EFA	Exploratory Factor Analysis
EIAH	Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain
ESD	Emotion Sampling Device
FCS	Facteurs Critique de Succès
GFI	Goodness of Fit Index
IHM	Interaction Homme-Machine
ITS	Intelligent Tutoring Systems
KPI	Key Performance Indicator
I'IEDMS	International Educational Data Mining Society
LA	Learning Analytics
LMS	Learning Management System

LX	Learning eXperience
MOOC	Massive Open Online Course
NFI	Normal Fit Index
RMSEA	Root-mean-square error of approximation
RMSR	Root-mean-square residual
SAAS	Software-as-a-Service
SAKI	Self-Adaptive Keyboard Instructor
SEM	Structural Equation Model
SI	Systèmes d'Information
SoLAR	Society for Learning Analytics Research
SRL	Self-regulated learning theory
SUS	System Usability Scale
TAM	Technology Acceptance Model
TIC	Technologies de l'Information et de la Communication
TICE	Technologies de l'Information et de la Communication pour l'enseignement
TPB	Theory of Planned Behavior
UML	Unified Modeling Language
UML	Unified Modeling Language
UMUX	Usability Metric for User Experience
UX	User eXperience
UXPA	User Experience Professional Association
VLE	Virtual Learning Environments
WWW	World Wide Web
xMOOC	eXtended Massive Open Online Course

Résumé

En raison de la croissance rapide des technologies de l'information et d'Internet, l'apprentissage en ligne a connu une expansion considérable ces dix dernières années. L'Internet et l'éducation se combinent pour permettre aux apprenants d'accéder à des plateformes d'apprentissage en ligne, leur donnant ainsi la possibilité d'acquérir de nouvelles compétences sous une autre forme qu'en présentiel.

Bien avant la pandémie du COVID-19, les établissements d'enseignement ont investi dans les systèmes d'apprentissage en ligne pour soutenir l'enseignement traditionnel et améliorer l'expérience et les performances d'apprentissage. Ces systèmes offrent un mode d'apprentissage au rythme de l'apprenant, flexible et, en théorie, disponible partout et à tout moment. Cependant, l'absence de contact direct, le manque d'engagement et de motivation peuvent entraîner une insatisfaction et une mauvaise expérience d'apprentissage. Ceci peut conduire à un désengagement, un abandon et à un taux de réussite nettement inférieur à celui de l'enseignement en présentiel.

Cette thèse s'inscrit dans ce contexte. Elle vise à élaborer des modèles conceptuels d'amélioration de la réussite des apprenants dans un système d'apprentissage en ligne. Trois études ont été menées à partir des modèles conçus et des outils développés, dont les résultats ont permis d'identifier les facteurs capables de déterminer la réussite, de mesurer l'évolution de l'expérience d'apprentissage, de contribuer à réduire l'abandon scolaire et d'améliorer la performance et la réussite des apprenants en ligne. Ces résultats ont fourni des recommandations, ainsi qu'une proposition d'un scénario d'application des contributions réalisées dans le contexte de l'enseignement supérieur en général et dans le système d'enseignement marocain privé et public en particulier.

Abstract

The rapid growth of information technology and the Internet has caused online learning to expand significantly over the past decade, The Internet and education are combining to provide learners with access to online learning platforms, giving them the opportunity to learn new skills in a different form than face-to-face.

Even before the COVID-19 pandemic, educational institutions invested in online learning systems to support traditional education and improve the learning experience and performance. These systems offer a self-paced, flexible and, theoretically, available anywhere, anytime learning experience. However, the lack of face-to-face contact, engagement and motivation can lead to dissatisfaction and a poor learning experience. This can lead to disengagement, drop-out and a significantly lower success rate than face-to-face education.

In this context, this thesis aims to develop conceptual models for improving learner success in an e-learning system. It aims to develop conceptual models for improving learner success in an e-learning system. Three studies were conducted using the designed models and developed tools, the results of which identified factors that can determine success, measure the evolution of the learning experience, help reduce dropout, and improve the performance and success of online learners. These results provided recommendations, as well as a proposed scenario for applying the contributions made in the context of higher education in general and in the Moroccan private and public education system in particular.

Remerciements

Je tiens à remercier vivement toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont participé à la réalisation de cette thèse.

Je voudrais dans un premier temps remercier, mon Directeur de thèse M. Franck POIRIER, Professeur à l'Université Bretagne-Sud, pour sa confiance, sa disponibilité, ses encouragements et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter mes orientations. C'est grâce à lui que j'ai pu concilier avec bonheur recherche théorique et appliquée pendant cette thèse.

Je tiens à remercier spécialement mon Co-Directeur de thèse, M. Khalifa MANSOURI, Professeur à l'Université Hassan II de Casablanca, qui fut le premier à me lancer dans le domaine de recherche et particulièrement la thématique de la recherche que j'ai développée. Qu'il soit aussi remercié pour sa gentillesse, sa disponibilité permanente et pour les nombreux encouragements qu'il m'a prodigués.

J'adresse aussi mes vifs remerciements aux membres du jury, Président, Rapporteurs et Examineurs, d'avoir accepté d'examiner ce travail de recherche.

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance à M. Mohammed DIOURI, Directeur Général et fondateur de l'ISGA, pour m'avoir donné l'occasion de préparer cette thèse. Je le remercie également pour son soutien moral et financier.

Je remercie grandement M. Othmane BENSAOUD, Directeur de l'ISGA Marrakech, pour toute son aide. Je suis ravi de travailler en sa compagnie car, outre son appui logistique, il a toujours été là pour me soutenir et me conseiller.

Je remercie également mon collègue et ami, M. Mohammed BAIDADA pour son aide précieuse à la relecture et correction de ce mémoire.

Je désire remercier tous les collègues enseignants pour la bonne ambiance de travail, mais également pour les nombreuses discussions, que nous avons eues et qui ont permis d'aboutir à ce résultat.

Enfin, toute ma gratitude va à ma famille, mon père, ma mère, ma sœur, ma femme et mes deux filles de leur soutien, support et encouragement pendant toute la durée de préparation de ma thèse et plus particulièrement durant les derniers mois de rédaction.

Productions scientifiques

- 1) Y. SAFSOUF, K. MANSOURI, F. POIRIER, « TaBAT, design and experimentation of a learning analysis dashboard for teachers and learners », *Journal of Information Technology Education:Research*, 2021, (Vol 20) 2021, pp 331-350, DOI : <https://doi.org/10.28945/4820>, Scopus.
- 2) Y. SAFSOUF, K. MANSOURI, F. POIRIER, « Experimental Design of Learning Analysis Dashboards for Teachers and Learners », *International Conference of Learning at Scale (L@S 2021)*, 22-25 juin, 2021, Potsdam, Allemagne, ACM Library, DOI: <https://doi.org/10.1145/3430895.3460990>.
- 3) Y. SAFSOUF, K. MANSOURI, F. POIRIER, « Conception et expérimentation de tableaux de bord d'apprentissage pour les enseignants et les apprenants », *10ème Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH 2021)*, 7-11 juin, 2021, Suisse.
- 4) Y. SAFSOUF, K. MANSOURI, F. POIRIER, « An analysis to understand the online learners' success in public higher education in Morocco », *Journal of Information Technology Education:Research*, (Vol 19) 2020, pp 87-111, DOI : <https://doi.org/10.28945/4518>, Scopus, (quality Q1).
- 5) Y. SAFSOUF, K. MANSOURI, F. POIRIER, « Smart learning environment, measure online student satisfaction: a case study in the context of higher education in Morocco », *International Conference on Electrical and Information Technologies (ICEIT 2020)*, 4-7 March 2020, Rabat, Morocco, IEEE Library, DOI: [10.1109/ICEIT48248.2020.9113189](https://doi.org/10.1109/ICEIT48248.2020.9113189).
- 6) Y. SAFSOUF, K. MANSOURI, F. POIRIER, « FASER LX Test : Un outil de mesure de l'expérience d'apprentissage dans une formation en ligne », *8e Rencontres Jeunes Chercheurs en EIAH (RJC-EIAH 2020)*, 4-5 Juin, Poitiers, France.
- 7) Y. SAFSOUF, K. MANSOURI, F. POIRIER, « Development of a measurement tool to evaluate the learning experience in an e-learning system », *International Conference on e-Learning 2020 (EL 2020)*, 21-23 july 2020, Zagreb, Republique Tchèque, indexed in Scopus, ISBN: 978-989-8704-17-7 © 2020.

- 8) Y. SAFSOUF, K. MANSOURI, F. POIRIER, « Design of a new scale to measure the learner experience in e-learning systems», The 13th International Conference on E-Learning, Porto, Portugal, indexed in SCOPUS, ISBN: 978-989-8533-88-3 © 2019.
- 9) Y. SAFSOUF, K. MANSOURI, F. POIRIER, « Investigating online learners' continuance intention with the learning management system: study conducted in a Moroccan context », The 3th International Conference Europe Middle East & North Africa Information Systems and Technologies to Support Learning (EMENA-ISTL2019), Marrakech, Morocco, indexed in Springer.
- 10) Y. SAFSOUF, K. MANSOURI, F. POIRIER, « A New Model of Learner Experience in Online Learning Environments », The 2nd International Conference Europe Middle East & North Africa Information Systems and Technologies to Support Learning (EMENA-ISTL2018), Fes, Morocco. Springer Nature Switzerland, https://doi.org/10.1007/978-3-030-03577-8_4.
- 11) Y. SAFSOUF, K. MANSOURI, F. POIRIER, « Towards a multidimensional model to study a critical success factors affecting continuity and success in e-learning systems », The 10th IEEE International Conference on the Developments in eSystems Engineering (DeSE2017), Paris, France. inclusion in the IEEE Xplore Digital Library, indexed in SCOPUS, <https://doi.org/10.1109/DeSE.2017.26>.
- 12) Y. SAFSOUF, K. MANSOURI, F. POIRIER, « Towards a multidimensional model for predicting a learner's performance in an online learning system ». The 11th International Technology, Education and Development Conference (INTED2017), Valencia, SPAIN. included in the IATED Digital Library, indexed in WEB OF SCIENCE, DOI: 10.21125/inted.2017.0890.

Introduction générale

1. Introduction

À mesure qu'Internet, les ordinateurs et les smartphones font de plus en plus partie de l'environnement dans lequel les jeunes d'aujourd'hui grandissent et apprennent, les établissements d'enseignement et les systèmes éducatifs sont invités à tirer parti des avantages éducatifs des technologies de l'information et de la communication (TIC). En effet, grâce à l'accès aux TIC et à Internet, les apprenants sont en mesure de se connecter, d'accéder et de communiquer avec le reste du monde, de rechercher des informations et d'acquérir de nouvelles connaissances en plus de celles fournies par les enseignants et les manuels scolaires (Wenglinsky, 1999).

L'apprentissage en ligne offre aux apprenants un confort et une flexibilité, ce qui est particulièrement important pour les apprenants qui ne peuvent pas ou n'arrivent pas à suivre les cours en présentiel (Ozkan, Koseler, 2010). Cependant, le simple fait de fournir aux apprenants un système d'apprentissage en ligne, ne garantit pas son efficacité (Mahwish W, 2009). En effet, la principale force de l'apprentissage en ligne ne réside pas dans sa capacité à former n'importe qui, n'importe quand et n'importe où, mais dans la capacité à déployer ces avantages pour bien former les apprenants afin qu'ils acquièrent les bonnes compétences ou connaissances au bon moment (Govindasamy, 2002). Kim et Reeves ont déclaré que les établissements d'enseignement, doivent intégrer les technologies en tenant compte de leur contribution éventuelle à l'efficacité pédagogique. Ils ont également affirmé qu'il était important d'aider les éducateurs et les apprenants à utiliser les technologies comme des ressources cognitives pour améliorer la réussite académiques et développer des compétences intellectuelles telles que la pensée critique, la résolution de problèmes, la recherche d'informations et la collaboration (Kim, Reeves, 2007).

D'autres facteurs de réussite des apprenants ont fait l'objet d'études approfondies, Wilson et Shrock ont constaté que les facteurs les plus importants pour la réussite étaient le niveau de confort des apprenants, représenté par le niveau d'anxiété

pendant le travail sur ordinateur, la difficulté perçue du cours, la compréhension perçue des concepts du cours par rapport aux autres apprenants et la difficulté perçue de l'achèvement des activités du cours (Wilson, Shrock, 2001). Dans une autre étude, les chercheurs ont trouvé que l'assiduité aux cours en ligne et l'expérience antérieure étaient toutes les deux en corrélation avec les notes finales des apprenants (Sheard et al., 2010).

L'autorégulation de l'apprentissage est aussi un facteur de réussite des apprenants, en effet, aider les apprenants à renforcer leurs processus d'autorégulation peut améliorer leurs résultats (Panadero, 2017). Pintrich et de Groot notent que l'apprentissage autorégulé se compose de trois composantes importantes pour la performance en classe : les stratégies cognitives, les stratégies métacognitives telles que le comportement stratégique face à l'apprentissage ou bien les compétences liées à la gestion de l'effort, ainsi que la persistance (Pintrich., Groot, 1990). Ils soulignent aussi que les compétences de l'apprentissage autorégulé ne sont pas suffisantes pour la performance en classe. Les apprenants doivent également avoir la motivation nécessaire pour utiliser ces compétences.

Nous débutons ce chapitre d'introduction, par une présentation de la problématique et du contexte général dans lequel s'insère notre recherche, suivi de nos questions de recherche. Nous décrivons ensuite nos contributions, avant de terminer ce chapitre par l'exposition du plan d'organisation de ce manuscrit.

2. Problématique et Contexte général

Bien que plusieurs études aient démontré l'effet de l'apprentissage en ligne sur l'augmentation et le renforcement des connaissances des apprenants, la distanciation sociale, le manque d'engagement, les difficultés techniques et bien d'autres facteurs, doivent être pris en compte afin de garantir des résultats semblables (ou même mieux) au mode présentiel.

Les établissements d'enseignement supérieur du secteur privé ou public au Maroc, intégraient bien avant la crise sanitaire l'utilisation des environnements

d'apprentissage en ligne dans leur processus éducatif. En tant qu'enseignant dans le secteur supérieur, et comme tous les enseignants du secteur, nous rencontrons des défis liés à l'utilisation des environnements d'apprentissage en ligne dans nos cours. Souvent, ce sont des problèmes liés au manque de participation aux activités des cours en ligne, à une diminution de motivation des apprenants qui peuvent conduire à un décrochage ainsi qu'à un risque d'échec scolaire. Les discussions sur ces défis ont été plus abordées à cause de la crise sanitaire provoquée par la pandémie de la COVID-19. En effet, cette crise sanitaire a conduit les établissements à adopter l'enseignement en ligne en substitution au mode présentiel, poussant ainsi les enseignants et les établissements à réfléchir, dans une certaine urgence, sur les actions à faire pour réussir l'intégration de ce mode d'enseignement.

Cette thèse s'inscrit donc dans ce contexte, elle vise à proposer des modèles qui présentent les facteurs permettant d'évaluer la satisfaction, le décrochage et la réussite des apprenants en ligne. Ces modèles sont une base théorique pour créer deux outils d'évaluation et de décision, le premier pour mesurer l'expérience d'apprentissage et de la comparer dans le temps, le deuxième pour analyser et visualiser les traces d'apprentissage des apprenants, afin d'anticiper les problèmes potentiels. Le but de ces outils d'analyse est de contribuer à améliorer l'expérience d'apprentissage, l'engagement et le taux de réussite des apprenants dans les cours en ligne.

3. Questions de la recherche et objectifs de la thèse

Les questions qui émanent de notre problématique de recherche se répartissent autour de trois axes principaux : la modélisation de la réussite des apprenants, la mesure de l'expérience d'apprentissage et l'élaboration des tableaux de bord afin d'analyser les traces d'apprentissage. Le premier défi consiste à identifier les facteurs permettant d'améliorer la réussite des apprenants en ligne considéré désormais comme un objectif principal des établissements d'enseignement, nous avons posé la première question de recherche suivante :

Question 1. Quels sont les facteurs clés qui favorisent la réussite des apprenants dans les environnements d'apprentissage en ligne ?

Notre premier objectif de recherche est de proposer des modèles causals permettant de représenter les relations entre les facteurs qui, de près ou de loin, influencent (positivement ou négativement) la réussite des apprenants. Afin d'atteindre cet objectif, nous avons commencé par analyser les principaux modèles et théories, souvent utilisés par les chercheurs, pour expliquer l'utilisation continue d'un système, la satisfaction et l'engagement des apprenants dans les environnements d'apprentissage en ligne (Chiu et al., 2005), (Lin, Wang, 2012), (Chow, Shi, 2014), (Lee, 2010), (Muslihah Wook, Zawiyah M. Yusof, 2015), (Ozkan, Koseler, 2010), (Hassanzadeh, Kanaani, Elahi, 2012), (Cheng, 2012), (Persico, Manca, Pozzi, 2014), (Mtebe, Raisamo, 2014), (Joo, Kim, Nam, 2016), (Liaw, Huang, 2013), (Matzat, Vrieling, 2016). Cette analyse nous a amené à poser trois questions spécifiques de recherche.

Question 1.1. Comment réduire le décrochage dans les environnements d'apprentissage en ligne ?

On ne sera peut-être plus surpris d'apprendre que très peu d'apprenants qui s'inscrivent à des cours en ligne les suivent jusqu'au bout. Deux chercheurs de l'institut de technologie du Massachusetts, ont mené une étude qui a duré six années, depuis le début de l'initiative en octobre 2012 jusqu'à mai 2018, couvrant 12,67 millions d'inscriptions à des cours massifs ouverts en ligne (MOOC) enseignés sur edX par ses partenaires fondateurs, le MIT et l'Université Harvard. Les chercheurs ont réalisé très tôt que la plupart des personnes inscrites à un MOOC quittent le cours peu de temps après leur inscription (Reich, Ruipérez-Valiente, 2018). Le résultat de cette étude a démontré que le pourcentage de ceux qui ont terminé leur formation a diminué d'année en année, y compris chez ceux qui avaient payé pour suivre les cours dits « vérifiés ». Parmi les inscrits, 6 % avaient terminé leur formation en 2013-2014, contre 3,13 % en 2017-2018. Parmi les « vérifiés », le pourcentage

avait augmenté de 50 à 56 % entre 2014-2015 et 2016-2017, pour retomber à 46 % en 2017-2018.

Plusieurs études dans le contexte de l'apprentissage en ligne, ont utilisé des modèles qui expliquent l'intention de continuer à utiliser les environnements d'apprentissage en ligne, afin de réduire le décrochage scolaire (Lin, Wang, 2012), (Chow, Shi, 2014), (Muslihah Wook, Zawiyah M. Yusof, 2015), (Oghuma et al., 2016a), (Estriegana, Medina-Merodio, Barchino, 2019). Selon ces recherches, la satisfaction des apprenants est considérée comme le principal facteur du décrochage scolaire. Ce qui nous amène à prendre en considération une deuxième question intermédiaire de recherche.

Question 1.2. Comment améliorer la satisfaction des apprenants vis-à-vis de leur utilisation des environnements d'apprentissage en ligne ?

L'engagement est aussi reconnu par les chercheurs comme un facteur principal qui influence la réussite des apprenants en ligne. Dans la littérature, plusieurs modèles et théories ont représenté les phases principales de l'apprentissage autorégulé (Boekaerts, Cascallar, 2006), (Zimmerman, Moylan, 2009), (Winne, 2011), (Efklides, 2011), (Zimmerman, 2013), (Järvelä et al., 2013), (Matzat, Vrieling, 2016), (Panadero, 2017), comme un processus dynamique dans lequel l'apprenant applique des stratégies pour planifier, surveiller et évaluer son apprentissage, afin d'atteindre les objectifs fixés. Cette réflexion, nous conduit à formuler une troisième question intermédiaire de recherche.

Question 1.3. Comment encourager les apprenants à progresser efficacement dans les cours en ligne ?

Lors de la conception des cours en ligne, les enseignants sont en permanence focalisés sur les connaissances transmises et les compétences acquises dans chaque partie du cours. Mais, bien souvent, ils négligent un aspect pourtant primordial, à savoir, les attentes et les besoins des apprenants en terme fonctionnels et émotionnels. En effet, si ces attentes ne sont pas atteintes, il en résulte une expérience

d'apprentissage peu satisfaisante et lorsque les apprenants n'apprécient pas leur expérience, cela peut avoir un impact négatif sur leur capacité d'apprentissage. Ce qui nous conduit à formuler la deuxième question principale de recherche :

Question 2. Comment mesurer et améliorer l'expérience d'apprentissage des apprenants dans les environnements d'apprentissage en ligne ?

L'objectif ici est de concevoir un outil d'évaluation, capable de mesurer l'expérience d'apprentissage des apprenants et de suivre son évolution dans le temps. Ce suivi va permettre d'aider à améliorer l'expérience d'apprentissage globale, assurant ainsi une plus grande satisfaction de tous les apprenants.

Un autre défi consiste à identifier et exploiter les indicateurs clés pour répondre à notre objectif principal, à savoir, améliorer la réussite des apprenants dans les cours en ligne. Ce qui nous amène à la troisième question principale de recherche :

Question 3. Comment mesurer et améliorer le taux de réussite des apprenants dans les environnements d'apprentissage en ligne ?

À partir des traces d'interaction fournies par les environnements d'apprentissage en ligne, appelées aussi « traces d'apprentissage », nous pouvons analyser l'activité, élaborer des indicateurs et délivrer des informations aux apprenants et enseignants, en particulier :

- Visualiser le niveau de participation des apprenants dans le cours en ligne,
- Consulter le pourcentage de progression globale de chaque apprenant,
- Consulter les activités et ressources faites par chaque apprenant,
- Consulter le niveau de participation sociale,
- Calculer le pourcentage de réussite de chaque apprenant,
- Observer les apprenants à risque de décrochage afin de mieux orienter leur prise en charge et la prévention du phénomène,
- Alerter les apprenants par diverses notifications et actions à entreprendre, afin d'améliorer leur progression et leur réussite dans le cours en ligne.

4. Contributions de la thèse

Suite à l'étude de la problématique des questions et des objectifs de recherche, nous apportons trois principales contributions, chacune relative à nos trois questions de recherche.

- **Contribution 1** : dans le but de répondre à la première question de recherche, nous avons proposé un modèle causal, comportant des facteurs tirés de nos recherches antérieures, afin d'expliquer la satisfaction, la continuité d'utilisation et la réussite des apprenants en ligne (Safsouf, Mansouri, Poirier, 2017; 2018). Nous l'avons nommé « Modèle d'évaluation de la réussite des apprenants en ligne » (e-LSAM pour e-learner Success Assessment Model) et validé par une étude statistique qui a été publiée dans une revue américaine spécialisée (Safsouf, Mansouri, Poirier, 2020a).
- **Contribution 2** : afin de traiter la seconde question de recherche, nous avons élaboré une échelle de mesure de l'expérience d'apprentissage, conçue sur la base de notre modèle théorique (Y. Safsouf, Mansouri, Poirier, 2019; Safsouf, Mansouri, Poirier, 2020b; 2020c). Présenté sous forme d'un questionnaire auto-administré que nous avons nommé FASER LX Test (Formation, Apprenant, Système, Enseignant, Relations, Learning eXperience), cet outil a ensuite été adapté et utilisé par les chercheurs d'une université indonésienne, qui ont recommandé son utilisation (Fatimah, Irwansyah, 2020).
- **Contribution 3** : pour répondre à la troisième question de recherche, nous avons développé pour les enseignants et les apprenants, un outil de communication visuel sous forme de tableaux de bord que nous avons nommé TaBAT (pour Tableaux de Bord d'Analyse des Traces d'apprentissage). Le but est d'offrir aux enseignants le moyen de consulter ce qui s'est passé pendant le cours en ligne (aspect descriptif), de voir qui sont les apprenants à risque de décrochage (aspect prédictif), comprendre pourquoi ils sont déclarés

comme décrocheurs (aspect diagnostique) et enfin obtenir des informations sur les actions à entreprendre pour améliorer leur progression et leur succès (aspect proactif). Pour les apprenants, TaBAT vise à les motiver d'avantage ainsi qu'à améliorer leur progression et leur autorégulation, à travers le rapport élève proposé (Safsouf, Mansouri, Poirier, 2021a; 2021b).

Ces trois contributions sont étroitement liées. Elles détaillent les étapes principales d'une démarche de modélisation, de conception et d'élaboration d'outils capables de mesurer et évoluer l'expérience d'apprentissage, de réduire le décrochage scolaire et d'améliorer la réussite des apprenants en ligne.

5. Organisation du document de la thèse

Le mémoire de la thèse est organisé selon le plan suivant :

- **Chapitre 1** : il est dédié à l'étude bibliographique des facteurs critiques de succès de l'apprentissage en ligne. Il présente un historique de l'utilisation des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans le domaine de l'enseignement, suivi des avantages et des limites des environnements d'apprentissage en ligne (EAL).
- **Chapitre 2** : il décrit les éléments de l'état d'art (modèles et théories), capables d'explorer et de représenter plusieurs facteurs, jugés essentiels pour la réussite d'un système d'apprentissage en ligne en particulier. Ce chapitre propose aussi le modèle e-LSAM.
- **Chapitre 3** : il présente une enquête menée pour vérifier les hypothèses du modèle conceptuel. L'objectif, le protocole, la méthodologie et l'analyse des données de cette première étude sont aussi présentés, suivis d'un examen des hypothèses et d'une discussion des résultats.
- **Chapitre 4** : il est consacré à la mesure et à l'évaluation de l'expérience utilisateur des apprenants (expérience d'apprentissage), lors de leur utilisation d'une plateforme pédagogique. Un cadre théorique est proposé

pour schématiser et détailler les facteurs ayant une influence sur cette expérience. Enfin, sur la base de ce cadre théorique, une échelle de mesure de l'expérience d'apprentissage « FASER LX Test » est conçue.

- **Chapitre 5** : il présente une seconde enquête menée pour tester l'efficacité du FASER LX Test. La démarche, la méthodologie et les résultats de l'analyse de cette deuxième étude sont exposés, avec les résultats et les recommandations d'une autre étude menée avec notre outil de mesure par des chercheurs d'une université en Indonésie.
- **Chapitre 6** : il introduit le terme « analyse de l'apprentissage » (en anglais, Learning Analytics ou LA) et ces applications dans le domaine de l'apprentissage en ligne. Sur la base de l'analyse produite du chapitre 3, un outil de communication visuelle a été spécialement développé pour les enseignants et les apprenants.
- **Chapitre 7** : il présente une troisième étude menée pour tester la fiabilité de TaBAT proposé dans le chapitre 6. La démarche, la méthodologie et une discussion des résultats de l'étude sont exposées. L'analyse des résultats d'une enquête visant à recueillir les avis des participants de cette troisième étude est aussi présentée.
- **Chapitre 8** : il synthétise et compare les trois études précédentes, avec une présentation des enseignements et des recommandations tirés dans le contexte de l'enseignement à distance. Sur la base des contributions de cette thèse, une scénarisation d'application est proposée, pour permettre une mise en pratique des outils d'analyse et d'évaluation développés dans le contexte de l'enseignement supérieur au Maroc.

La conclusion de ce manuscrit récapitule la problématique, les méthodes utilisées et les contributions de la thèse. Des perspectives sont proposées pour poursuivre ces travaux de recherche. Enfin, des annexes sont présentées pour compléter certains éléments des chapitres précédents.

Chapitre 1 : État de l'art sur les facteurs critiques de succès dans l'apprentissage en ligne

1. Chapitre 1 : État de l’art sur les facteurs critiques de succès dans l’apprentissage en ligne

Introduction

Les technologies de l’information et de la communication, sont à la source du progrès technologique de la majorité des secteurs, en particulier celui de l’éducation. L’apprentissage en ligne représente actuellement un marché en plein essor, et cela bien avant la crise sanitaire qui a poussé les établissements à migrer rapidement vers un modèle d’apprentissage en ligne. En effet, un rapport de 2019 du National Center for Education Statistics (Snyder, de Brey, Dillow, 2019), a révélé que le pourcentage d’étudiants qui suivent un ou plusieurs cours en ligne, est passé de 15,6% en 2004 à 43,1% en 2016. Le même rapport a également montré que le pourcentage d’étudiants qui suivent des programmes diplômants entièrement en ligne est passé de 3,8 % en 2008 à 10,8 % en 2016.

Bien que l'apprentissage en ligne présente beaucoup d'avantages pour les établissements et les apprenants, le taux d'échec et d'abandon en cours de route est très élevé. En France, selon le livre blanc « les chiffres 2019 du digital learning » (Istin, 2019), basé sur des résultats d’une grande enquête menée auprès de 400 structures, bien plus d'un apprenant sur deux ne va pas jusqu’au bout de sa formation s’il n’est pas accompagné. Une autre étude bien connue de l’université de Pennsylvanie, fait état d’un taux d’abandon excessivement élevé de personnes inscrites sur la plateforme Coursera (Penn GSE, 2013), seuls environ 4% des inscrits vont jusqu’au bout et complètent leurs cours.

Ce chapitre met l'accent sur les facteurs critiques de succès de l'apprentissage en ligne. Nous commencerons par un historique de l’utilisation des technologies de l’information et de la communication dans le domaine de l’enseignement, suivi d’une présentation des environnements d’apprentissage en ligne (EAL), leurs avantages et limites. Nous exposerons aussi les réformes et la vision stratégique de l’enseignement

en ligne au Maroc, avant de finir par une présentation des travaux de recherche sur les facteurs critiques de succès des apprenants dans les EAL.

1.1. Technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement (TICE)

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) ont beaucoup changé notre façon de communiquer, de travailler, d'apprendre, et de vivre au quotidien, il serait intéressant de voir comment elles se sont développées au cours des dernières années.

1.1.1. Déploiement des ordinateurs

Tel que nous le connaissons aujourd'hui, les TIC n'aurait jamais pu voir le jour sans la conception des ordinateurs et le développement de la programmation. À l'origine, ces ordinateurs étaient principalement utilisés par des experts, scientifiques ou gestionnaires, pour effectuer des équations mathématiques complexes, ils ont finalement réalisé que ces ordinateurs pouvaient servir comme moyen de communication. Le précurseur du réseau Internet a permis aux scientifiques de partager des documents entre eux grâce aux applications sur leurs ordinateurs. Il n'a pas fallu longtemps pour que l'Internet devienne accessible au public, propulsant ainsi l'innovation technologique qui a rendu la communication plus rapide que jamais.

1.1.2. L'épopée du Web

Bien que beaucoup de personnes utilisent les termes Internet et Web de manière interchangeable, ce sont en fait des termes très différents. L'Internet représente un réseau de millions d'ordinateurs reliés entre eux dans le monde entier. Un ordinateur dans ce réseau peut communiquer avec n'importe quel autre ordinateur tant qu'il est connecté à l'internet. Le Web (ou WWW pour World Wide Web) est le moyen d'accéder à l'information via Internet. Inventé par le scientifique anglais Tim Berners-Lee au conseil européen pour la recherche nucléaire (CERN) (Berners-Lee, 1989), pour que les scientifiques travaillant dans des universités et instituts du monde entier

puissent échanger des informations instantanément. Le Web est développé comme un espace d'information construit au-dessus de l'Internet, où les documents et autres ressources sont identifiés par des URL (Uniform Resource Locator), officieusement appelés adresse Web. Cet espace est relié par des liens hypertextes et est accessible via Internet.

Le Web 1.0 a été la première étape de l'évolution (dans les années 1990), il était caractérisé par des pages statiques en lecture seule, basé sur HTML qui est un langage informatique de base, et une vitesse de connexion lente. La seconde évolution a été le Web 2.0 (dans les années 2000), qui est plus sophistiquée et se caractérise par son aspect social. Contrairement au Web 1.0, le Web 2.0 se caractérise par la rapidité, l'utilisation de langages informatiques plus sophistiqués (PHP, Mysql, Java Script, etc.). Les pages sont donc dynamiques, ce qui signifie qu'il y a la possibilité d'une interactivité entre les utilisateurs et le web. Le Web 3.0 est une évolution du Web en tant qu'extension du Web 2.0 (début des années 2010). Également appelé le Web sémantique, il se caractérise par l'intelligence collective, qui relie des données, des objets, des applications et des personnes. Pour plusieurs personnes, le Web 3.0 est avant tout marqué par la personnalisation, rendue possible par le stockage et l'utilisation des données personnelles. Avec l'utilisation des réseaux sans fil et l'arrivée des assistants vocaux et de l'électroménager « intelligent », la prochaine étape d'évolution (le Web 4.0) pourrait bien désigner l'Internet des objets.

1.1.3. Apprentissage en ligne

Le secteur de l'éducation n'a pas été épargné par l'évolution rapide des technologies de l'information et de la communication. Désormais, un nouveau monde dans lequel l'enseignement ne peut plus être limité à un groupe d'apprenants assistant à un cours en salle de classe, écoutant et regardant un enseignant, un monde dans lequel l'enseignant représente la seule source du savoir. Avec l'intégration des TIC pour l'enseignement (TICE), l'apprentissage passe d'une approche centrée sur

l'enseignant à une approche centrée sur l'apprenant. L'apprentissage devient alors une expérience active et l'enseignement devient un mode de personnalisation, d'accompagnement et de facilitation de cet apprentissage.

L'apprentissage en ligne fait référence à la possibilité d'apprendre via les TICE sur le réseau Internet, ce mode d'apprentissage offre des possibilités d'apprentissage à la demande, donnant ainsi aux apprenants un moyen souple et personnalisé d'apprendre (Zhang D, 2004). L'apprentissage sur le web est un sous-ensemble de l'apprentissage en ligne, et se réfère à l'apprentissage à l'aide d'un navigateur internet (Tinto, 2002), via l'utilisation des sites web comme moyen interactif de partage d'artefacts d'apprentissage numériques, de connaissances et de savoir-faire académiques. Il existe trois catégories générales d'artefacts d'apprentissage numériques destinés à être utilisés dans l'enseignement :

- La première catégorie est celle des composants numériques utilisés pour soutenir l'apprentissage dans un cours à des fins didactiques, appelés également matériel d'apprentissage numérique (Polsani, 2006). Il s'agit d'objets d'apprentissage sous forme de capsules vidéo, des illustrations (des photos et des dessins), des ressources externe (fichier externe ou liens URL) et des ressources d'évaluation interactives (par exemple, un quiz) (Kreijns et al., 2013).
- La seconde catégorie inclut les outils de communication et de diffusion de l'information tels que les blogs, les outils de chat, les wikis, les conférences en ligne et les réseaux sociaux. À la base, ces outils n'ont pas été conçus pour l'enseignement, mais leur utilisation pour des fins pédagogiques a contribué à offrir un environnement de communication et d'échange interactif dans le cadre de scénarios pédagogiques (Finger et al., 2007).
- La troisième catégorie intègre des systèmes de gestion des cours, appelés aussi systèmes de gestion de l'apprentissage (LMS pour Learning Management System), environnements d'apprentissage en ligne (EAL), environnements d'apprentissage virtuels (VLE) ou, plus simplement, plates-

formes d'apprentissage. Ces outils sont présentés comme des applications éducatives conçues dans le but précis d'aider les enseignants à atteindre leurs objectifs pédagogiques de diffusion de contenus d'apprentissage aux apprenants (Morgan, 2003).

1.2. Environnements d'apprentissage en ligne (EAL)

Le terme EAL signifie environnement d'apprentissage en ligne. Il s'agit d'un terme général désignant un système (ou plateforme) spécialement conçu pour gérer les aspects des cours en ligne, de l'inscription des apprenants à l'analyse des résultats des tests, et permet également de recevoir des devoirs sous format numérique et de rester en contact avec les apprenants.

Il existe aujourd'hui divers types de plateformes d'apprentissage, conçues généralement via des langages de programmation, tels que PHP, Java ou .Net, connectées à une base de données de type PostgreSQL, MySQL ou SQL Server. Bien que ces plateformes partagent un objectif commun, les caractéristiques de chacune peuvent varier.

1.2.1. Critères de choix des EAL

Le choix de l'EAL à utiliser pour créer, diffuser et mesurer l'apprentissage en ligne dépend de plusieurs critères, tels que leur modèle de déploiement, leur prix, l'organisation ciblée ou les objectifs de formation à atteindre, sans oublier les fonctionnalités offertes. Les sections suivantes présentent un bref aperçu des critères de choix des EAL.

1.2.1.1. Gratuit ou commercial

Ce critère est l'un des premiers auxquels les organisations sont confrontées lorsqu'elles font leur choix. Les solutions libres et open-source ont un avantage certain, elles sont gratuites, de plus, comme le code source est ouvert, il peut être modifié pour s'adapter à chaque organisation. Cependant, la plupart des EAL gratuits ont tendance à être plus compliqués que les solutions commerciales, et sont

généralement exploités par des utilisateurs plus expérimentés. En plus, sans un système de support fiable mis en place, il peut être difficile pour un utilisateur simple d'effectuer des modifications, même minimes. Ces systèmes de support prennent généralement la forme de forums ou bien d'un service de support séparé et payant. Les solutions commerciales, en revanche, sont beaucoup plus faciles à déployer et à utiliser, et offrent aux utilisateurs un service d'assistance en cas de besoin. Mais bien sûr, ils sont coûteux. Ces solutions existent généralement sous deux formes principales : installée ou basée sur le principe de services "cloud".

1.2.1.2. Sur site ou sur le cloud

L'un des éléments les plus importants des EAL est leur capacité à évoluer facilement. Les solutions commerciales sont vendues soit comme une plateforme hébergée localement sur les propres serveurs d'une organisation, soit comme une offre de service Saas (Software-as-a-Service) ou Cloud, hébergée sur les serveurs du vendeur et accessible de partout.

Si l'organisation souhaite héberger la plate-forme sur son site, elle aura un contrôle total sur les spécifications du serveur. Mais elle sera également responsable de sa disponibilité, de son fonctionnement, de sa mise à jour et de sa sécurité. Par contre, si elle choisit un service Saas ou Cloud, toutes ces tâches sont du ressort du fournisseur. Le tableau 1 présente quelques exemples de plateformes très utilisés, classées par critère de choix (Gratuit, Cloud ou Propriétaire).

Tableau 1. Liste des EAL classés par critère de choix.

	Plateforme d'apprentissage en ligne
Gratuit	Canvas, Chamilo, Claroline, eFont, Moodle, Odoo eLearning, Open edX, OpenOLAT, Sakai, WebWork
SAAS/Cloud	DoceboLMS, eFont, EthosCE, Google Classroom, Grovo, itslerning, Kannu, Open edX, Uduu, WizIQ
Propriétaire	Blackboard Learn, Desire2Learn, eCollege, EduNxt, GlobalScholar, SAP, Schoology, Taleo, Teams, Uzity

1.2.1.3. Les EAL intégrés

L'une des évolutions les plus intéressantes des EAL est leur possibilité de s'intégrer à d'autres applications que l'organisation utilise déjà, qu'il s'agisse de calendriers internes, de courriels ou de réseaux sociaux. Les informations stockées dans les EAL concernent principalement le contenu des cours et les performances des apprenants. Ces données peuvent être exportées vers d'autres systèmes compatibles, ce qui permet à aux systèmes les plus importants de communiquer et de partager des informations.

1.2.2. Modes d'apprentissage en ligne

Le choix des EAL est aussi associé à plusieurs modalités d'apprentissage au profit des apprenants. En effet, grâce aux EAL, nous pouvons combiner séquences d'apprentissage présentiel et à distance, transmissif et collaboratif, dirigé et autodirigé ou même formel et informel (Marc, 2014).

1.2.2.1. Apprentissage en présentiel enrichi

On parle d'apprentissage essentiellement réalisés en présentiel, qui exploite les ressources des EAL. Dans ce mode d'apprentissage, l'enseignant peut proposer aux apprenants des ressources numériques permettant d'aller plus loin, ou encore des exercices sous forme de quiz. Toutefois, ce mode d'apprentissage nécessite un travail conséquent pour l'enseignant, qui se doit d'assurer son cours en présentiel et mettre à disposition les ressources sur l'EAL.

1.2.2.2. Apprentissage mixte

À l'inverse de l'apprentissage en présentiel enrichi, dans lesquelles les *EAL* servent surtout à compléter la formation en classe, l'apprentissage mixte (en anglais *Blended-learning*) crée un mélange équilibré du présentiel et du distanciel soutenu par l'usage des EAL. Avec ce mode d'apprentissage, *l'apprenant alterne des sessions à distance en ligne et en face à face avec l'enseignant, avec un certain contrôle sur le temps, le lieu et le rythme.*

Dans certaines variantes, l'apprenant est invité à préparer le cours à la maison et s'exerce à le travailler à l'école, on parle alors de classe inversée (en anglais flipped classroom). En inversant la manière d'apprendre, l'enseignant n'a pas besoin d'apporter de nouvelles connaissances en classe, son rôle est alors d'accompagner les apprenants dans l'élaboration de tâches complexes. De plus, l'apprenant se fera une image plus concrète des connaissances qu'il a commencé à acquérir par lui-même à la maison.

1.2.2.3. Apprentissage en ligne intégral

Dans ce mode d'apprentissage, le cours est mis à la disposition des apprenants intégralement en ligne via les EAL. Il se présente généralement sous forme de parcours plus ou moins individualisés, car l'apprenant s'inscrit dans une logique d'auto-formation accompagnée (cas d'un tuteur à distance) ou non. Toutefois, compte-tenu de l'autonomie laissée à l'apprenant, il est nécessaire qu'il soit formé à l'utilisation de EAL et qu'il puisse se référer à un support d'aide qui pourra régler d'éventuels problèmes techniques.

1.2.2.4. Apprentissage social

Contrairement aux débuts de l'apprentissage en ligne, essentiellement ancré dans la transmission verticale du savoir (enseignant-apprenant), ce mode d'apprentissage est plus social et collaboratif. Ce changement d'approche est lié à l'évolution des TIC, ce qui se manifeste par l'utilisation des réseaux sociaux. Ce mode d'apprentissage inclut également les MOOC (*Massive Open Online Course*), qui sont des cours en ligne ouverts à tous et sans conditions. Les apprenants suivent donc les cours, utilisent les ressources mises à disposition et peuvent même obtenir un type de certification fiable et valide.

Toutefois, selon les MOOC, certains s'apparentent plus à un mode d'apprentissage en ligne intégral (les xMOOC), tandis que d'autres permettent un développement d'un contenu libre d'accès aussi bien par les apprenants que par les enseignants (les collaborative MOOC), ce qui permet de créer du contenu ou le faire évoluer,

augmentant ainsi, les échanges entre les apprenants, notamment via les réseaux sociaux.

1.3. Avantages et limites de l'utilisation des EAL

Que l'organisation soit une université, un institut, une école ou une même entreprise, l'utilisation des EAL peut présenter de nombreux avantages et quelques limites, tant pour l'organisation elle-même que pour les enseignants ou les apprenants.

1.3.1. Pour les organisations

Parmi les avantages des EAL pour les organisations par rapport à d'autres formats d'apprentissage, on peut citer celui du coût. De nombreuses organismes ont beaucoup économisé en passant à un mode d'apprentissage en ligne¹. En effet, même si le coût peut-être élevé au départ, ces organisations peuvent économiser grâce aux formations de masse, à l'absence de formateurs extérieurs rémunérés, et à la réduction des déplacements du personnel (frais de transport, logement, repas ou de lieu de formation). Sans oublier, que la création des cours pouvant être répétés autant de fois que nécessaire est nettement moins coûteuse que son organisation en présentiel.

Autre avantage est celui de la sécurité d'accès. Vu que la connexion à l'EAL est sécurisée, les cours restent privés et disponibles uniquement pour ceux ayant le droit d'y accéder. En plus, les EAL garantissent la conformité aux politiques en matière de protection des données privées des utilisateurs.

1.3.2. Pour les enseignants

Pour les enseignants, les EAL permettent de diffuser les cours à tous les apprenants, sans problème d'organisation ou de barrière géographique, dès qu'ils disposent d'un accès à la plateforme. De plus, Les enseignants peuvent utiliser des modèles pédagogiques établis pour délivrer des leçons plus personnalisées afin d'augmenter

¹ <https://www.growthengineering.co.uk/cut-training-costs-with-online-learning/>

le niveau d'engagement des élèves. À cela s'ajoute, la flexibilité des horaires et l'automatisation disponible pour certaines activités (quiz par exemple), ce qui permet aux enseignants de consacrer leur temps à d'autres activités d'enseignement.

1.3.3. Pour les apprenants

Du point de vue des apprenants, les EAL présentent une panoplie d'avantages. Tout d'abord, l'apprentissage via les EAL est souvent apprécié pour son caractère flexible et adaptable, car il s'adapte aux emplois du temps de chacun. De plus, son grand avantage est d'offrir un accès de n'importe où, n'importe quand et sur n'importe quel appareil. L'apprenant aura donc la possibilité d'effectuer sa formation 7j/7, 24h/24 et cela sans se déplacer (Matzat, Vrieling, 2016).

Cette flexibilité de choisir les heures de formation, donne l'opportunité aux apprenants d'évoluer à leur propre rythme, ils sont donc libres de passer au chapitre suivant ou de revenir plusieurs fois sur un point précis du cours, garantissant ainsi une grande liberté et un degré d'autonomie important (Müller, Seufert, 2018).

1.3.4. Limites de l'utilisation des EAL

Même si l'utilisation des EAL se veut flexible, pratique et efficace, l'absence de contact humain et la non maîtrise des outils informatiques, sont sans doute les principales limites (Hennessy, 2016). Que l'apprentissage soit mixte ou intégralement en ligne, ce n'est pas facile pour tous les apprenants de s'impliquer activement et de participer dans les discussions en ligne. De plus, la plupart des apprenants ont besoin d'un contact personnel avec leur camarades ou enseignant pour mieux apprendre. Sans oublier, que certains types de problèmes pédagogiques peuvent être difficiles à aborder en ligne, comme la gestion de l'état de progression de chaque élève ou encore l'accompagnement (Grolnick, Wendy S., Raftery-Helmer, 2015). Enfin, le manque de motivation, de gestion de temps, d'assiduité et de capacité de se former seul représentent aussi des limites récurrentes des EAL (Lee, Hwang, 2007).

1.4. Enseignement en ligne au Maroc, réformes et vision stratégique

Conscient de la place importante qu'occupent les TIC dans le processus d'amélioration du système éducatif, Le Maroc a mené plusieurs réformes dont le but est d'adapter l'éducation marocaine aux normes internationales. Ces réformes ont mis l'accent sur la nécessité de recentrer l'acte d'enseignement sur l'apprenants, sur les compétences à acquérir ainsi que sur l'intégration progressive des TICE au système éducatif national. Afin de concrétiser ces ambitions, le Maroc doit développer un cadre d'évaluation centré autour de l'amélioration de l'apprentissage en ligne et la mise en place d'un enseignement de qualité qui répond aux exigences de l'excellence.

1.4.1. Réformes du système de l'éducation

Depuis la mise en place du conseil supérieur de l'éducation nationale, des réflexions visant à poser les bases d'une réforme ont été menées. En effet, selon les missions que lui a attribuées la constitution et la loi, ces réflexions ont été formalisées par un certain nombre d'approches parmi lesquelles les projets de réforme de 1975, de 1985 et de 1995, ainsi que le projet de création de la charte nationale élaboré en 1978 et 1981². Selon la commission spéciale de l'éducation et de la formation (Cosef), les évaluations réalisées ont montré que malgré l'ampleur des efforts déployés pour réaliser les ambitions de ces réformes, le système éducatif Marocain n'a pu répondre que partiellement aux exigences actuelles et aux évolutions que vit la société.

Le Cosef a repensé l'école marocaine en réalisant une évaluation de la mise en œuvre de la charte nationale d'éducation et de formation de 2000 à 2013³. Afin d'optimiser l'emploi des ressources éducatives et d'exploiter au mieux les technologies modernes, cette réforme recommande l'utilisation des TICE

² <https://www.yabiladi.com/article-societe-2233.html>

³ <http://www.mcinet.gov.ma/sites/default/files/documentation%20iscae%20rabat%202018.pdf>

principalement en matière de formation continue, et d'avoir recours à l'enseignement à distance aux niveaux collégiaux et secondaires pour les régions éloignées.

La nouvelle réforme de l'enseignement supérieur élaboré par le conseil supérieur de l'enseignement, de la formation et de la recherche scientifique en 2019⁴, annonce qu'il faudra consigner les TICE dans la loi et promulguer une réglementation, pour que le numérique soit un moyen pour accélérer le processus de transformation des universités. La réforme encourage aussi l'utilisation de l'enseignement en ligne, les procédures de validation des MOOCs, l'enseignement mixte et la formation continue en ligne dans les établissements, afin de créer une nouvelle configuration innovante de la formation.

1.4.2. Vision stratégique de la réforme 2015-2030

La nouvelle vision stratégique 2015-2030⁵, a vu le jour en 2015 pour développer une école nouvelle, basée sur trois points principaux, à savoir :

- **l'équité** : garantir une généralisation équitable de l'enseignement dès le préscolaire, ainsi que du droit d'accès à l'enseignement pour les personnes en situation de handicap ou qui requièrent des besoins spécifiques.
- **la qualité** : encourager le renforcement de la qualité de la formation initiale et continue des enseignants, la création de passerelles flexibles entre l'éducation générale et la formation professionnelle, la diversification des modes de formation, l'intégration de modes d'apprentissage mixte et la mise en place de programme de formation à distance et par alternance au profit des apprenants des branches techniques, technologiques, économiques et de formation professionnelle.

⁴ <https://www.csefrs.ma/wp-content/uploads/2019/07/enseignement-supérieur-fr.pdf>

⁵ https://www.enssup.gov.ma/sites/default/files/ACTUALITES/2017/Vision_strategique_de_la_reforme_2015-2030_fr.pdf

- **la promotion de l'individu et de la société** : enraciner les valeurs démocratiques et le comportement civique et l'adaptation des parcours pédagogiques avec les besoins économiques.

Malheureusement, l'absence d'une feuille de route en matière de développement numérique, avec les moyens à allouer, les parties prenantes à mobiliser et la réglementation à pourvoir, risquent de limiter l'applicabilité de la vision 2015-2030.

1.4.3. Effet de la crise sanitaire

La crise sanitaire provoquée par la pandémie de COVID-19 a créé une perturbation sans précédent dans le système éducatif de la quasi-totalité des pays, poussant le Maroc à décider au moment opportun et de manière précoce d'arrêter les cours en présentiel, et d'adopter l'enseignement en ligne (principalement entre mars et juillet 2020). Ainsi, les niveaux d'enseignement primaire et secondaire, ont bénéficié d'une retransmission des cours enregistrés sur les médias audiovisuels⁶ à l'instar de la société nationale de radiodiffusion et de télévision (SNRT), et d'une plateforme nommée TelmidTICE⁷. Concernant la formation professionnelle, l'office de la formation professionnelle et de la promotion du travail (OFPPT) a mis en place une plateforme de diffusion des cours⁸, y compris les enseignements pratiques, de manière à permettre aux stagiaires de suivre leur formation à distance sous l'encadrement de leurs formateurs. Pour l'enseignement supérieur, les établissements et les universités privées ou publiques plus expérimentées au EAL, ont très vite réagi à l'arrêt des cours en présentiel, chacun en fonction de ses moyens.

Une enquête faite en octobre 2020, par le bureau d'étude Sunergia⁹, visant à analyser les opinions des internautes (parents, étudiants, enseignants) sur l'enseignement en ligne, après la crise sanitaire, dévoile que 96 % des participants

⁶ <https://arrayadia.snrt.ma/autres-sports-news/13649-enseignement-a-distance-arrayadia-diffuse-des-cours-universitaires&Itemid=9>

⁷ <https://soutiensco.men.gov.ma>

⁸ <https://www.ofppt.ma/fr/actualites/lofppt-lance-la-formation-a-distance>

⁹ <https://groupe-sunerгия.com/market-insights/enseignement-a-distance-un-bilan-e-learning-pour-le-moins-mitige/>

estiment que ce mode d'apprentissage comporte beaucoup de limites¹⁰. En effet, 34 % déclarent que les problèmes pédagogiques liés à une mauvaise communication ou des mauvaises explications, sont principalement les limites remarquées. Tandis que plus 40 % des enseignants évoquent que les problèmes principaux de l'apprentissage en ligne, sont essentiellement les difficultés techniques liées à une mauvaise connexion Internet et les problèmes matériels et logiciels.

1.5. Facteurs critiques de succès dans l'apprentissage en ligne

1.5.1. Les facteurs critiques de succès

Le terme facteur critique de succès (FCS) est apparu dans les années 80, lorsque l'on a constaté que certaines organisations semblaient plus performantes que d'autres, et que des recherches ont été menées pour étudier les aspects du succès (Ingram et al., 2000). Selon Freund, les FCS sont les mesures qui doivent être prises en compte pour qu'une entreprise réussisse (Freund, 1988). De nombreux écrits définissent les FCS comme, le nombre limité de domaines dans lesquels les résultats, s'ils sont satisfaisants, assureront l'organisation des performances compétitives réussies (Daniel, 1961; Anthony, Dearden, Vancil, 1972; Rockart, 1978).

Rockart quant à lui, a défini les FCS comme des domaines d'activité qui doivent faire l'objet d'une attention constante et minutieuse de la part des organisations (Rockart, 1978). Ce concept est décrit par Bruno et Leidecker, comme des caractéristiques, conditions ou variables qui, lorsqu'elles sont correctement suivies, entretenues ou contrôlées, peuvent avoir un impact significatif sur le succès d'une organisation dans un secteur particulier (Bruno, Leidecker, 1984).

Généralement, ces facteurs sont dérivés de la mission et des objectifs stratégiques de l'organisation. Une fois identifiée, des indicateurs clés de performance (KPI pour Key Performance Indicator) sont également à élaborer. Les KPI sont plus détaillés

¹⁰ <https://assabah.ma/501942.html>

que les FCS, et représentent des critères spécifiques et mesurables que les responsables utilisent pour évaluer les performances (Bauer, 2004). Ils sont généralement quantitatifs, et en quelque sorte dépendants de la stratégie fixée par les décideurs. Leur rôle c'est de fournir les données qui permettent aux organisations de décider si les FCS ont été respectés et si les objectifs ont été réalisés.

1.5.2. Revue de la littérature des facteurs critiques de succès dans l'apprentissage en ligne

Il existe un grand nombre d'articles de recherche sur l'apprentissage en ligne, mais peu d'entre eux traitent un des sujets les plus importants, à savoir les facteurs critiques de succès dans l'apprentissage en ligne. Benigno et Trentin ont proposé un cadre pour l'évaluation des cours basés sur l'apprentissage en ligne, en se concentrant sur deux aspects : le premier est l'évaluation de l'apprentissage, le second est l'évaluation des performances des apprenants. Ils ont pris en compte des facteurs tels que les caractéristiques des étudiants, l'interaction entre les étudiants, l'efficacité du support, le matériel d'apprentissage, l'environnement d'apprentissage et les technologies de l'information (Benigno, Trentin, 2000).

Sur la base d'une étude approfondie réalisée par (Baylor, Ritchie, 2002), sur 94 classes de quatre états de différentes régions géographiques des états américains, examinant l'impact de sept facteurs liés à la technologie éducative (planification, leadership, alignement des programmes, développement professionnel, utilisation de la technologie, ouverture des enseignants au changement et utilisation des ordinateurs par les enseignants en dehors de l'école) sur cinq mesures dépendantes (compétence technologique des enseignants, intégration de la technologie par les enseignants, moral des enseignants, impact sur l'acquisition de contenu par les apprenants et l'acquisition de compétences de réflexion supérieures). L'étude a permis d'obtenir un modèle pour expliquer chacune des cinq mesures dépendantes. Les résultats indiquent que la compétence technologique des enseignants a été prédite par l'ouverture des enseignants au changement. Tandis que, l'intégration de

la technologie a été prédite par l'ouverture des enseignants au changement et le taux d'utilisation de la technologie. Quant au moral des enseignants, il était prédit par le développement professionnel et l'utilisation de la technologie. L'impact de la technologie sur l'acquisition de contenu a été prédit par la force du leadership, l'ouverture des enseignants au changement, et a été influencé négativement par l'utilisation des ordinateurs par les enseignants en dehors de l'école. Enfin, L'impact de la technologie sur les capacités de réflexion supérieures a été prédit par l'ouverture des enseignants au changement, et a été influencé négativement par le taux d'utilisation de la technologie lorsque les élèves travaillent seuls.

Selim a mené une étude sur 538 apprenants de 37 classes, il a classé les FCS pour l'apprentissage en ligne en quatre catégories : les caractéristiques des enseignants (style d'enseignement, attitude envers les étudiants, contrôle de la technologie, etc.), les caractéristiques des apprenants (motivation, compétence technique, perception du contenu et du système, collaboration dans l'interaction, etc.), la technologie (facilité d'accès, vitesse d'Internet, conception des écrans, etc.) et le soutien de l'établissement (soutien technique, disponibilité des ordinateurs, accessibilité et impression du matériel d'apprentissage, etc.) (Selim, 2007). Le résultat de cette étude révèle que, les apprenants percevaient les caractéristiques des instructeurs (les attitudes envers les apprenants, la compétence technique et l'interaction en classe) comme le facteur le plus critique dans la réussite et l'adoption de l'apprentissage en ligne, suivi par l'infrastructure informatique et le support offert par les universités. Le facteur des caractéristiques de l'étudiant a été perçu comme le moins critique.

Une étude faite, pour préciser les FCS pour l'enseignement en ligne dans l'enseignement supérieur (Cheawjindakarn, Suwannatthachote, Theeraroungchaisri, 2012), a conduit à un regroupement des FCS en 5 catégories, à savoir : la gestion institutionnelle, l'environnement d'apprentissage, la conception pédagogique, le soutien des services et l'évaluation des cours. Dans une étude centrée sur les MOOC (Barclay, Logan, 2013), les auteurs ont constaté que le succès reposait sur la

satisfaction des besoins à court et à long terme des étudiants, tels que la préparation au marché du travail, la satisfaction de l'expérience d'apprentissage, la viabilité de l'offre en ligne, l'accès à l'apprentissage et le maintien d'une réputation de qualité.

Une autre étude examinant l'influence de la mise en œuvre réussie des EAL dans l'entreprise, souligne qu'il existe une multitude de facteurs qui sont essentiels au succès, comme par exemple, les facteurs liés à l'acceptation par les utilisateurs de la technologie de l'apprentissage en ligne (Park, Son, Kim, 2012). la même étude a testé les facteurs du modèle d'acceptation de la technologie (TAM pour Technology Acceptance Model) (Venkatesh, Davis, 2000), pour étudier les déterminants de l'acceptation des EAL de la part des employés de l'entreprise. Les résultats montrent que pour faciliter l'acceptation de la technologie, une entreprise devrait se concentrer sur la satisfaction de ses employés. Il a également été constaté que la satisfaction des employés était beaucoup plus influencée par leur croyance en l'utilité que par leur croyance en la facilité d'utilisation.

Dans le même esprit, et afin d'identifier les facteurs externes du modèle d'acceptation de la technologie (TAM) les plus couramment utilisés dans le contexte de l'adoption de l'apprentissage en ligne. Une étude faite au Royaume-Uni (Fazil, Rupert, 2016), propose un modèle basé sur le TAM et adapté à l'apprentissage en ligne. Les résultats de cette étude montrent qu'une analyse quantitative de 107 articles démontre que l'auto-efficacité, la norme subjective, le plaisir, l'anxiété face à l'ordinateur et l'expérience sont les facteurs à rajouter au modèle TAM dans le contexte de l'adoption de l'apprentissage en ligne.

Mohammadi (Mohammadi, 2015) a combiné le modèle TAM et le modèle de succès des systèmes d'information de DeLone et McLean (D&M ISS) (DeLone, McLean, 2003), pour analyser les caractéristiques de qualité qui influencent la satisfaction et les intentions des apprenants concernant l'utilisation des systèmes d'apprentissage en ligne ainsi que les effets perçus de l'utilité et de la facilité d'utilisation. Les résultats indiquent que la qualité du système, du service et du contenu sont définis comme les

principales variables qui influencent la satisfaction et les intentions d'utiliser le système d'apprentissage en ligne. De même, (Cidral et al., 2018a) ont proposé un modèle théorique combinant le modèle D&M ISS, et un modèle proposé par des chercheurs en 2008, qui propose un modèle permettant d'examiner les facteurs critiques qui affectent la satisfaction des apprenants (Sun et al., 2008). Leur modèle a été validé dans des établissements d'enseignement supérieur et des centres universitaires au Brésil. Les résultats suggèrent que la qualité de la collaboration, la qualité de l'information et la satisfaction perçue des apprenants sont les principaux facteurs à l'origine de l'utilisation des EAL. Alors que la qualité du système, son utilisation et la satisfaction perçue des utilisateurs expliquent l'impact individuel.

1.5.3. Résumé bibliographique

Afin d'avoir une idée globale du choix des FCS dans l'apprentissage en ligne, il serait intéressant de consulter les recherches menées sur ce sujet pendant la dernière décennie. Le tableau suivant synthétise quelques études bibliographiques.

Tableau 2. Revue synthétique des FCS dans l'apprentissage en ligne.

Études	Facteurs critique de succès
(Lee, 2010)	L'attitude envers les EAL, le contrôle du comportement perçu, l'utilité perçue, la simplicité d'utilisation perçue, la norme subjective, la concentration et le plaisir perçu.
(Ozkan, Koseler, 2010)	L'attitudes à l'égard de EAL, l'auto-efficacité, l'interaction avec les autres étudiants et l'enseignant, la réactivité de l'instructeur, l'équité, le contrôle de la technologie, la capacité de communication, la flexibilité des cours, l'utilité perçue, la simplicité d'utilisation perçue, la sécurité du système, la fiabilité, la maintenance, la personnalisation et l'interactivité.
(Arenas-Gaitán, Rondan-Cataluña, Ramirez-Correa, 2010)	La démonstration des résultats, la perception du contrôle externe, le plaisir perçu et la simplicité d'utilisation perçue.
(Shu Ching, Chin Hung, 2011)	L'influence sociale, la concentration, le plaisir perçu et l'auto-efficacité.
(Al-Alak, Alnawas, 2011)	Le soutien à la direction, les connaissances informatiques, l'expérience, l'anxiété informatique et les contraintes sociale.

(Alenezi, 2012)	Les performances du système, les fonctionnalités du système, l'utilité perçue, la simplicité d'utilisation perçue et l'interactivité du système.
(Bhuasiri, Xaymoungkhoun, Zo, Rho, Andrew P. Ciganek, 2012)	Les caractéristiques des apprenants, les caractéristiques des instructeurs, la motivation extrinsèque, la qualité des infrastructures et des systèmes, la qualité des cours et des informations, la qualité des institutions et des services.
(Park, Son, Kim, 2012)	L'accessibilité du système, la pertinence majeure, la norme subjective, la simplicité d'utilisation perçue, l'utilité perçue et l'attitude d'apprentissage.
(Stone, Baker-Eveleth, 2013a)	L'utilité perçue, la confirmation, la satisfaction et l'intention de continuer à utiliser les EAL.
(Halilovic, Cicic, 2013a)	L'utilité perçue, la confirmation, la conditions de soutien, la satisfaction et l'intention de poursuite sur les EAL.
(Tarhini, Hone, Liu, 2013)	La qualité du travail, la norme subjective, la simplicité d'utilisation perçue, la condition de soutien et l'auto-efficacité.
(Wu, Zhang, 2014)	La fiabilité, l'accessibilité, la précision, la compétence, la sociabilité et l'altruisme
(Chow, Shi, 2014)	La confirmation, l'interaction avec le tuteur, l'interaction avec les pairs, la qualité du cours, la satisfaction de l'apprenant et l'intention de poursuite sur les EAL.
(Agudo-Peregrina, Hernández-García, Pascual-Miguel, 2014)	L'utilité perçue, la simplicité d'utilisation perçue, la norme subjective, la pertinence pour l'apprentissage, l'auto-efficacité, l'interaction perçue, l'anxiété informatique, le plaisir perçu et l'intention comportementale.
(Alraimi, Zo, Ciganek, 2015)	L'utilité perçue, la confirmation, la transparence perçue, la réputation perçue, le plaisir perçu, la satisfaction et l'intention de poursuite sur les MOOC.
(Muslihah Wook, Zawiyah M. Yusof, 2015)	Le plaisir perçu, l'utilité perçue, la simplicité d'utilisation perçue, la norme subjective, l'image, l'auto-efficacité et l'anxiété informatique.
(Mohammadi, 2015)	La qualité de l'éducation, la qualité du service, la qualité du système technique, la qualité de l'information, l'utilité perçue, la simplicité d'utilisation perçue et l'intention d'utilisation.
(Hong et al., 2016a)	L'efficacité personnelle, la satisfaction d'apprentissage, l'intérêt pour l'apprentissage et l'échec cognitif sur internet.
(Oghuma et al., 2016b)	La qualité du service, la confirmation, l'utilité perçue, le plaisir perçu, l'interface utilisateur, la sécurité perçue, la satisfaction et l'intention de continuer à utiliser les EAL.
(Al-Gahtani, 2016)	La norme subjective, l'image de soi, la pertinence du travail, la démonstration des résultats, l'auto-efficacité, l'interaction perçue, l'anxiété face à l'ordinateur et le plaisir perçu.
(Fazil, Rupert, 2016)	L'expérience, la norme subjective, le plaisir perçu, l'anxiété face à l'ordinateur, l'auto-efficacité, l'utilité perçue, la simplicité d'utilisation perçue, L'attitude envers les EAL et l'intention d'utiliser les EAL.

(Al-Samarraie et al., 2017)	La confirmation de l'attitude, la valeur intrinsèque, la qualité de l'information, la qualité du système, la simplicité d'utilisation, l'utilité et l'influence sociale.
(Wisneski, Ozogul, Bichelmeyer, 2017)	La stimulation des cours, le format du cours, la quantité d'interactivité du cours, l'interaction avec les autres étudiants et l'enseignant, l'expérience générale et la réputation de l'instructeur
(Ching-Ter, Hajiyev, Su, 2017)	La norme subjective, l'expérience, le plaisir perçu, l'anxiété informatique, le plaisir perçu et l'utilité perçue.
(Barclay, Donalds, Osei-Bryson, 2018)	La norme sociale, climat dans l'université, l'engagement des enseignants, l'accès aux ordinateurs, la qualité du système, le plaisir perçu et l'utilité perçue.
(Cidral et al., 2018a)	La qualité du service, la qualité du système, la qualité des informations, la satisfaction perçue, l'anxiété informatique des apprenants, l'attitude des enseignants vis-à-vis des EAL, la diversité des évaluations, l'interaction avec les autres étudiants et l'enseignant.

Conclusion

Les TICE mettent en avant les technologies modernes au service de l'éducation, on parle également de l'utilisation des outils numériques dans le contexte pédagogique. Cette approche constitue une bonne solution, car elle donne la possibilité aux apprenants d'utiliser les outils informatiques et Internet pour accéder à des cours d'apprentissage à distance, particulièrement dans le cadre de la pandémie.

Les environnements d'apprentissage en ligne fournissent plusieurs avantages aux parties prenantes. C'est un mode d'apprentissage qui offre une plus grande accessibilité à l'information, un contenu scénarisé et bien structuré, un enseignement personnalisé, une disponibilité à la demande, qui encourage potentiellement l'autonomie et l'interactivité, avec une grande flexibilité et une indépendance dans le temps et l'espace. Toutefois, la mise en œuvre réussie de ces environnements exige une solide compréhension des facteurs qui influent sur son succès. En effet, il est vital pour le succès de ces systèmes, que les organisations soient bien informées sur ce qui est important lors de la conception et de la mise en œuvre de ces systèmes d'apprentissage en ligne.

Chapitre 2 : Modèle d'évaluation de la réussite des apprenants dans les environnements d'apprentissage en ligne

2. Chapitre 2 : Modèle d'évaluation de la réussite des apprenants dans les environnements d'apprentissage en ligne

Introduction

L'importance des EAL s'est accrue ces dernières années en raison de leur rôle considérable dans le monde universitaire. En effet, à mesure que la population d'apprenants en ligne augmente, les enseignants et les administrateurs commencent à accorder plus d'importance aux conditions et aux facteurs qui influent sur la satisfaction, la continuité d'utilisation et la réussite des apprenants dans les EAL.

Ce chapitre sera consacré à la présentation de modèles, capables d'explorer et de représenter plusieurs facteurs, jugés essentiels pour la réussite d'un système en général et d'un système d'apprentissage en ligne en particulier. Nous proposerons un cadre théorique regroupant plusieurs facteurs liés à l'apprenants, à l'enseignant, au système, au cours et à l'aspect social issus de nos recherches antérieures.

Nous présenterons aussi, un modèle conceptuel permettant de comprendre les relations entre les facteurs essentiels justifiant la continuité d'utilisation, la satisfaction et la réussite d'un apprenants dans un système d'apprentissage en ligne considérant que c'est désormais un objectif des établissements d'enseignement.

2.1. Modèles théoriques de recherche

Selon les recherches antérieures, nombreux sont les FCS dans l'apprentissage en ligne (Ozkan, Koseler, 2010; Lee, 2010; Al-Alak, Alnawas, 2011; Alenezi, 2012; Bhuasiri, Xaymoungkhoun, Zo, Rho, Andrew P Ciganek, 2012; Kim et al., 2012; Stone, Baker-Eveleth, 2013b; Halilovic, Cicic, 2013b; Wu, Zhang, 2014; Chow, Shi, 2014; Hong et al., 2016a; Oghuma et al., 2016a; Wisneski, Ozogul, Bichelmeyer, 2017; Ching-Ter, Hajiyev, Su, 2017; Cidral et al., 2018b; Barclay, Donalds, Osei-Bryson, 2018). Dans cette partie, nous allons passer en revue les principaux modèles et théories, souvent utilisés par les chercheurs, pour expliquer l'utilisation continue

d'un système, la satisfaction, l'engagement et la réussite des apprenants dans un EAL.

2.1.1. Le modèle de confirmation des attentes (ECM)

Le modèle de confirmation des attentes (ECM pour Expectation-Confirmation Model) a été développé par Bhattacharjee en 2001, pour présenter les facteurs permettant d'expliquer la satisfaction des utilisateurs ainsi que l'intention de continuer à utiliser les systèmes d'information (SI) (Bhattacharjee 2001). Les racines de ce modèle connu sous le nom de système de continuité des systèmes d'information, remontent à la recherche institutionnelle faite dans le domaine du marketing, avec l'utilisation de la théorie de la confirmation des attentes (ECT pour Expectation-Confirmation Theory) (Bhattacharjee 2001), qui est à la base du modèle ECM. La figure 1 présente les facteurs qui composent ce modèle.

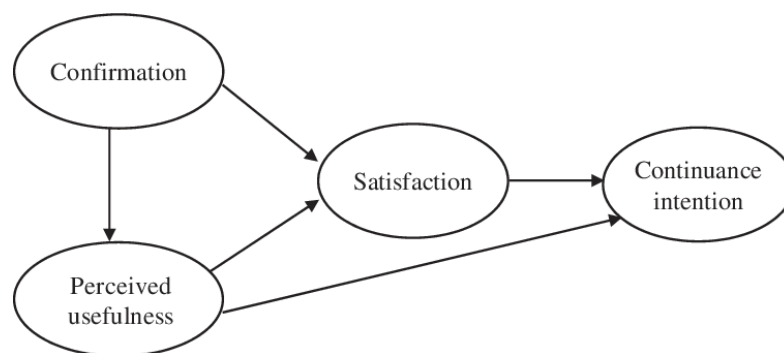


Figure 1. Le modèle ECM (Bhattacharjee 2001).

Il s'agit d'un modèle important car il met en avant les différences entre utilisation et utilisation à long terme (utilisation continue) d'un système. Le modèle ECM comporte quatre facteurs :

- **La confirmation** : qui se définit comme la perception de l'équilibre entre les attentes des utilisateurs du système et la performance réelle de ce même système.
- **La perception d'utilité** : qui représente la perception de ce que les utilisateurs du système gagneront en l'utilisant.
- **La satisfaction** : c'est le plaisir émotionnel ressenti lorsqu'on utilise un produit.

- **L'intention de continuité** : Intention des utilisateurs quant à l'utilisation du système. C'est la variable cible que le modèle tente de prédire.

Plusieurs études dans des contextes de l'apprentissage en ligne ont utilisé le modèle ECM pour étudier la satisfaction des apprenants et l'intention de continuer à utiliser les EAL. (Chiu et al., 2005) ont proposés un modèle adapté sur le modèle ECM permettant d'expliquer la continuité des élèves à utiliser un système d'apprentissage en ligne. Leur étude a été faite sur une population de 10 sections de classes qui ont suivi des cours sur une plateforme en ligne dans le cadre d'un programme de formation continue d'une université de Taiwan. Les résultats de leur étude suggèrent que l'intention des élèves de continuer à utiliser le service est déterminée par leur satisfaction, laquelle est à son tour déterminée conjointement par l'utilisabilité perçue, la qualité perçue, la valeur perçue et le niveau des attentes des élèves sur le service. Lin et Wang proposent quant à eux, un cadre de recherche basé sur le modèle ECM pour étudier la relation entre l'ajustement perçu et les facteurs du système qui peuvent motiver les apprenants à continuer d'utiliser un système d'apprentissage en ligne dans un mode d'apprentissage mixte (Lin, Wang, 2012). Ils ont conclu que l'utilité perçue des apprenants envers l'utilisation des EAL, affecte positivement leur satisfaction vis-à-vis du système, et que cette dernière affecte à son tour l'intention de continuer à utiliser le même système. Dans une autre étude, un modèle de recherche basé sur le ECM a été élaboré pour examiner l'impact de la perception de la facilité d'utilisation, de la qualité de service et de la confirmation de l'intention des utilisateurs de continuer à utiliser les EAL (Oghuma et al., 2016a). Les résultats montrent que la qualité perçue du service et la facilité d'utilisation perçue affectent de manière significative la satisfaction des apprenants et leur intention de continuer à utiliser les EAL.

En résumé, nous pouvons conclure que le modèle ECM est un bon outil pour prédire la continuité, il a montré qu'il été un modèle crédible surtout quand la motivation est prise en compte. Néanmoins, l'ECM reste assez limité et certains éléments sont moins utiles pour mettre en évidence des informations précises sur les attentes des

apprenants. Il sera donc utile d'ajouter des facteurs explicatifs concernant les intentions de continuité.

2.1.2. Le modèle d'acceptation de la technologie (TAM)

Développé par Davis, Bagozzi et Warshaw en 1989, le modèle TAM (Technology Acceptance Model) est généralement désigné comme la théorie la plus influente et couramment répandue dans le domaine de l'adoption des TI/SI (technologies de l'information/systèmes d'information) (Davis, 1986). Le TAM est aussi simple que puissant, il s'appuie essentiellement sur deux prédicteurs, à savoir l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue. Ces deux facteurs sont censés prédire la façon dont les utilisateurs se comporteront vis-à-vis de l'adoption d'une technologie. L'utilité perçue est définie comme la mesure de l'amélioration de la performance d'un individu lors de son utilisation d'un système. La facilité d'utilisation perçue est la mesure de l'effort à consentir pour utiliser un système. La variable dépendante représentée par l'intention comportementale d'utiliser un système est définie comme la mesure estimée à formuler des plans précis pour effectuer ou ne pas effectuer un certain comportement futur. La figure 2, illustre le modèle TAM original qui présente l'attitude envers l'utilisation du système, définie comme la réaction affective au comportement d'utilisation du système, en tant que médiateur.

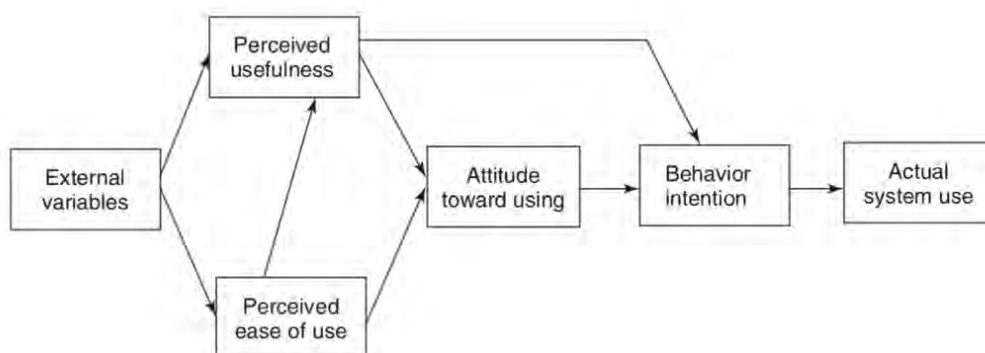


Figure 2. Le modèle TAM original (Davis et al. 1989).

En 1996, Davis et Venkatesh ont modifié le modèle TAM et ont suggéré que l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue avaient des effets directs sur l'intention individuelle d'utiliser le système (Venkatesh et al., 1996). Selon les mêmes auteurs

cette intention d'utiliser le système était définie comme le degré auquel les utilisateurs ont l'intention d'adopter la technologie ou d'en augmenter l'usage. La figure 3, présente le modèle TAM modifié.

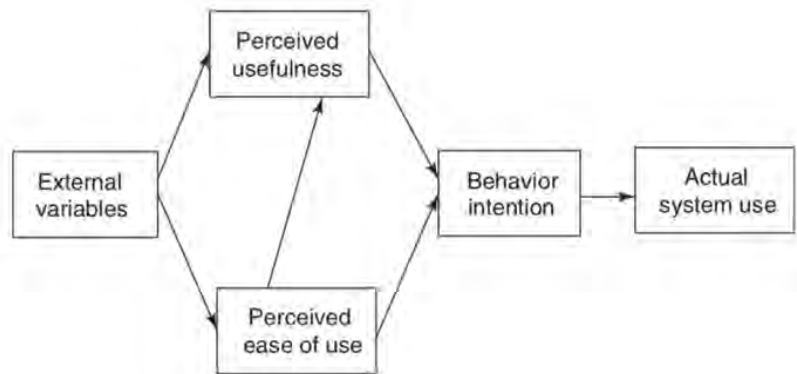


Figure 3. Le modèle TAM révisé (Venkatesh et al., 1996).

En 2000, Davis et Venkatesh ont proposé une extension du modèle, nommée TAM2. Dans cette version, les auteurs ont déterminé les facteurs généraux de l'utilité perçue, pour y inclure la norme subjective, définie comme la mesure de l'estimation des personnes importantes sur l'utilisation d'un système par un individu (Ajzen, 1975). Les autres facteurs rajoutés sont : l'image, la qualité de la tâche, la qualité de la réalisation, la démontrabilité des résultats et la facilité d'utilisation perçue (Venkatesh, Davis, 2000). L'image est définie comme la mesure de perception de l'utilisation d'une innovation comme améliorant le statut d'une personne dans son milieu social (Moore, Benbasat, 1991). L'image et la norme subjective entrent dans la catégorie de l'influence sociale, tandis que les autres facteurs représentent les caractéristiques du système. La figure 4, présente le modèle d'extension TAM2.

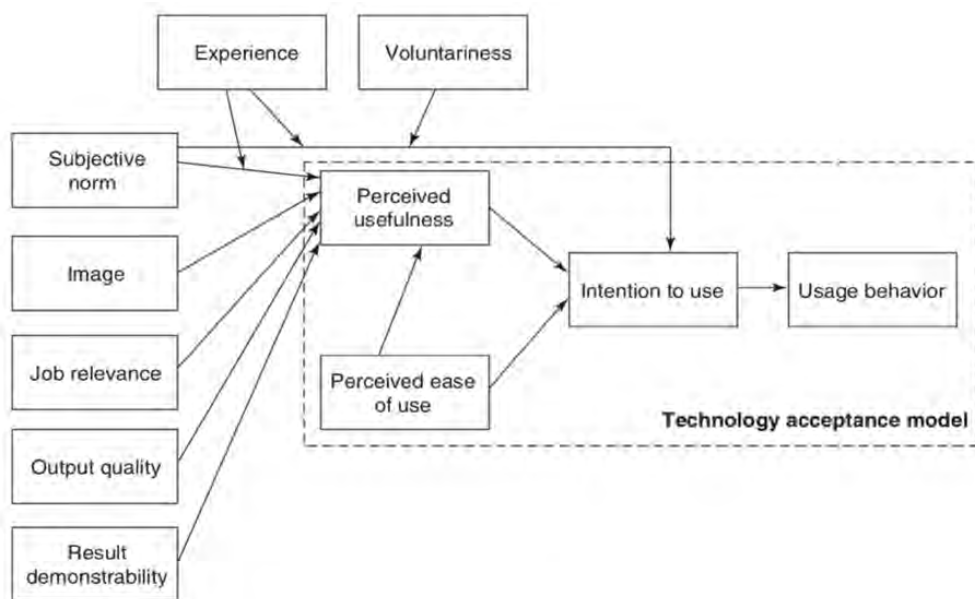


Figure 4. Déterminants de l'utilité, TAM2 (Venkatesh, Davis, 2000).

En 2008, Venkatesh et Bala ont combiné le modèle TAM2 et le modèle des déterminants de la facilité d'utilisation perçue (Determinants of perceived ease of use model) (Venkatesh, 2000), et ont développé le modèle global d'acceptation de la technologie, nommée TAM3 (Venkatesh, Bala, 2008). Ce dernier présente une vision complète des facteurs qui entrent en jeu dans l'adoption et l'utilisation d'une technologie par les individus. Dans cette version les auteurs ont intégré les facteurs déterminants de la facilité d'utilisation perçue, à savoir, l'autonomie informatique, l'anxiété informatique, la jouissance informatique, la perception du contrôle externe, le plaisir perçu et l'utilisabilité objective. Ces deux dernières ont été définies comme deux ajustements liés au caractère systémique suggéré. La figure 5 illustre la dernière version du modèle TAM baptisée TAM3.

Dans leurs étude, Venkatesh et Bala ont constaté que le rôle des deux facteurs, l'autonomie informatique et les perceptions du contrôle externe, continuent à être significatif malgré le fait que l'utilisateur acquiert plus d'expérience avec le système (Venkatesh, Bala, 2008). Tandis que c'est l'effet inverse avec les deux autres facteurs, à savoir l'anxiété et le plaisir informatique qui diminuent avec le temps. En outre, les auteurs ont déduit qu'avec plus d'expérience pratique du système, les

effets des ajustements plaisir perçu et utilisabilité objective sur la facilité d'utilisation perçue augmentent.

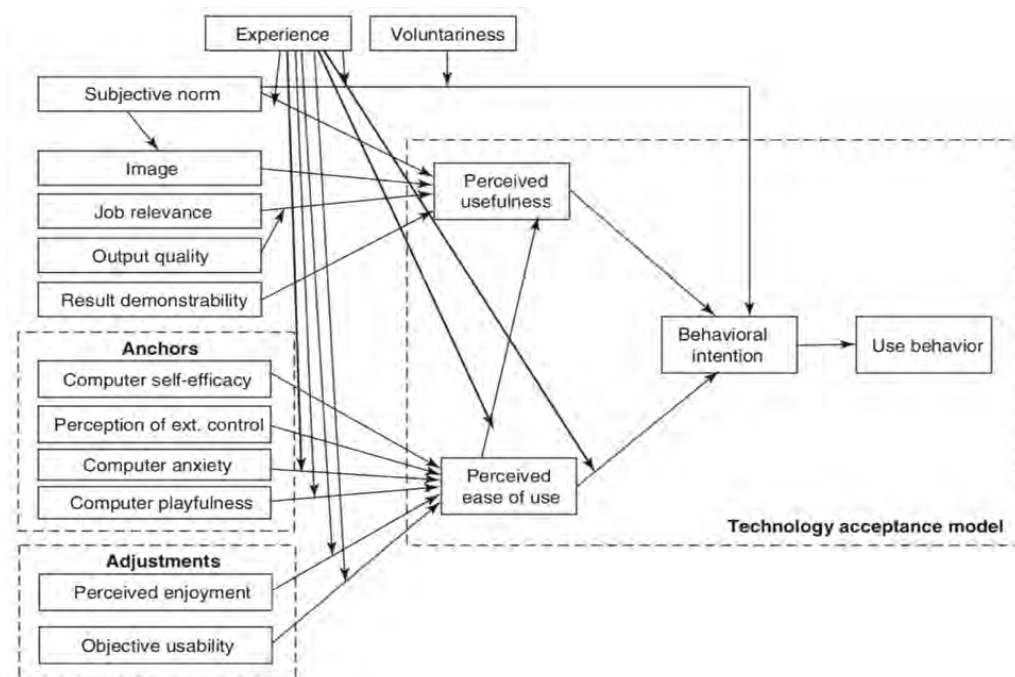


Figure 5. Le modèle TAM3 (Venkatesh, Bala, 2008).

Beaucoup d'études antérieures ont utilisé les différentes versions du modèle TAM comme cadre de recherche pour étudier l'adoption et l'utilisation des systèmes d'apprentissage en ligne par les individus. (Lee, 2010) a combiné le modèle de confirmation des attentes (ECM), le modèle d'acceptation de la technologie (TAM), la théorie du comportement planifié (TPB) et la théorie de l'écoulement pour obtenir un modèle théorique permettant d'expliquer et de prédire l'intention des usagers de continuer à utiliser l'apprentissage en ligne. Ses résultats démontrent que la satisfaction des usagers à l'effet le plus significatif sur leurs intentions de poursuivre la formation, suivie de l'utilité perçue, de la concentration et de la norme subjective. Chow et Shi ont examiné la satisfaction des utilisateurs et l'intention de continuité dans un système d'apprentissage en ligne basée sur les deux modèles ECM et TAM (Chow, Shi, 2014). Ils ont proposé quatre facteurs, à savoir, le déroulement de l'apprentissage (flexibilité et motivation), l'interaction des enseignants (expertise et support), l'interaction avec les pairs (communication des connaissances et communication des relations) et la conception des cours (structure du cours). Les

résultats démontrent que de ces quatre facteurs, le processus d'apprentissage et la conception des cours sont les deux seuls facteurs qui ont une influence directe sur la satisfaction et l'intention de continuer à utiliser l'EAL. Wook et Yusof ont choisi la dernière version du modèle d'acceptation de la technologie (TAM3) pour tester toutes les hypothèses de ce modèle dans un environnement d'enseignement supérieur public en Malaisie (Muslihah Wook, Zawiyah M. Yusof, 2015). Le résultat de leur étude a indiqué que les hypothèses proposées par le modèle TAM3 sont soutenues. Les résultats d'une étude récente faite en Espagne reposant sur le modèle TAM avec 245 élèves suivant un cours en ligne d'informatique (Estriegana, Medina-Merodio, Barchino, 2019) ont aussi confirmé que le modèle TAM est un bon outil théorique pour comprendre l'acceptation d'un système par les utilisateurs.

2.1.3. Le Modèle de réussite des systèmes d'information Delone et Mclean (D&M ISS)

Alors que les entreprises continuent d'adopter et d'utiliser les SI pour améliorer leurs services, accroître les ventes et atteindre plus de clients, certains systèmes ne réalisent pas leur potentiel. En conséquence, beaucoup de modèles ont été mis au point pour évaluer l'efficacité des SI dans divers contextes. Le modèle le plus dominant est le modèle de succès des SI DeLone et McLean (D&M ISS).

William DeLone et Ephraim McLean ont passé en revue les recherches publiées entre 1981 et 1990 et ont créé une classification de la réussite des SI basée sur la théorie de la communication de Shannon et Weaver (Shannon, Weaver, 1964). Le modèle original (DeLone, McLean, 1992), présenté dans la figure 6, se compose de six éléments : la qualité du système, la qualité de l'information, l'utilisation du système, la satisfaction des utilisateurs, l'impact individuel et l'impact organisationnel. La qualité du système mesure la qualité du système lui-même tandis que la qualité de l'information mesure la qualité de l'information produite par le système. Les deux construits ont une influence directe sur l'utilisation du système et la satisfaction des utilisateurs, ce qui, à son tour, a un impact sur l'utilisateur et même sur l'organisation qui utilise le système.

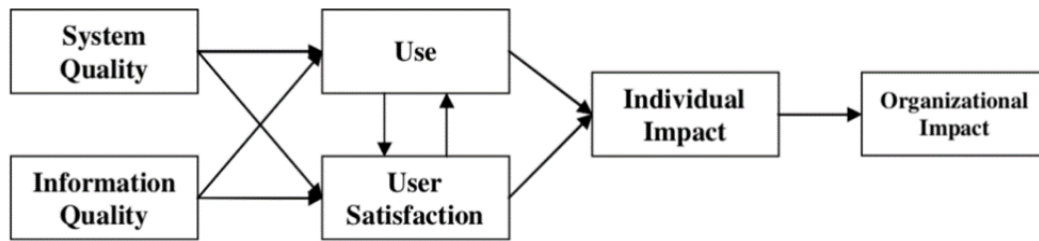


Figure 6. le modèle original de succès des SI (DeLone, McLean, 1992).

Le modèle D&M SSI a été examiné par plusieurs chercheurs pour l’améliorer afin de faire face à l'évolution de l'industrie des nouvelles technologies. En 2003, les auteurs ont incorporé certaines suggestions à leur modèle (Delone, Mclean, 2003). Le modèle D&M 2003 est présenté à la figure 7.

Cette version a vu naitre le facteur qualité de service comme un nouveau construit dans le modèle pour mesurer la qualité du service offerte par l'unité informatique, car de nombreuses organisations tendent à sous-traiter des services informatiques. De même, deux facteurs, l'impact individuel et l'impact organisationnel ont été fusionnés pour former un seul et unique facteur nommé par les auteurs bénéfices nets. Ce dernier facteur se définit comme la mesure de la contribution du SI au succès des individus, des groupes, des organisations, des industries et des nations.

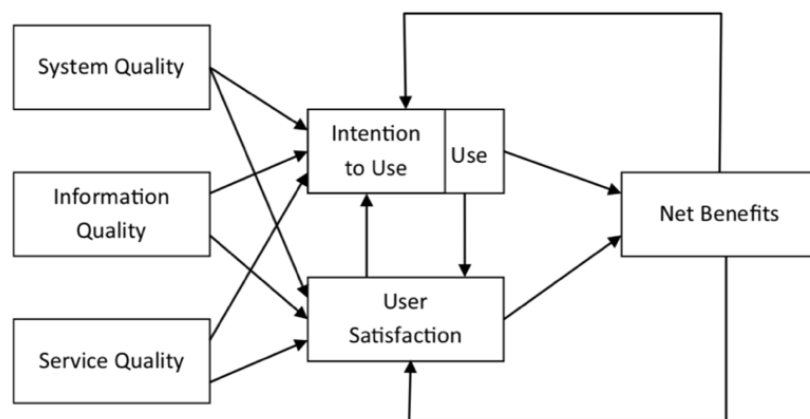


Figure 7. Mise à jour du modèle de succès des SI (Delone, Mclean, 2003).

DeLone et McLean ont soutenu que leurs modèles ne représentaient pas un modèle générique pour mesurer la réussite des SI. Ils ont fait valoir que les chercheurs allaient étendre ou réduire le nombre de facteurs afin qu'ils puissent s’adapter dans

leur contexte d'études. Par conséquent, l'évolution des systèmes d'apprentissage en ligne a renforcé la nécessité d'étendre ce modèle afin de mesurer le succès de ces systèmes dans divers contextes éducatifs. La majorité des études qui ont étendu le modèle D&M ISS, ont été validées dans l'enseignement supérieur dont le but de développer des modèles de réussite d'implémentation des systèmes d'apprentissage en ligne. (Ozkan, Koseler, 2010) ont étendu le modèle D&M ISS en divisant ses construits en deux catégories : les facteurs techniques et sociaux pour former le modèle hexagonal d'évaluation de l'apprentissage en ligne (HELAM). En fait, seulement deux facteurs du modèle D&M ont été retenus, la qualité du système et la qualité du service. Tout en ajoutant quatre nouveaux construits, la qualité du contenu, la perspective de l'apprenant, les attitudes des instructeurs et les questions connexes. Le modèle a été jugé approprié et utile pour évaluer le succès du système d'apprentissage en ligne.

(Hassanzadeh, Kanaani, Elahi, 2012) ont divisé les avantages nets en trois nouveaux construits : la fidélité au système, la réalisation des objectifs et la qualité du système éducatif. Ils ont également divisé l'intention d'utiliser et l'utilisation du système, et ils ont renommé la qualité du système par la qualité du système technique et la qualité de l'information par le contenu et la qualité de l'information. Au total, le nouveau modèle se compose de dix construits. Le modèle a été validé et les dix construits du modèle ont été trouvées utiles pour mesurer le succès du système e-learning. (Cheng, 2012) dans son étude a examiné les facteurs de qualité d'instructeur, de qualité du système et d'autres composantes du modèle D&M. Il a conclu que l'information, le système et le service sont définis comme les principaux moteurs de perception des apprenants en ce qui concerne l'acceptation et l'intention d'utiliser le système e-learning. (Persico, Manca, Pozzi, 2014) ont introduit un modèle tridimensionnel d'évaluation du système e-learning basé sur l'implication des étudiants, des enseignants et des responsables du e-learning. Il a déclaré que la plateforme, les ressources, la conception et l'approche sont les composantes du système d'apprentissage électronique à évaluer. (Mtebe, Raisamo, 2014) présentent

un modèle d'évaluation des LMS qui a adopté et étendu le modèle D&M mis à jour en renommant les constructions pour les adapter au contexte de l'apprentissage en ligne. La qualité de l'information a été renommée en qualité du cours et le concept de satisfaction de l'utilisateur en satisfaction de l'apprenant. De même, la construction des avantages nets a été renommée en avantages nets perçus. Les résultats de l'étude ont révélé que les six construits étaient significatifs.

2.1.4. La théorie de l'apprentissage autorégulé (SRL)

La théorie de l'apprentissage autorégulé (SRL pour Self-regulated learning theory) définit l'apprentissage comme un processus dynamique dans lequel la personne planifie, surveille et évalue ses apprentissages, en appliquant des stratégies appropriées pour atteindre les objectifs (Zimmerman, Moylan, 2009). C'est un ensemble d'activités que les individus font par eux-mêmes d'une manière proactive (Zimmerman, 2013). Un article récemment publié, présente un examen des six modèles d'apprentissage autorégulés les plus populaires (Panadero, 2017), à savoir, le modèle des phases cycliques de l'autorégulation de Zimmerman (Zimmerman, Campillo, 2003), le modèle d'autorégulation à double processus de Boekaerts (Boekaerts, Cascallar, 2006), le modèle de Winne et Hadwin d'exploration de l'autorégulation d'un point de vue métacognitif (Winne, 2011), Le modèle de Pintrich basé sur le rôle de la motivation dans l'autorégulation (Pintrich, De Groot, 2003), le modèle de Efklides métacognitif et affectif de l'apprentissage autorégulé (Efklides, 2011), et le modèle de Hadwin, Järvelä et Miller de l'autorégulation dans le contexte de l'apprentissage collaboratif (Järvelä et al., 2013).

L'article conclut que, la plupart de ces modèles sont composés de trois phases essentielles, à savoir, la phase préparation, la phase performance et la phase de réflexion. Ces trois phases sont présentées dans le modèle de Zimmerman et Campillo (auteurs des phases et sous-processus de l'autorégulation) illustré dans la figure 8. Selon ces auteurs, la phase de préparation comprend l'analyse des tâches,

la planification, la détection des objectifs et la réalisation d'objectifs; la phase de la performance comporte le rendement de la tâche réelle accomplie tout en surveillant et en contrôlant les progrès; la dernière phase de réflexion, où l'apprenant s'autoévalue, réagit et s'adapte pour ses performances futures.

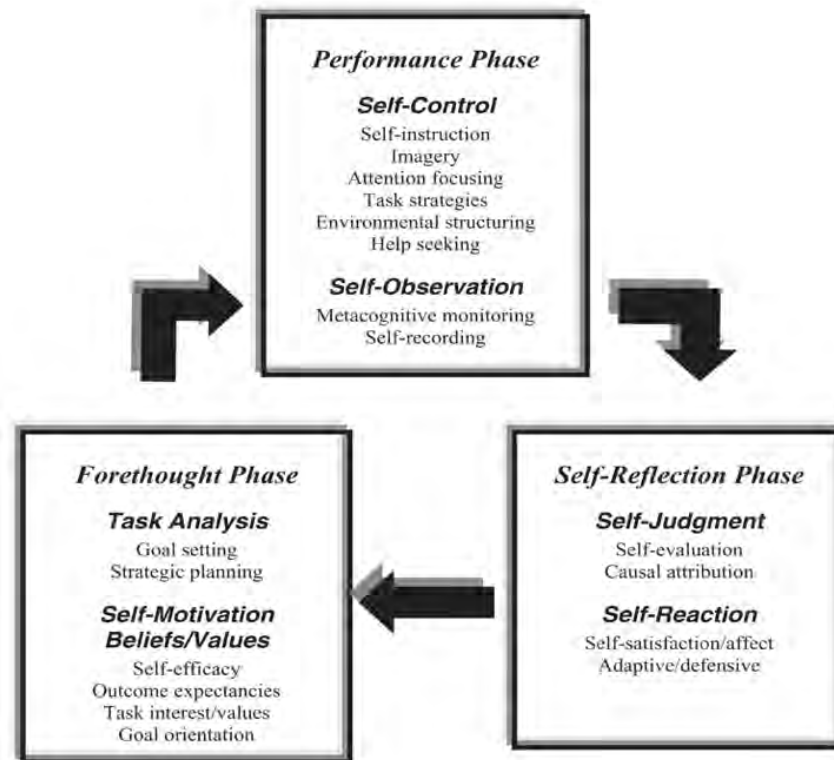


Figure 8. Phases et sous-processus de l'autorégulation (Zimmerman, Campillo, 2003).

De nombreux chercheurs ont reconnu l'importance de l'apprentissage autorégulé en tant que prédicteur de la réussite scolaire dans les systèmes d'apprentissage en ligne. (Liaw, Huang, 2013) ont étudié l'autorégulation des apprenants, afin de mieux comprendre les attitudes des apprenants à l'égard de l'apprentissage en ligne. Dans cette étude, les auteurs ont proposé un modèle conceptuel pour étudier l'autorégulation des apprenants dans les environnements d'apprentissage en ligne. Les résultats montrent que les facteurs satisfaction perçue, utilité perçue et les environnements d'apprentissage interactifs étaient définis comme des prédicteurs de l'autorégulation perçue dans le contexte d'apprentissage en ligne. Dans une étude portant sur l'apprentissage formel et informel utilisant les médias sociaux, (Matzat,

Vrieling, 2016) ont montré que l'utilisation des médias sociaux comme des moyens pédagogiques, à encourager les élèves à contrôler leurs autonomies.

2.2. Cadre théorique de l'étude

Dans les études antérieures (Safsouf, Mansouri, Poirier, 2020a; 2017), nous avons classé les facteurs de réussite des apprenants dans les EAL en cinq dimensions, en se basant sur plusieurs modèles et théories telles que, le modèle de confirmation des attentes (ECM), le modèle d'acceptation de la technologie (TAM3), le modèle de réussite des SI (D&M ISS) mis à jour, et la théorie de l'autorégulation. Ces cinq dimensions incluent les caractéristiques des apprenants, des instructeurs, du système, des cours, ainsi que les aspects sociaux.

2.2.1. La dimension apprenant

L'apprentissage en ligne n'a aucune valeur si les apprenants n'utilisent pas les EAL. En effet, les différentes caractéristiques des apprenants peuvent influencer leur adoption du système d'apprentissage en ligne. Des études antérieures indiquent plusieurs caractéristiques pertinentes des apprenants, notamment l'effort individuel, l'autorégulation, l'utilité perçue, la facilité d'utilisation perçue, l'attitude envers les EAL, l'auto-efficacité informatique, l'anxiété informatique et le plaisir perçu (Ozkan, Koseler, 2010), (Arenas-Gaitán, Rondan-Cataluña, Ramirez-Correa, 2010), (Al-Alak, Alnawas, 2011), (Alenezi, 2012), (Bhuasiri, Xaymoungkhoun, Zo, Rho, Andrew P. Ciganek, 2012), (Tarhini, Hone, Liu, 2013), (Agudo-Peregrina, Hernández-García, Pascual-Miguel, 2014), (Fazil, Rupert, 2016).

2.2.2. La dimension instructeur

Les caractéristiques des instructeurs jouent également un rôle important dans la perception de l'efficacité des EAL (Ozkan, Koseler, 2010), (Selim, 2007). Des études antérieures ont montré que le contrôle de la technologie par un enseignant, tout en laissant suffisamment de temps pour interagir avec les étudiants, a un impact sur les résultats d'apprentissage (Bhuasiri et al. 2012). Les caractéristiques

pertinentes de l'instructeur comprennent la qualité du service, telle que, la réponse en temps voulu, l'équité, le contrôle de la technologie, et la qualité de l'assistance (Sun et al., 2008), (Persico, Manca, Pozzi, 2014), (Chang et al., 2015), (Wisneski, Ozogul, Bichelmeyer, 2017), (Cidral et al. 2018).

2.2.3. La dimension système

L'EAL désigne le lieu où les apprenants accèdent aux ressources en ligne, utilisent les systèmes d'accès aux cours en ligne, font des évaluations et obtiennent l'aide d'un instructeur. Un environnement d'apprentissage en ligne positif contribue à la réussite de l'apprentissage en ligne (Mtebe, 2015). La qualité du système d'apprentissage en ligne, est un facteur pertinent lié à la croyance de l'apprenant sur les caractéristiques de performance de l'EAL, il se mesure par la fonctionnalité, la fiabilité, la flexibilité, la portabilité, l'intégration et la sécurité (Ozkan, Koseler, 2010), (Alenezi, 2012), (Bhuasiri et al. 2012), (Wu, Zhang, 2014), (Mohammadi, 2015), (Cidral et al. 2018).

2.2.4. La dimension cours

Un cours bien scénarisé, un contenu et des ressources bien conçus, facilitent les expériences éducatives. La qualité de l'information est définie comme la précision, la complétude, la facilité de compréhension et la pertinence des supports de cours en ligne (Delone, Mclean, 2003). Ozkan et Koseler ont constaté que la qualité de l'information a un effet positif important sur la satisfaction des apprenants (Ozkan, Koseler, 2010). L'accès aux cours en ligne de manière flexible ainsi que la diversité des évaluations offertes par l'EAL (Radwan, 2014), contribuent fortement à l'amélioration de l'expérience d'apprentissage (Zimmerman, Campillo, 2003), (Matzat, Vrieling, 2016), (Fazil, Rupert, 2016).

2.2.5. La dimension sociale

L'environnement social dans lequel se déroule une action d'apprentissage en ligne, joue un rôle majeur dans la continuité et la réussite d'un apprenant. Les influences sociales, telles que, les opinions des pairs et des instructeurs, peuvent influencer les

choix des apprenants dans l'utilisation de l'EAL. Les facteurs pertinents pour un environnement d'apprentissage en ligne positif comprennent l'influence sociale et la perception des interactions sociales (Selim, 2007). Dans TAM2, l'image de soi et la norme subjective sont deux déterminants de l'utilité perçue qui représente le processus d'influence sociale (Venkatesh, Davis, 2000).

2.3. Modèle d'évaluation du succès des apprenants en ligne (e-LSAM)

Les recherches de fond décrites en haut, présentent des modèles qui, selon les chercheurs, ont prouvé leur efficacité dans les EAL. Les modèles comme le TAM et ECM comprennent plusieurs facteurs (tels que le plaisir perçu, la facilité d'utilisation perçue, l'anxiété informatique, l'attitude envers les EAL, la norme subjective, l'image et l'utilité perçue) qui ont été identifiés comme ayant des effets significatifs sur la satisfaction des apprenants et leur intention de continuer à utiliser les EAL (Chiu et al., 2005), (Lin, Wang, 2012), (Chow, Shi, 2014), (Lee, 2010), (Muslihah Wook, Zawiyah M. Yusof, 2015). Cependant, d'autres facteurs proposés par le modèle D&M SSI, tels que la qualité du système, la qualité du service, la qualité des cours (Ozkan, Koseler, 2010), (Hassanzadeh, Kanaani, Elahi, 2012), (Cheng, 2012), (Persico, Manca, Pozzi, 2014), (Mtebe, Raisamo, 2014), (Joo, Kim, Nam, 2016), ou même des facteurs individuels proposés par la théorie SRL (Liaw, Huang, 2013), (Matzat, Vrieling, 2016), peuvent compléter la prédiction de la réussite des apprenants en ligne.

Pour tenter de répondre aux questions fondamentales qui guident ce travail de recherche, ainsi que pour définir les déterminants de l'utilisation continue, de la satisfaction et de la réussite des apprenants dans les EAL. Nous proposons, sur la base de l'exploitation des versions récentes des modèles présentés dans la section précédente, un modèle d'évaluation de la réussite des apprenants en ligne (e-LSAM pour e-learner Success Assessment Model). Notre objectif est de modéliser de manière causale les facteurs suspectés par les recherches précédentes, et de

comprendre par la suite, les effets directs ou indirects de ces facteurs sur la réussite des apprenants dans un contexte d'apprentissage en ligne. Le modèle e-LSAM est illustré dans la figure 9.

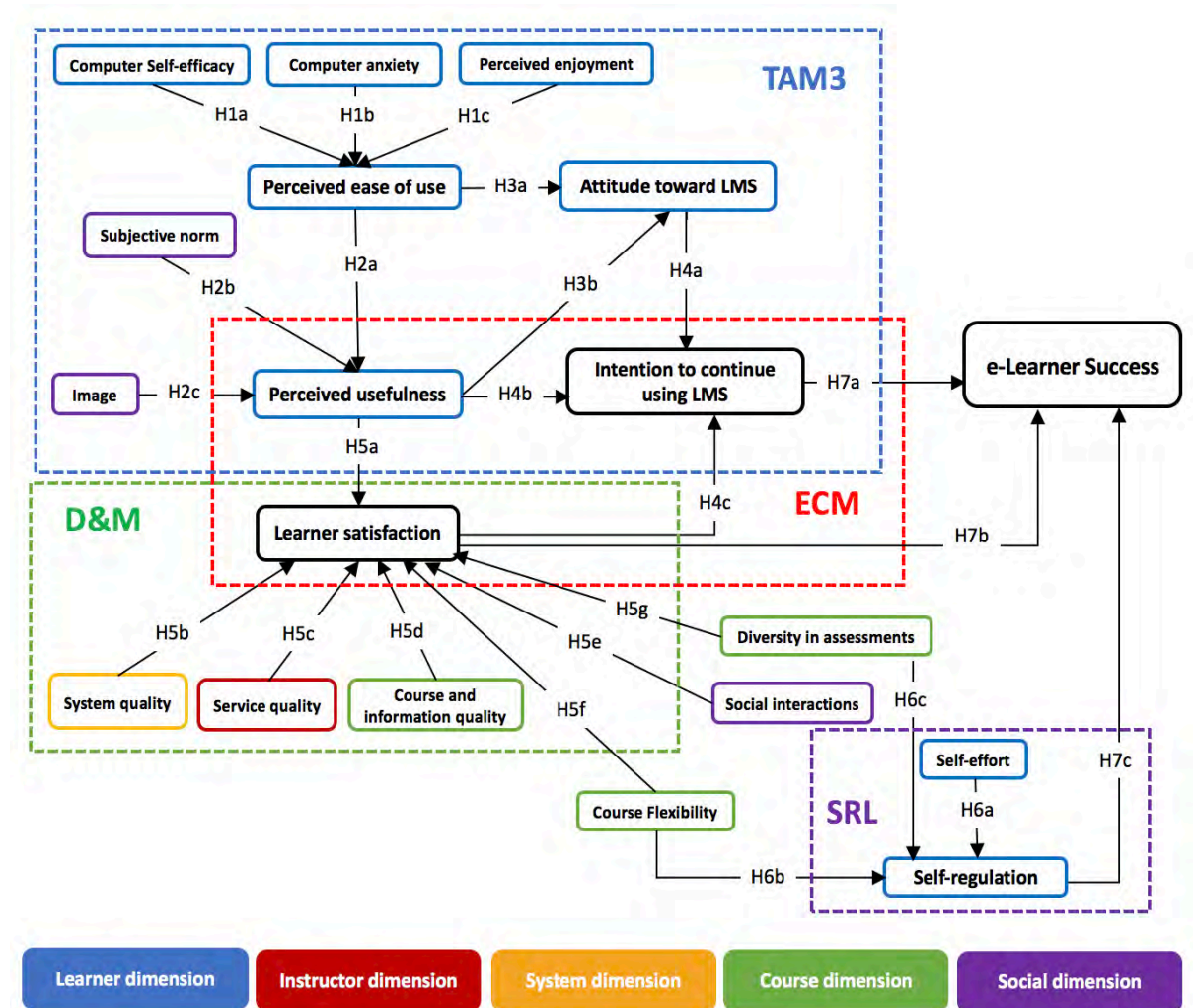


Figure 9. Modèle d'évaluation de la réussite des apprenants en ligne (e-LSAM).

Le modèle e-LSAM n'est pas spécifique à un LMS et s'applique à divers systèmes de gestion de cours en ligne. Il est composé de 16 facteurs regroupés en 5 dimensions : apprenant, instructeur, système, cours et social, présentées par des couleurs comme l'illustre la figure 9, et de 3 variables mesurables, qui sont la satisfaction de l'apprenant, l'intention de continuer à utiliser les systèmes d'apprentissage en ligne et le succès dans le même système.

2.4. Hypothèses de recherche

Les relations entre les construits du modèle conceptuel e-LSAM, sont représentées par sept groupes d'hypothèses. Chaque hypothèse d'un groupe donné, permet de symboliser l'impact positif ou négatif, que peut avoir un facteur sur un autre.

2.4.1. Groupe 1 : Facilité d'utilisation perçue

Dans le contexte de l'apprentissage en ligne, la facilité d'utilisation perçue peut être définie comme la mesure de l'estimation de l'utilisation sans effort des EAL (Lin, Chen, Fang, 2011). Un exemple de la facilité d'utilisation perçue est la facilité d'acquérir des compétences en utilisant le système d'apprentissage en ligne. Dans le modèle TAM, Venkatesh a suggéré que les individus se forment une première idée de la facilité d'utilisation d'un système en fonction de leurs convictions générales liées à l'informatique et de leurs sentiments concernant l'utilisation de l'ordinateur (Venkatesh et al., 1996). Les facteurs suggérés par Venkatesh sont l'auto-efficacité informatique, l'anxiété informatique et le plaisir perçu. L'auto-efficacité informatique se définit comme les croyances des individus par rapport à leur contrôle de leur capacité à utiliser un système. Le plaisir perçu représente la motivation intrinsèque associée à l'utilisation du système, c'est aussi la mesure de la perception de l'utilisation d'un système comme étant agréable en soi. L'anxiété informatique est définie comme le degré de crainte, lorsque la personne est confrontée à la possibilité d'utiliser un ordinateur.

D'après des études antérieures (Chow, Shi, 2014), (Estriegana, Medina-Merodio, Barchino, 2019), (Lee, 2010), (Sun et al., 2008), (Aparicio, Bacao, Oliveira, 2017), la facilité d'utilisation perçue de l'apprentissage en ligne pourrait être affectée par plusieurs facteurs liés aux caractéristiques individuelles des apprenants concernant l'utilisation des EAL. En plus, (Sun et al., 2008) ont constaté que l'anxiété informatique a un impact négatif sur la perception de la facilité d'utilisation. Par conséquent, nous émettons les hypothèses suivantes :

- H1a : La facilité d'utilisation perçue sera influencée par l'auto-efficacité informatique.
- H1b : La facilité d'utilisation perçue sera affectée par l'anxiété informatique.
- H1c : La facilité d'utilisation perçue sera influencée par le plaisir perçu.

2.4.2. Groupe 2 : Utilité perçue

L'utilité perçue d'un système est définie comme la mesure de l'estimation de l'utilisation d'un système afin d'améliorer les performances professionnelles et la productivité (Venkatesh et al., 1996). Il s'agit d'une des construits indépendantes du modèle TAM. Dans la version TAM2, la norme subjectives et l'image sont les deux déterminants de l'utilité perçue qui représentent les processus d'influence sociale (Venkatesh, Davis, 2000). En plus, Venkatesh et Davis ont émis l'hypothèse que la facilité d'utilisation perçue avait une influence directe sur l'utilité perçue.

Dans l'apprentissage en ligne, l'utilité perçue est définie comme la perception qu'a un apprenant de l'importance d'effectuer une activité pour atteindre un objectif spécifique (Willy Lens, 2006), C'est un facteur important pour comprendre la motivation des apprenants engagés dans des programmes de formation en ligne. Selon les résultats présentés plus haut dans le contexte de l'apprentissage en ligne (Lee, 2010), (Pituch, Lee, 2006), (Oghuma et al., 2016a), (Alenezi, 2012), l'influence sociale est un facteur important dans la décision des individus d'utiliser le l'EAL. De même, plus il est facile pour les apprenants d'interagir avec l'EAL, plus ils ont de chances de trouver l'EAL utile. Nous proposons les hypothèses suivantes :

- H2a : La facilité d'utilisation perçue aura une influence positive sur l'utilité perçue des EAL.
- H2b : La norme subjective influencera positivement l'utilité perçue.
- H2c : L'image aura une influence positive sur l'utilité perçue.

2.4.3. Groupe 3 : Attitude envers l'EAL

Plusieurs études suggèrent que l'attitude de l'apprenant à l'égard des EAL est un facteur important pour comprendre le comportement des apprenants à l'égard de

l'apprentissage en ligne (Cheng, 2012), (Chow, Shi, 2014), (Lee, 2010), (Piccoli, Ahmad, Ives, 2007), (Sun et al., 2008). Le modèle TAM décrit l'attitude envers un système comme le niveau auquel les individus perçoivent un sentiment positif ou négatif lié à l'utilisation d'un système (Davis, 1986).

Dans notre cas, le système est la plateforme d'apprentissage, nous définissons donc l'attitude envers l'EAL comme l'impression qu'a un apprenant de participer à des activités d'apprentissage en ligne en utilisant l'EAL. Les instructeurs publient les ressources sur l'EAL, et les apprenants participent par le biais du réseau local ou d'Internet. Lorsque les apprenants perçoivent que l'utilisation de l'EAL est facile, et comprennent également son importance et son utilité, ils adopteraient une attitude plus positive envers les EAL et seraient plus efficaces et plus performants (Liu, Liao, Pratt, 2009), (Alenezi, 2012). Par conséquent, nous proposons les hypothèses suivantes :

- H3a : L'attitude à l'égard l'EAL sera positivement influencée par la facilité d'utilisation perçue.
- H3b : L'attitude envers l'EAL sera positivement influencée par l'utilité perçue.

2.4.4. Groupe 4 : Intention de continuité dans l'EAL

Dans le marketing, l'intention de continuité est définie comme un désir spécifique de poursuivre une relation d'achat avec un prestataire de services ou de produits (Czepiel, 1987). Bhattacharjee a été l'un des premiers chercheurs à proposer un modèle pour expliquer les intentions de continuité à travers le modèle ECM (Bhattacharjee 2001). Selon son étude sur les utilisateurs de services bancaires en ligne, il a constaté que les facteurs les plus significatifs étaient la satisfaction et l'utilité perçue, qui à leur tour étaient déterminés par la confirmation de l'utilisateur, décrivant que les utilisateurs satisfaits sont plus susceptibles de continuer à utiliser le SI. Davis et Venkatesh montrent également dans le modèle TAM, que l'attitude à l'égard de l'utilisation du système et l'utilité perçue étaient des déterminants directs de l'intention d'utiliser le même système (Venkatesh, Davis, 2000).

Dans le domaine de l'apprentissage en ligne, l'intention de continuer à utiliser les EAL, est sans doute le facteur le plus important à déterminer (Joo, Kim, Nam, 2016). Dans son étude (Lee, 2010), l'auteur a synthétisé l'ECM, le TAM, la théorie des flux et la théorie du comportement planifié pour prédire les intentions des apprenants de continuer à utiliser un système de formation en ligne. Les résultats montrent que la satisfaction avait l'effet le plus significatif sur l'intention de continuer à apprendre, suivi par l'attitude, l'utilité perçue et la norme subjective comme étant des prédicteurs significatifs mais plus faibles. Nous émettons donc les hypothèses suivantes :

- H4a : l'intention de continuer à utiliser les EAL sera influencée par l'attitude des apprenants à l'égard des EAL.
- H4b : l'intention de continuer à utiliser les EAL sera influencée par la perception de l'utilité.
- H4c : l'intention de continuer à utiliser les EAL sera influencée par la satisfaction des apprenants.

2.4.5. Groupe 5 : Satisfaction de l'apprenant

Alors que la satisfaction des clients suscite de plus en plus l'intérêt des organisations qui ont compris qu'une des clés du succès est un ensemble d'actions centrées sur le client, l'intérêt porté à l'étude de la satisfaction dans le domaine de l'apprentissage en ligne est également considérable. Plusieurs études ont porté sur la détection des facteurs qui contribuent à la compréhension de la satisfaction perçue par les apprenants (Chow, Shi, 2014), (Cidral et al. 2018), (Yang et al., 2018), (Joo, Kim, Nam, 2016). Selon ces études, la satisfaction perçue pourrait être influencée par l'utilité perçue de l'apprentissage en ligne ainsi que par les environnements d'apprentissage interactifs. En outre, (Sun et al., 2008) montrent que les apprenants qui ont un niveau élevé d'apprentissage collaboratif sont plus susceptibles d'être satisfaits de leur formation à distance que ceux qui ont un faible niveau d'apprentissage collaboratif. Par conséquent, nous supposons les hypothèses suivantes :

- H5a : l'utilité perçue par l'apprenant influence positivement sa satisfaction
- H5e : la satisfaction sera positivement influencée par les interactions sociales.

Dans la littérature, le modèle D&M ISS a été utilisé pour mesurer le degré de satisfaction des utilisateurs avec le SI (Delone, Mclean, 2003). Dans ce modèle, les principaux indicateurs de la satisfaction sont la qualité du service, la qualité de l'information et la qualité du système. Dans le contexte de l'apprentissage en ligne, on peut représenter la qualité du système comme celle de l'EAL utilisé (simplicité d'accès, conception de l'interface et ergonomie), la qualité de l'information représente la qualité de la conception des cours (cours structuré, et bien détaillé, contenu clair et concis) avec des évaluations diversifiées (devoir à rendre, test à passer, etc.), tandis que la qualité du service se réfère à la qualité des services techniques mis en place pour répondre aux questions des apprenants, ce service est généralement fourni soit par une équipe technique, soit par l'instructeur lui-même. Les études qui ont été menées sur l'apprentissage en ligne confirment la relation proposée par le modèle D&M ISS (Mohammadi, 2015), (Ozkan, Koseler, 2010), (Cidral et al. 2018), (Mtebe, Raisamo, 2014). Les EAL qui offrent une flexibilité d'accès (accessibilité partout et à tout moment), avec un apprentissage interactif et dynamique avec des services techniques de haut niveau peuvent accroître la satisfaction des apprenants et donc améliorer leurs chances de réussite. Pour ces raisons, nous supposons que :

- H5b : La qualité du système aurait un effet positif sur la satisfaction des apprenants.
- H5c : La qualité du service aurait un effet positif sur la satisfaction.
- H5d : La qualité des cours et des informations aurait un effet positif sur la satisfaction.
- H5f : La flexibilité des cours aurait un effet positif sur la satisfaction.
- H5g : La diversité des évaluations aurait un effet significatif sur la satisfaction.

2.4.6. Groupe 6 : Autorégulation

L'indépendance temporelle et géographique offerte par l'EAL, permet aux apprenants de bénéficier d'une grande flexibilité quant au moment et au lieu où ils participent à des cours en ligne (J. B. Arbaugh, 2002). En outre, l'élimination des barrières physiques peut attirer des apprenants qui, autrement, ne pourraient pas poursuivre leurs études. En outre, l'apprentissage en ligne n'étant soumis à aucune restriction de temps et d'espace, les apprenants doivent développer une autorégulation décrite par leur capacité à organiser leur travail individuel ainsi que leur capacité à organiser le cours afin de suivre l'intégralité du programme de cours en ligne (Zimmerman, Moylan, 2009), (Liaw, Huang, 2013), (Pajares, 2002), (Ozkan, Koseler, 2010). Nous supposons donc ce qui suit :

- H6a : L'effort personnel aurait une influence sur l'autorégulation.
- H6b : La flexibilité du cours aurait une influence sur l'autorégulation.

L'évaluation joue un rôle important dans l'apprentissage en ligne, tant pour les apprenants que pour les enseignants. Elle fournit un retour d'information continu sur l'efficacité de l'apprentissage en ligne et identifie les parties du cours pour lesquelles un changement de stratégie pédagogique pourrait être recommandé. L'évaluation permet de s'assurer de la progression de l'apprentissage des apprenants et fait appel à la régulation de l'apprentissage (Zimmerman, 2013). À travers l'EAL, les enseignants peuvent suivre les résultats des évaluations des apprenants, et d'obtenir également, des informations précieuses sur la participation, les progrès, la réussite ou l'échec de chaque apprenant (Radwan, 2014).

Il est également important de se rappeler que les apprenants ont non seulement une expérience éducative différente, mais aussi des attentes et des besoins très différents. C'est pourquoi les enseignants doivent créer plusieurs variétés d'évaluation, telles que des devoirs à rendre ou des quiz à passer (comportant des questions à choix multiples, des questions vrai/faux, ou même des questions ouvertes), avec l'utilisation d'éléments multimédias tels que des images, des fichiers audio ou vidéos

(Liaw, Huang, 2013), (Matzat, Vrieling, 2016). Ainsi, nous énonçons l'hypothèse suivante :

- H6c : La diversité des évaluations a un effet significatif sur l'autorégulation des apprenants.

2.4.7. Groupe 7 : Réussite de l'apprenant en ligne

Opter pour un apprentissage en ligne, c'est d'abord privilégier le confort de pouvoir choisir quand et où apprendre, à un prix réduit dans certains cas tout en favorisant le partage (poser des questions, échanger avec d'autres apprenants). Néanmoins, ce n'est pas une solution facile. Pour réussir, il faut une vraie discipline et un grand engagement personnel.

Au cours des dix dernières années, plusieurs études dans le domaine de l'apprentissage en ligne ont été menées pour tenter de comprendre les facteurs qui aident les apprenants à réussir leur formation en ligne (McGill, Klobas, Renzi, 2014), (Dałhan, Akkoyunlu, 2016), (Estriegana, Medina-Merodio, Barchino, 2019), (Liaw, Huang, 2013), (Matzat, Vrieling, 2016), (Muslihah Wook, Zawiyah M. Yusof, 2015). Ces facteurs sont principalement, la continuité de l'utilisation avec l'engagement de l'apprenant, ainsi que la satisfaction perçue à l'égard des EAL. À cette fin, nous supposons que :

- H7a : la réussite de l'apprenant en ligne serait influencée par l'intention de continuer à utiliser l'EAL.
- H7b : la réussite de l'apprenant en ligne sera influencée par la satisfaction de ce dernier.
- H7c : la réussite de l'apprenant en ligne sera influencée par l'autorégulation de ce dernier.

Conclusion

Dans cette partie, nous avons proposé un modèle théorique pour représenter les facteurs censés prédire la réussite des apprenants dans un EAL. Le modèle causal théorique proposé, intègre en partie les versions récentes de plusieurs modèles,

ayant prouvé leurs efficacités dans le domaine de l'apprentissage en ligne, tels que le modèle ECM, TAM, D&M ISS, ainsi que la théorie de l'autorégulation.

Afin de réduire le taux d'échec et d'abandon dans un EAL, nous avons émis l'hypothèse que les déterminants de la réussite devraient tenir compte, des caractéristiques individuelles des apprenants, des enseignants, du système, des cours et des aspects sociaux. Dans le modèle théorique, 16 variables indépendantes ont été choisies, avec 3 variables mesurables, à savoir, la satisfaction des apprenants, leur intention de continuer à utiliser les EAL, ainsi que, leur réussite dans les EAL.

Chapitre 3 : Première étude - Analyse de la réussite des apprenants en ligne dans l'enseignement supérieur marocain

3. Chapitre 3 : Première étude - Analyse de la réussite des apprenants en ligne dans l'enseignement supérieur marocain

Introduction

Cela fait quelques années que les établissements supérieurs marocains sont passés à l'ère du numérique. Le développement croissant des TICE, et les avantages proposés par l'intégration des EAL, à savoir, la flexibilité, la disponibilité et la réduction des coûts, pourrait bien être une solution aux problèmes des apprenants et au sureffectif des classes. Cependant, en dépit des avantages proposés par ce mode d'apprentissage, le taux élevé de décrochage des apprenants, questionnent les acteurs sur les moyens à entreprendre afin de le réduire et d'améliorer le succès.

Après avoir effectué un état de l'art sur les facteurs critiques du succès des EAL, nous avons présenté, dans le chapitre précédent, notre contribution consistant à proposer un modèle conceptuel d'évaluation de la réussite des apprenants en ligne, que nous avons nommé e-LSAM. Ce modèle examine l'intégration de facteurs issus de plusieurs modèles, à savoir, le modèle TAM, ECM, D&M ISS et SRL, pour essayer d'expliquer la satisfaction, la continuité et le succès des apprenants en ligne.

Dans ce chapitre, nous présentons une enquête qui a été menée pour vérifier les hypothèses du modèle e-LSAM, et de voir quels facteurs sont censés prédire la réussite des apprenants en ligne. Un questionnaire a donc été développé et mis en ligne, l'analyse et l'interprétation des résultats de cette enquête sont présentés dans la suite.

3.1. Objectifs et protocole de l'expérience

3.1.1. Objectifs de l'expérience

Le modèle conceptuel e-LSAM présenté dans le chapitre précédant, synthétise l'approche de recherche suivie pour retrouver les facteurs ayant une influence sur la réussite des apprenants dans leur apprentissage via les EAL. Les relations possibles

entre chaque paire de facteurs de ce modèle, sont représentés par une hypothèse qui doit être vérifiée, afin de s'assurer de sa validité ou non, ainsi que de l'existence d'une influence d'un facteur sur un autre.

Théoriquement, l'évaluation de ce genre de modèles se fait par le biais d'enquêtes sous forme de questionnaires. Pour chaque hypothèse du modèle, une ou plusieurs questions sont posées, afin d'affirmer ou non l'hypothèse en question. Si l'hypothèse est vérifiée, on pourra conclure qu'il existe une relation de corrélation (forte ou faible) entre les deux facteurs désignés par l'hypothèse. Ainsi, grâce à cette vérification, nous pouvons désigner les facteurs qui ont une influence directe ou indirecte sur la ou les variables mesurables du modèle.

Les objectifs visés de cette enquête sont :

- Étudier l'impact de la satisfaction des apprenants sur la continuité d'utilisation des EAL ;
- Évaluer le niveau de motivation et d'autorégulation des apprenants vis-à-vis de leur utilisation des EAL ;
- Apporter une solution aux problèmes de décrochage et de l'échec scolaire, souvent désignés comme l'une des principales limites des EAL.

Les résultats de l'enquête vont nous permettre de déterminer :

- Le taux de prédiction, et les facteurs permettant de comprendre la satisfaction des apprenants et la continuité d'utilisation des EAL ;
- Le taux de prédiction, ainsi que les facteurs permettant de prédire la réussite des apprenants dans les EAL ;
- L'équation de calcul du succès des apprenants en ligne.

3.1.2. Conception du questionnaire

Une enquête en ligne a donc été conçue, principalement à partir de recherches préalables, les questions ont été adaptées en fonction du contexte de notre recherche au Maroc. Les questions ont été proposées en français, car il s'agit de la

deuxième langue officielle mais la première langue académique utilisée dans l'enseignement supérieur au pays. Toutes les questions ont été structurées selon une échelle de Likert allant de 1 (pas du tout d'accord) à 5 (tout à fait d'accord). L'annexe A, présente le questionnaire de cette première enquête, avec les sources documentaires qui ont contribué à son élaboration.

Le questionnaire de l'enquête a été développé en PHP, avec une base de données MYSQL pour récupérer les réponses des participants, et mis en ligne sur un serveur personnel, accessible via le lien suivant <https://www.safsouf.net/sondage/>. Un système de pagination a été utilisé pour permettre une bonne présentation, en n'affichant que quelques questions sur la même page. Le passage d'une page à une autre est conditionné par la réponse à toutes les questions. La figure 10, donne un aperçu du questionnaire de cette enquête.

Évaluation du succès des élèves dans un système d'apprentissage en ligne

À propos du système	Tout à fait d'accord	D'accord	Neutre	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord	Ne sais pas
Je suis satisfait de la qualité de la connexion internet	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La qualité de la connexion internet influence mon rendement et réussite dans une formation en ligne	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Le système d'apprentissage en ligne est bien organisé	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Je peux trouver facilement les informations requises sur le système d'apprentissage en ligne	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Le système d'apprentissage en ligne utilise toutes les modalités de présentation dont j'ai besoin pour mon apprentissage (texte, figures, audio et vidéo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
J'ai la possibilité d'utiliser différents appareils pour accéder au cours en ligne (ordinateur, tablette et smartphone)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Le système d'apprentissage en ligne fournit les mêmes fonctionnalités même si j'utilise différents appareils	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figure 10. Questionnaire en ligne de la première enquête.

Ce questionnaire a été conçu en deux phases successives, la première comprend des questions liées aux facteurs qui composent le modèle e-LSAM, et ayant un impact

(positif ou négatif) sur la réussite des apprenants dans un contexte d'apprentissage en ligne (présenté dans la figure 1). La majorité des questions ont été tirées de la littérature et adaptées à l'apprentissage en ligne (Bhattacharjee, 2001a), (Cheng, 2012), (Cidral et al., 2018b), (Delone, Mclean, 2003), (Lee, 2008), (Liaw, Huang, 2013), (Ozkan, Koseler, 2010), (Piccoli, Ahmad, Ives, 2007), (Sun et al., 2008), (Venkatesh, Bala, 2008), (Ngamkamollert, Ruangkanjanases, 2015), (Urbach, Smolnik, Riemp, 2010), (Mao, Lin, Chi, 2018).

Évaluation du succès des élèves dans un système d'apprentissage en ligne

Quel est votre genre ?

☐ Femme

☒ Homme

Quelle est votre tranche d'âge ?

☐ Moins de 18 ans

☒ Entre 18-25

☐ Entre 26-35

☐ Entre 36-45

☐ Au-dessus de 46

Pourriez-vous estimer votre niveau d'expertise en informatique ?

☐ Pas d'expérience

☐ Débutant

☒ Intermédiaire

☐ Avancé

☐ Expert

Quel est votre niveau d'études ?

☐ 1re année

☐ 2e année

☒ 3e année

☐ 4e année

☐ 5e année

Combien de temps, en moyenne, passez-vous à utiliser des ordinateurs/internet par jour ?

☐ Moins d'une heure

☐ Entre une et deux heures

☒ Entre deux et cinq heures

☐ Entre cinq et dix heures

☐ plus de dix heures

Selon vous, quels seraient les facteurs qui peuvent contribuer à votre réussite dans un système d'apprentissage en ligne ?

Terminer

Figure 11. Questions démographiques de la première enquête.

La deuxième phase comporte des questions sur les caractéristiques démographiques et générales des apprenants, telles que l'âge, le sexe, le niveau d'expertise en informatique, le temps moyen qu'ils passent à utiliser l'ordinateur et le niveau d'études. La figure 11, présente cette deuxième phase.

3.1.3. Participants

Les participants à cette enquête sont tous des apprenants d'un établissement public d'enseignement supérieur Marocain, appartenant à deux classes séparées, et qui ont suivi des cours avec le mode d'apprentissage mixte (Blended Learning) sur la

plateforme d'apprentissage Moodle. Cette plateforme permet aux apprenants d'accéder aux ressources du cours, de participer à des discussions de groupe, de soumettre des devoirs et de passer des tests ou des quiz en ligne. Le choix de cette plateforme, vient du fait qu'elle est très utilisée dans le secteur éducatif au Maroc, en particulier dans l'enseignement supérieur.

L'enquête a été mise en ligne sur une période de deux mois, afin de récupérer les réponses des participants. Tous les participants étaient âgés d'au moins 19 ans, et aucun nom ou autre information permettant d'identifier les participants n'a été saisi. La participation est volontaire, et nous avons configuré l'enquête en ligne pour n'accepter que les réponses complètes. 134 réponses ont été recueillies auprès d'apprenants de l'établissement, dont seulement 127 ont été acceptées comme valables. Le tableau 3 résume le profil démographique et les statistiques descriptives des répondants.

Tableau 3. Caractéristiques démographiques des participants.

Caractéristique	Nombre	Pourcentage (a)
Genre		
Homme	86	67.7
Femme	41	32.3
Tranche d'âge		
Entre 18 et 25	112	88.2
Entre 26 et 35	12	9.4
Entre 36 et 45	3	2.4
Expertise informatique		
Pas d'expérience	4	3.1
Débutant	10	7.9
Intermédiaire	80	63
Avancé	25	19.7
Expert	8	6.3
Niveau d'études		
3eme année	89	70.1
4eme année	38	29.9
Temps d'utilisation des ordinateurs		
Moins d'une heure	2	1.6
Entre une et deux heures	13	10.2
Entre deux et cinq heures	42	33.1
Entre cinq et dix heures	45	35.4
Plus de dix heures	25	19.7

a. En raison de l'arrondi, les pourcentages peuvent ne pas être égaux à 100%.

3.2. Méthodologie et analyse des données

Le résultat de l'analyse de cette enquête a été validé et publié dans la revue internationale « Journal of Information Technology Education: Research » (Safsouf, Mansouri, Poirier, 2020a). Dans ce qui suit le détail de cette analyse.

3.2.1. Méthodologie d'analyse

Pour analyser les données de notre enquête, nous avons premièrement récupéré les réponses des participants via la base de données sources, ensuite, nous avons suivi une procédure d'analyse en deux étapes proposée par (Anderson, Gerbing, 1988). Notre modèle e-LSAM a d'abord été examiné avec l'outil SPSS v.23, en utilisant une analyse factorielle de confirmation pour évaluer la fiabilité ainsi que les validités convergentes et discriminantes des constructions du modèle. Ensuite, nous avons examiné le modèle structurel à l'aide du logiciel AMOS v.22, pour tester l'adéquation du modèle et les relations entre les facteurs.

3.2.2. Analyse du modèle de mesure

Afin d'affiner le modèle de mesure, nous devons tout d'abord l'évaluer en fonction de la fiabilité interne et de la validité conceptuelle, qui permet de s'assurer de la capacité de l'instrument à mesurer ce qu'il est censé mesurer pour une construction (Fraering, Minor, 2006). Deux types de validité sont requis pour chaque modèle de mesure, les validités convergentes et discriminantes. La validité convergente mesure si les questions peuvent effectivement refléter les facteurs correspondants, tandis que la validité discriminante mesure si deux facteurs sont statistiquement différents l'un de l'autre (Anderson, Gerbing, 1988).

3.2.3. Fiabilité du modèle

La fiabilité est la capacité d'un instrument de mesure à donner des résultats exacts (Carmines, Zeller, 1988). Plusieurs méthodes d'évaluation ont été développées pour estimer un coefficient de fiabilité, la technique du coefficient alpha de Cronbach est la plus couramment utilisée. Pour mesurer la fiabilité et l'homogénéité de chacune

des dix-neuf facteurs dont trois de mesure du modèle e-LSAM, nous avons employé le coefficient alpha de Cronbach. Comme le montre le tableau 4, la valeur de ce coefficient varie de 0,703 à 0,862, dépassant le niveau recommandé de 0,7 ou plus (J.F. Hair, R.E. Anderson, R.L. Tatham, 1998). Tandis que, l'alpha de Cronbach global était de 0,936.

Tableau 4. Mesures de fiabilité du modèle e-LSAM.

Facteurs	Code facteur	Nombre de questions	Alpha Cronbach
Computer self-efficacy	CSE	2	0.719
Computer anxiety	CAX	2	0.743
Perceived enjoyment	PEJ	2	0.752
Perceived ease of use	PEU	3	0.729
Attitude toward LMS	ATT	3	0.724
Perceived usefulness	PUS	3	0.831
Self-effort	SEF	2	0.722
Self-regulation	SRG	2	0.862
Service quality	SVQ	2	0.805
System quality	STQ	3	0.703
Course and information quality	CIQ	3	0.733
Course Flexibility	CFX	2	0.751
Diversity in assessments	DIA	2	0.719
Subjective norm	SBN	3	0.734
Image	IMG	2	0.798
Social interactions	SIT	3	0.763
Intention to continue using LMS	ICU	2	0.801
Learner satisfaction	LST	3	0.725
e-Learner Success	LSC	2	0.788

3.2.3.1. Validité convergente

Avant de contrôler la validité convergente du modèle de mesure, une vérification de la fiabilité au niveau confirmatoire est nécessaire. Cette vérification est assurée généralement par le calcul de la fiabilité composite (CR pour Composite Reliability), qui est similaire au coefficient rhô de Jöreskog (Jöreskog, 1971). Selon (Patrick Roussel, François Durrieu, Eric Campoy, 2002), ce coefficient est plus précis que le coefficient alpha de Cronbach, puisqu'il intègre les termes d'erreurs, sa valeur doit

être supérieure ou égale à 0,7 pour justifier sa fiabilité. La figure 12 présente la formule de calcul de la fiabilité composite.

$AVE = \sum K^2 / n$	K = Factor loading of every item
$CR = (\sum K)^2 / [(\sum K)^2 + (\sum 1 - K^2)]$	n = Number of items in a model

Figure 12. Coefficient CR et de l'AVE.

Comme le montre le tableau 3, la valeur de ce coefficient varie de 0,709 à 0,849, dépassant le niveau 0,7 ou plus, recommandé par (Fornell, Larcker, 1994) et (Bagozzi, 2006), assurant ainsi une fiabilité composite adéquate.

Selon (Campbell, Fiske, 1959), la validité convergente est atteinte lorsque tous les éléments d'un modèle de mesure sont statistiquement significatifs, cette validité pourrait également être vérifiée en calculant la variance moyenne extraite (Average Variance Extracted ou AVE) pour chaque construction. On considère que c'est le cas à partir du moment où la moyenne des variances entre la construction et ses mesures est supérieure à 0,5, désignant ainsi à quel point la variance capturée par la construction dépasse la variance due à l'erreur de mesure (Segars, 1997). La formule de calcul associée proposée par (Fornell, Larcker, 1994) correspond à l'AVE est présentée dans la figure 12. Les résultats (présentés dans le tableau 5) varient de 0,507 à 0,691, avec des coefficients de pondération (Factor loading) allant de 0,675 à 0,872, ce qui montre que, dans l'ensemble, le modèle de mesure a démontré une validité convergente adéquate.

Tableau 5. Validité convergente du modèle de mesure.

Facteurs	Élément	Factor Loading	CR	AVE
Computer self-efficacy	CSE1	0.723	0.723	0.567
	CSE2	0.782		
Computer anxiety	CAX1	0.693	0.715	0.558
	CAX2	0.797		
Perceived enjoyment	PEJ1	0.783	0.721	0.564
	PEJ2	0.718		
Perceived ease of use	PEU1	0.753	0.818	0.600
	PEU2	0.804		
	PEU3	0.766		
Attitude toward LMS	ATT1	0.791	0.835	0.628
	ATT2	0.811		
	ATT3	0.775		
Perceived usefulness	PUS1	0.731	0.832	0.623
	PUS2	0.819		
	PUS3	0.814		
Self-effort	SEF1	0.806	0.756	0.608
	SEF2	0.752		
Self-regulation	SRG1	0.862	0.817	0.691
	SRG2	0.799		
Service quality	SVQ1	0.684	0.731	0.578
	SVQ2	0.830		
System quality	STQ1	0.699	0.755	0.507
	STQ2	0.689		
	STQ3	0.746		
Course Flexibility	CFX1	0.810	0.728	0.573
	CFX2	0.700		
Course and information quality	CIQ1	0.872	0.838	0.636
	CIQ2	0.832		
	CIQ3	0.675		
Diversity in assessments	DIA1	0.767	0.709	0.549
	DIA2	0.714		
Subjective norm	SBN1	0.860	0.849	0.653
	SBN2	0.787		
	SBN3	0.775		
Image	IMG1	0.823	0.724	0.569
	IMG2	0.679		
Social interactions	SIT1	0.804	0.828	0.617
	SIT2	0.847		
	SIT3	0.698		
Intention to continue using LMS	ICU1	0.741	0.745	0.594
	ICU2	0.799		
Learner satisfaction	LST1	0.709	0.801	0.574
	LST2	0.801		
	LST3	0.760		
e-Learner Success	LSC1	0.801	0.788	0.650
	LSC2	0.812		

3.2.3.2. Validité discriminante

La validité discriminante montre le degré de divergence entre les constructions dissemblables. Elle est destinée à s'assurer que les indicateurs de mesure d'une construction sont faiblement corrélés aux indicateurs de mesure d'autres constructions. Selon Fornell et Laraker, la validité discriminante est présente lorsque les variances partagées par une construction et chacune des autres constructions du modèle sont toutes inférieures à la variance partagée par cette construction et ses propres indicateurs (Fornell, Larcker, 1994). En d'autres termes, Il y a validité discriminante si les énoncés qui sont censés mesurer des phénomènes différents sont faiblement « corrélés ».

La validité discriminante a été évaluée en comparant la racine carrée de l'AVE d'une construction donnée, avec les corrélations entre cette construction et toutes les autres. Si les racines carrées des AVE sont plus grandes que les éléments hors diagonale des lignes et des colonnes correspondantes de la matrice de corrélation, cela suggère qu'une construction est plus fortement corrélée avec ses indicateurs qu'avec les autres constructions du modèle (Anderson, Gerbing, 1988). La matrice de corrélation, avec les éléments diagonaux remplacés par la racine carrée de l'AVE (en gras), est présentée au tableau 6.

Comme le montre le tableau 6, les racines carrées de toutes les AVE sont plus grandes que les valeurs absolues des corrélations hors diagonale dans les lignes et colonnes correspondantes. Cela indique que les constructions sont très liées à leurs indicateurs respectifs qu'à d'autres constructions du modèle, ce qui montre une bonne validité discriminante de notre modèle de mesure.

Tableau 6. Matrice de corrélation du modèle de mesure.

	CSE	CAX	PEJ	PEU	ATT	PUS	SEF	SRG	SVQ	STQ	CFX	CIQ	DIA	SBN	IMG	SIT	ICU	LST	LSC
CSE	0.753																		
CAX	0.133	0.747																	
PEJ	0.354	0.326	0.751																
PEU	0.548	0.171	0.374	0.775															
ATT	0.606	0.247	0.387	0.543	0.792														
PUS	0.565	0.189	0.338	0.588	0.748	0.789													
SEF	0.401	0.252	0.263	0.409	0.278	0.450	0.779												
SRG	0.447	0.216	0.352	0.455	0.390	0.421	0.419	0.831											
SVQ	0.357	0.351	0.226	0.347	0.303	0.256	0.259	0.303	0.761										
STQ	0.533	0.210	0.465	0.648	0.567	0.494	0.191	0.457	0.448	0.712									
CFX	0.352	0.318	0.383	0.521	0.352	0.334	0.310	0.268	0.320	0.501	0.757								
CIQ	0.329	0.163	0.551	0.550	0.377	0.343	0.139	0.323	0.344	0.529	0.498	0.798							
DIA	0.378	0.375	0.363	0.306	0.443	0.403	0.232	0.374	0.427	0.527	0.444	0.512	0.741						
SBN	0.184	0.155	0.043	0.127	0.349	0.223	0.025	0.142	0.242	0.284	0.067	0.161	0.293	0.808					
IMG	0.075	0.106	0.147	0.062	0.015	0.084	0.013	0.235	0.239	0.126	0.050	0.046	0.101	0.424	0.754				
SIT	0.276	0.051	0.028	0.282	0.296	0.367	0.167	0.262	0.357	0.276	0.207	0.294	0.251	0.350	0.447	0.785			
ICU	0.571	0.115	0.443	0.594	0.553	0.544	0.140	0.409	0.421	0.649	0.548	0.611	0.562	0.305	0.236	0.349	0.771		
LST	0.395	0.242	0.341	0.437	0.356	0.361	0.214	0.291	0.468	0.558	0.448	0.470	0.560	0.383	0.252	0.492	0.685	0.758	
LSC	0.538	0.166	0.428	0.517	0.398	0.519	0.345	0.460	0.402	0.656	0.419	0.481	0.466	0.229	0.284	0.278	0.706	0.632	0.807

3.2.4. Analyse du modèle d'équation structurelle (SEM)

L'analyse des tableaux 4, 5 et 6 nous permet de constater que les conditions requises pour assurer la validité des constructions du modèle e-LSAM sont assurées : l'homogénéité des échelles est suffisante (évaluée par la fiabilité composite et le coefficient alpha de Cronbach), la validité convergente (évaluée par la variance moyenne extraite) ainsi que la validité discriminante (évaluée par l'examen des corrélations entre les constructions) sont acceptables. Une approche de modélisation par équation structurelle à variable latentes (SEM) a été aussi utilisée pour tester les relations possibles entre les constructions de notre modèle de recherche.

3.2.4.1. Ajustement du modèle

L'approche SEM désigne un ensemble varié de modèles mathématiques, méthodes statistiques et algorithmes informatiques qui font correspondre un réseau de concepts à des données (Keppel, 1991). Selon (Chumney, 2013), le SEM représente une approche statistique globale de l'analyse des trajectoires, utilisée pour quantifier les relations de cause à effet décrites par le modèle théorique (Hoyle, 1995). L'approche SEM a également l'avantage de fournir une meilleure visualisation de l'ensemble du modèle de recherche plutôt que l'approche de régression multiple (Boomsma, Hoyle, Panter, 2012). L'ajustement du modèle peut être évalué en examinant un ensemble d'indices d'ajustement. À la lumière de la littérature (Schreiber et al., 2006; Patrick Roussel, François Durrieu, Eric Campoy, 2002; Schumacker, R.E. and Lomax, 2004; McDonald, Ho, 2002), il existe plusieurs indices regroupés en trois catégories : les indices d'ajustement absolus, les indices d'ajustement incrémentiels et les indices d'ajustement parcimonieux (Ullman, 2006). Selon (Hancock, 1997), les indices d'ajustement absolu déterminent si un modèle a priori correspond aux données de l'échantillon et démontre quel modèle proposé présente l'ajustement le plus élevé. Ils sont utilisés pour examiner le niveau de correspondance entre le modèle proposé et les données observées (Schumacker, R.E. and Lomax, 2004). Autrement dit, ces indices déterminent la similarité ou la

différence entre le modèle estimé et la matrice de variances/covariances observée (Patrick Roussel, François Durrieu, Eric Campoy, 2002). Cette catégorie comprend le test du chi carré (X^2), la statistique de l'ajustement (GFI pour Goodness of Fit Index), la statistique ajustée de l'ajustement (AGFI pour Adjusted Goodness of Fit Index), l'erreur quadratique moyenne d'approximation (RMSEA pour Root-mean-square error of approximation) et le résidu quadratique moyen (RMSR pour Root-mean-square residual). Dans notre cas, la valeur du test du chi carré était de 903,57. Le tableau 7, liste les valeurs mesurées et recommandables des autres indices d'ajustement absolu. Les résultats prouvent que les valeurs de ces indices indiquent une bonne adéquation.

Tableau 7. Valeurs des indices d'ajustement.

Indices d'ajustement	X^2/df	GFI	AGFI	NFI	CFI	RMSEA	RMSR
Mesure	1.81	0.901	0.871	0.903	0.944	0.080	0.098
Recommandée	< 3	> 0.80	≥ 0.9	> 0.9	> 0.9	≤ 0.08	≤ 0.10

Les indices d'ajustement incrémentiels, également appelés indices d'ajustement comparatifs ou relatifs, sont des indices permettant d'évaluer la contribution du modèle étudié à un modèle restrictif de base (McDonald, Ho, 2002). Ces indices comparent le modèle estimé au modèle de référence avec une corrélation nette entre les données observées (Patrick Roussel, François Durrieu, Eric Campoy, 2002). Dans cette catégorie, sont inclus l'indice d'ajustement normalisé (NFI pour Normal Fit Index) et l'indice d'ajustement comparatif (CFI pour Comparative Fit Index). Selon le tableau 5, les valeurs des deux indices présentés dépassent la valeur recommandée, ce qui montre une bonne adéquation.

Les indices d'ajustement parcimonieux contrôlent la surestimation du modèle. L'objectif est de parvenir à un meilleur équilibre entre la maximisation de l'ajustement et la minimisation du nombre de coefficients estimés (Schumacker, R.E. and Lomax, 2004). Ce test peut être effectué lorsque la valeur de X^2/df est inférieure à 2 ou même 3 (McDonald & Ho, 2002). Le degré de liberté (df pour degree of freedom)

d'un système est le nombre de paramètres du système qui peuvent varier indépendamment. La valeur du degré de liberté était de 498 avec une valeur de X^2/df égale à 1,81 à la valeur recommandée, ce qui suggère que le modèle est raisonnablement bien adapté aux données.

3.2.4.2. Évaluation du modèle

Les hypothèses ont été testées à l'aide du progiciel AMOS version 22.0 du logiciel SPSS. Les coefficients utilisés pour tester les hypothèses sont :

- **Le coefficient Beta standardisé (β)** : ce coefficient compare l'intensité de l'effet de chaque variable indépendante à celle de la variable dépendante. Plus la valeur absolue du coefficient bêta est élevée, plus l'effet est fort.
- **Les ratio critiques (t-value)** : ceci permet d'estimer l'influence du hasard sur le résultat de l'hypothèse. Dans les données "bruitées" (beaucoup de variance d'erreur), nous avons besoin d'un résultat très fort pour conclure qu'il était peu probable qu'il se soit produit par hasard seulement. La valeur de t est la division de la force des résultats de l'hypothèse (effet expérimental) sur le niveau de variance de l'erreur ("bruit" dans les données).
- **Niveau de signification (p-value)** : cette valeur représente la probabilité de faire une erreur de type 1. Plus la valeur de p est petite, plus la probabilité de faire une erreur en rejetant l'hypothèse nulle est faible. Une valeur limite de 0,05 est souvent utilisée.
- **Le coefficient de détermination R^2** : est le pourcentage de variation de la variable réponse qui s'explique par les variables d'entrées. Ce coefficient a une valeur comprise entre 0 et 1, une valeur de R^2 proche de 1 indique un pouvoir de prédiction fort, tandis qu'une valeur plus proche de 0 indique un pouvoir de prédiction faible. Le coefficient de détermination est utilisé pour mesurer l'adéquation entre les données observées et le modèle ou encore à quel point la proportion de la variance d'une variable dépendante s'explique par une ou plusieurs variables indépendantes dans le modèle de régression.

Tableau 8. Résumé des tests d'hypothèses.

Hypothèses			β	t-value	p-value	Résultat
H1	H1a	Computer self-efficacy → Perceived ease of use	0.432	4.147	<0.001	Acceptée
	H1b	Computer anxiety → Perceived ease of use	-0.215	-2.889	<0.001	Acceptée
	H1c	Perceived enjoyment → Perceived ease of use	0.779	6.640	<0.001	Acceptée
H2	H2a	Perceived ease of use → Perceived usefulness	0.730	9,438	<0.001	Acceptée
	H2b	Subjective norm → Perceived usefulness	0.290	3,204	<0.01	Acceptée
	H2c	Image → Perceived usefulness	0.500	5.742	<0.01	Acceptée
H3	H3a	Perceived ease of use → Attitude toward LMS	0.083	0.878	0.380	Rejetée
	H3b	Perceived usefulness → Attitude toward LMS	0.922	9,633	<0.001	Acceptée
H4	H4a	Attitude toward LMS → Intention to continue using LMS	-3.214	-1.827	0.067	Rejetée
	H4b	Perceived usefulness → Intention to continue using LMS	3.125	1.886	0.059	Rejetée
	H4c	Learner satisfaction → Intention to continue using LMS	0.738	13.684	<0.001	Acceptée
H5	H5a	Perceived usefulness → Learner satisfaction	0.537	6,086	<0.001	Acceptée
	H5b	System quality → Learner satisfaction	0.613	6.791	<0.001	Acceptée
	H5c	Service quality → Learner satisfaction	-0.134	-1.755	0.079	Rejetée
	H5d	Course and information quality → Learner satisfaction	-0.239	-3,525	<0.001	Acceptée
	H5e	Social interactions → Learner satisfaction	0.385	7.334	<0.001	Acceptée
	H5f	Course Flexibility → Learner satisfaction	0.327	3.946	<0.001	Acceptée
	H5g	Diversity in assessments → Learner satisfaction	0.443	5.454	<0.001	Acceptée
H6	H6a	Self-effort → Self-regulation	0.437	6.151	<0.001	Acceptée
	H6b	Course Flexibility → Self-regulation	0.483	5.351	<0.001	Acceptée
	H6c	Diversity in assessments → Self-regulation	-0.279	-2.566	<0.05	Acceptée
H7	H7a	Intention to continue using LMS → e-Learner Success	0.755	5.720	<0.001	Acceptée
	H7b	Learner satisfaction → e-Learner Success	0.056	0.453	0.649	Rejetée
	H7c	Self-regulation → e-Learner Success	0.241	5.346	<0.001	Acceptée

(Ortúzar, Willumsen, 1994) proposent un test permettant d'évaluer si l'on peut accepter ou rejeter une hypothèse avec une faible probabilité de se tromper (souvent 5% ou 10%). Cette probabilité représente le niveau de signification (p value). Pour effectuer ce test, on utilise les ratios critiques (t)¹¹. Ainsi, si la valeur du test t excède 1,96 ou est inférieure à -1,96, on peut rejeter l'hypothèse même si la probabilité de se tromper est inférieure à 5% (Anderson, Gerbing, 1988). Le tableau 8 présente les résultats de l'évaluation des hypothèses du module e-LSAM.

¹¹ <https://www.geo.fu-berlin.de/en/v/soga/Basics-of-statistics/Hypothesis-Tests/Introduction-to-Hypothesis-Testing/Critical-Value-and-the-p-Value-Approach/index.html>

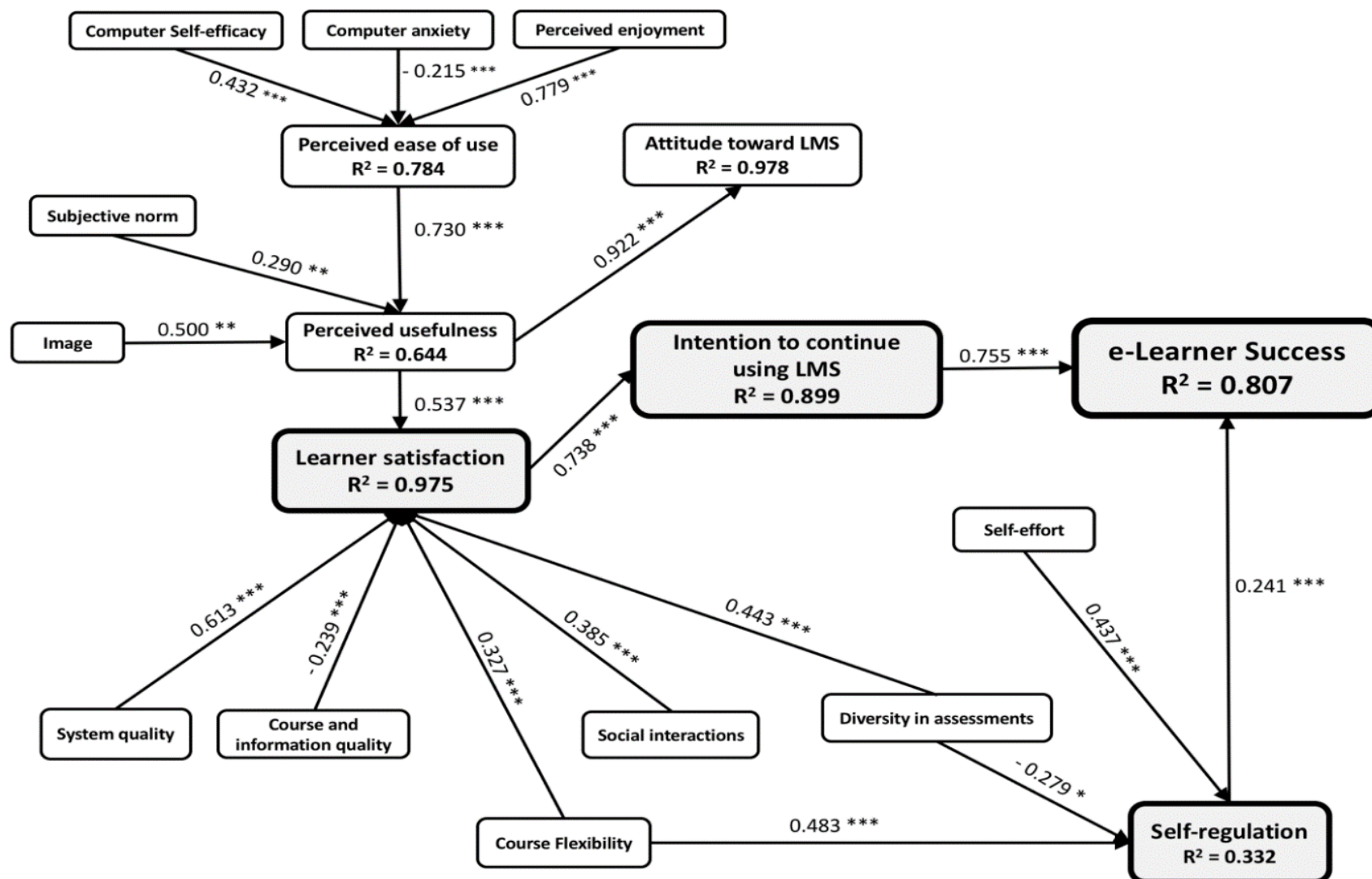


Figure 13. Résultats de l'analyse SEM (* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,001$).**

Les résultats de l'analyse indiquent que seize hypothèses étaient hautement significatives à $p < 0,001$ (taux d'erreur inférieur à 0,1%), deux étaient significatives à $p < 0,01$ (taux d'erreur inférieur à 1%), une hypothèse était légèrement significative à $p < 0,05$. Tandis que, cinq hypothèses n'étaient pas significatives. La figure 13 présente un résumé des résultats de l'analyse des hypothèses. Toutefois, seules les hypothèses testées acceptables sont mentionnées.

L'analyse structurelle du modèle présente une variation totale (R^2) de 80,78% de la réussite des apprenants dans les systèmes d'apprentissage en ligne, expliquée par les différents facteurs. Le modèle présente également 78,48% de facilité d'utilisation perçue, 64,40% d'utilité perçue, 97,80% d'attitude envers les EAL, 97,52% de satisfaction de l'apprenant, 33,20% d'autorégulation et 89,94% d'intention de continuer à utiliser les EAL.

3.3. Examen des hypothèses

3.3.1. Groupe 1 : Facilité d'utilisation perçue

Comme le montre le tableau 8 et la figure 13, l'auto-efficacité informatique ($\beta=0,432$, $t=4,147$, $p<0,001$) et le plaisir perçu ($\beta=0,779$, $t=6,640$, $p<0,001$) ont eu un impact positif sur la facilité d'utilisation perçue. Cependant, le facteur d'anxiété informatique a eu un effet négatif significatif sur la facilité d'utilisation perçue ($\beta=-0,215$, $t=-2,889$, $p<0,001$), ce qui soutient les hypothèses H1a, H1b et H1c.

3.3.2. Groupe 2 : Utilité perçue

La norme subjective ($\beta=0,290$, $t=3,204$, $p<0,01$), l'image ($\beta=0,500$, $t=5,742$, $p<0,01$) et la facilité d'utilisation perçue ($\beta=0,730$, $t=9,438$, $p<0,001$) se sont révélées être des facteurs positifs significatifs pour déterminer l'utilité perçue. Les hypothèses H2a, H2b et H2c ont donc été confirmées.

3.3.3. Groupe 3 : Attitude envers l'EAL

La facilité d'utilisation perçue n'a pas eu d'effet significatif sur l'attitude envers les EAL ($\beta=0,083$, $t=0,878$), réfutant l'hypothèse H3a. En revanche, l'utilité perçue a eu

un effet positif très significatif sur l'attitude envers les EAL ($\beta=0,922$, $t=9,633$, $p<0,001$), ce qui confirme l'hypothèse H3b.

3.3.4. Groupe 4 : Intention de continuité dans l'EAL

L'utilité perçue ($\beta=3,125$, $t=1,886$) et l'attitude envers les EAL ($\beta=-3,214$, $t=-1,827$) n'étaient pas significatives pour déterminer l'intention de continuer à utiliser les EAL. Alors que la satisfaction de l'apprenant a eu un fort effet positif sur l'intention de continuer à utiliser le LMS ($\beta=0,738$, $t=13,684$, $p<0,001$). Les hypothèses H4a et H4b ont été rejetées, tandis que l'hypothèse H4c a donc été confirmée.

3.3.5. Groupe 5 : Satisfaction de l'apprenant

La qualité des cours et des informations ($\beta=0,239$, $t=-3,525$, $p<0,001$) a eu un effet négatif significatif sur la satisfaction des apprenants, ce qui a permis de vérifier l'hypothèse H5d. Tandis que, l'hypothèse H5c, selon laquelle un service technique de qualité pourrait avoir un effet significatif sur la satisfaction des apprenants, a été rejetée ($\beta=-0,134$, $t=-1,755$).

À propos des hypothèses restantes, l'utilité perçue ($\beta=0,537$, $t=6,086$, $p<0,001$), la qualité du système ($\beta=0,613$, $t=6,791$, $p<0,001$), les interactions sociales ($\beta=0,385$, $t=7,334$, $p<0,001$), la flexibilité du cours ($\beta=0,327$, $t=3,946$, $p<0,001$) et la diversité des évaluations ($\beta=0,443$, $t=5,454$, $p<0,001$) ont toutes eu un effet positif sur la satisfaction des apprenants, confirmant ainsi les hypothèses H5a, H5b, H5e, H5f et H5g.

3.3.6. Groupe 6 : Autorégulation

Les hypothèses relatives à l'effort personnel ($\beta=0,437$, $t=6,151$, $p<0,001$) et la flexibilité des cours ($\beta=0,483$, $t=5,351$, $p<0,001$), ont eu un effet positif sur l'autorégulation. Tandis que, la diversité des évaluations ($\beta=0,279$, $t=-2,566$, $p<0,005$) a un impact négatif significatif sur l'autorégulation, ce qui vérifie les hypothèses H6a, H6b et H6c.

3.3.7. Groupe 7 : Réussite de l'apprenant en ligne

L'intention de continuer à utiliser les EAL ($\beta=0,755$, $t=5,720$, $p<0,001$) et l'autorégulation ($\beta=0,241$, $t=5,346$, $p<0,001$) ont tous deux un effet positif significatif sur la réussite des apprenants en ligne. En revanche, la satisfaction à l'égard des EAL n'a pas eu d'effet significatif sur la réussite des apprenants en ligne ($\beta=0,056$, $t=0,453$). Les hypothèses H7a et H7c ont été acceptées, tandis que l'hypothèse H7b a donc été rejetée.

3.4. Discussions des résultats

Les résultats de cette enquête ont permis d'identifier plusieurs facteurs qui jouent un rôle déterminant sur la satisfaction des apprenants, leur réussite, ainsi que leur intention de continuer à utiliser les EAL. Le tableau 9 récapitule les effets directs, indirects et les effets totaux significatifs entre les variables du modèle e-LSAM.

D'après les résultats indiqués dans ce tableau, les facteurs auto-efficacité, anxiété informatique et le plaisir perçu, ont eu des effets indirects significatifs sur l'utilité perçue à travers le facteur facilité d'utilisation perçue. Par ailleurs, ces résultats indiquent que la facilité d'utilisation perçue exerce un rôle médiateur dans la relation entre chacune de ces trois facteurs et l'utilité perçue, ce qui est conforme aux résultats d'études antérieures (Sun et al., 2008; Lee, 2010; Chow, Shi, 2014; Muslihah Wook, Zawiyah M. Yusof, 2015) et (Estriegana, Medina-Merodio, Barchino, 2019). De même, l'utilité perçue et la facilité d'utilisation jouent un rôle de médiation entre les cinq facteurs : l'auto-efficacité informatique, l'anxiété informatique, le plaisir perçu, la norme et l'image subjectives, et les deux facteurs que sont la satisfaction de l'apprenant et son attitude envers l'EAL.

La diversité des évaluations, la flexibilité, les interactions sociales, la qualité des cours et de l'information, la qualité du système et le facteur facilité d'utilisation perçue ont eu tous des effets indirects sur l'intention de continuer à utiliser les EAL, grâce à la satisfaction des apprenants. Par conséquent, on peut conclure que le facteur de satisfaction de l'apprenant a joué un rôle de médiation dans la relation entre ces

variables et l'intention de continuer à utiliser les EAL. Cette conclusion est également conforme aux études précédentes (Ozkan, Koseler, 2010; Liaw, Huang, 2013; Chow, Shi, 2014; Matzat, Vrieling, 2016; Cidral et al., 2018a).

Contre toute attente, les résultats de l'analyse ne soutiennent pas l'hypothèse selon laquelle le facteur de satisfaction de l'apprenant influence positivement la réussite de l'apprenant en ligne. Cependant, il est intéressant de noter que cette enquête soutient l'effet indirect de la satisfaction de l'apprenant sur la réussite en ligne. En effet, 80,7% de la réussite de l'apprenant en ligne s'explique par l'autorégulation et l'intention de continuer à utiliser les EAL, ces derniers ont eu un rôle de médiateur dans cette relation.

En outre, il est intéressant de déduire des résultats de l'analyse dans le contexte marocain que l'attitude envers les EAL n'est pas un facteur intermédiaire, et l'hypothèse selon laquelle l'attitude aurait un effet positif sur l'intention de continuer à utiliser les EAL a été rejetée. Par conséquent, ce facteur n'a aucun effet sur notre modèle et peut donc être écartée.

Tableau 9. Effets entre les variables du modèle e-LSAM.

Hypothèses			Effects		
			Direct	Indirect	Total
Computer self-efficacy			0.432	-	0.432
Computer anxiety	→	Perceived ease of use	-0.215	-	-0.215
Perceived enjoyment			0.779	-	0.779
Image			0.500	-	0.500
Subjective norm			0.290	-	0.290
Perceived ease of use	→	Perceived usefulness	0.730	-	0.730
Computer self-efficacy			-	0.315	0.315
Computer anxiety			-	-0.105	-0.105
Perceived enjoyment			-	0.569	0.569
Diversity in assessments			0.443	-	0.443
Course Flexibility			0.327	-	0.327
Social interactions			0.385	-	0.385
Course and information quality			-0.239	-	-0.239
System quality			0.613	-	0.613
Perceived usefulness	→	Learner satisfaction	0.537	-	0.537
Image			-	0.116	0.116
Subjective norm			-	0.156	0.156
Computer self-efficacy			-	0.169	0.169
Computer anxiety			-	-0.196	-0.196
Perceived enjoyment			-	0.306	0.306
Perceived ease of use			-	0.393	0.393
Perceived usefulness			0.922	-	0.922
Image			-	0.198	0.198
Subjective norm			-	0.267	0.267
Computer self-efficacy	→	Attitude toward LMS	-	0.327	0.327
Computer anxiety			-	-0.178	-0.178
Perceived enjoyment			-	0.590	0.590
Perceived ease of use			0.083	0.674	0.757
Diversity in assessments			-0.279	-	-0.279
Course Flexibility	→	Self-regulation	0.483	-	0.483
Self-effort			0.473	-	0.473
Learner satisfaction			0.738	-	0.738
Diversity in assessments			-	0.326	0.326
Course Flexibility			-	0.241	0.241
Social interactions			-	0.284	0.284
Course and information quality			-	-0.176	-0.176
System quality	→	Intention to continue using LMS	-	0.453	0.453
Perceived ease of use			-	0.440	0.440
Image			-	0.051	0.051
Subjective norm			-	0.068	0.068
Computer self-efficacy			-	0.014	0.014
Computer anxiety			-	-0.017	-0.017
Perceived enjoyment			-	0.026	0.026
Intention to continue using LMS			0.755	-	0.755
Self-regulation			0.241	-	0.241
Diversity in assessments			-	0.204	0.204
Course Flexibility			-	0.317	0.317
Social interactions			-	0.236	0.236
Self-effort			-	0.105	0.105
Course and information quality			-	-0.146	-0.146
System quality	→	e-Learner Success	-	0.376	0.376
Image			-	0.044	0.044
Subjective norm			-	0.060	0.060
Computer self-efficacy			-	0.020	0.020
Computer anxiety			-	-0.023	-0.023
Perceived enjoyment			-	0.036	0.036
Perceived ease of use			-	0.047	0.047
Perceived usefulness			-	0.208	0.208
Learner satisfaction			0.056	0.557	0.613

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté notre étude menée pour évaluer les hypothèses du modèle d'évaluation de la réussite de l'apprentissage en ligne. Une approche de modèle d'équation structurelle (SEM) a été utilisée pour tester les hypothèses précédemment discutées.

Les résultats de cette étude ont certaines implications. Pour accroître la satisfaction des apprenants à l'égard des EAL, la qualité des cours et de leur contenu devrait être revue afin de créer des cours riches, interactifs et agréables, avec une diversité d'évaluations, telles que le recours à des quiz, des projets, des mémoires, etc. En effet, plus la qualité du contenu est élevée avec des évaluations diversifiées, plus l'apprenant sera intéressé, curieux et désireux d'apprendre. Sans oublier, de créer un environnement interactif et collaboratif, car un échange fluide entre l'apprenant et l'enseignant ou entre les paires est très important pour le bon déroulement de l'apprentissage en ligne.

De même, pour augmenter l'intention de continuer à utiliser les EAL, les enseignants sont appelés à expliquer aux apprenants l'impact qu'apportent ces environnements sur leur productivité et donc leur performance dans leur parcours scolaire. Cela peut apporter de meilleurs résultats et vise à inciter les apprenants à se concentrer sur les compétences qu'ils doivent améliorer afin de réussir leur apprentissage.

Chapitre 4 : Élaboration d'une échelle de mesure de l'expérience d'apprentissage

4. Chapitre 4 : Élaboration d'une échelle de mesure de l'expérience d'apprentissage

Introduction

Concevoir un système ou un produit avec une bonne expérience utilisateur est l'un des principaux objectifs de tout projet informatique. Ce concept s'applique aussi aux EAL, en effet, au-delà des avantages associés à une bonne ergonomie, la conception d'une plateforme avec une meilleure expérience utilisateur est définie comme un facteur concurrentiel clé sur le domaine de l'apprentissage en ligne.

Ce chapitre sera consacré à la mesure et évaluation de l'expérience utilisateur des apprenants (expérience d'apprentissage), lors de leur utilisation d'une plateforme pédagogique. Nous proposerons également, un cadre théorique pour schématiser et détailler les facteurs ayant une influence sur cette expérience. Un découpage en cinq qualités sera aussi proposé, mettant en évidence les qualités pragmatiques (utilisabilité) et hédoniques (stimulation et identification) des EAL.

Nous présenterons aussi, un outil de mesure de l'expérience d'apprentissage, conçu sur la base de notre modèle théorique, et intégrant les aspects pragmatiques et hédoniques des EAL. Présenté sous forme d'un questionnaire auto-administré en ligne, cet outil a pour objectif d'évaluer et de suivre l'amélioration de l'expérience d'apprentissage dans un cours en ligne.

4.1. Expérience utilisateur et Expérience d'apprentissage

L'expérience utilisateur (UX pour User eXperience) regroupe l'ensemble des aspects visant à améliorer l'expérience d'un utilisateur sur un système. Il s'agit d'un concept holistique héritant de l'utilisabilité, et englobant les aspects de l'interaction finale d'un utilisateur avec une entreprise, ses services et ses produits (Norman, 2004). Elle est évaluée principalement sur l'utilisabilité et sur le plan émotionnel (Walter, 2011).

4.1.1. Utilisabilité

L'utilisabilité d'un système renvoie au sens large aux méthodes visant à améliorer la facilité d'apprentissage et d'utilisation de ce dernier. Ce concept a connu une forte progression avec le développement des systèmes informatiques ou interactifs, mais également en raison de la concurrence accrue entre les entreprises. En effet, en améliorant l'utilisabilité des systèmes, on parvient à réduire la frustration des utilisateurs et à faire le travail plus facilement et plus rapidement.

Dans la littérature, beaucoup de définitions ont été proposées afin de déterminer ce concept. Shackel est l'un des premiers auteurs à s'intéresser à l'utilisabilité. Il précise dans une définition de l'utilisabilité d'un système que « c'est la capacité, en termes fonctionnels humains, à permettre une utilisation facile et effective par une catégorie donnée d'utilisateurs, avec une formation et un support adapté, pour accomplir une catégorie donnée de tâches, à l'intérieur d'une catégorie spécifique de contextes » (Shackel, 1991). Nielsen, auteur important comme du domaine, a quant à lui placé la notion d'utilisabilité dans un cadre plus large qu'il nomme « acceptabilité du système » (Nielsen, 1993). Il présente un modèle sous forme d'un arbre présenté dans la Figure 14, où l'acceptabilité d'un système se divise en acceptabilité pratique et sociale.

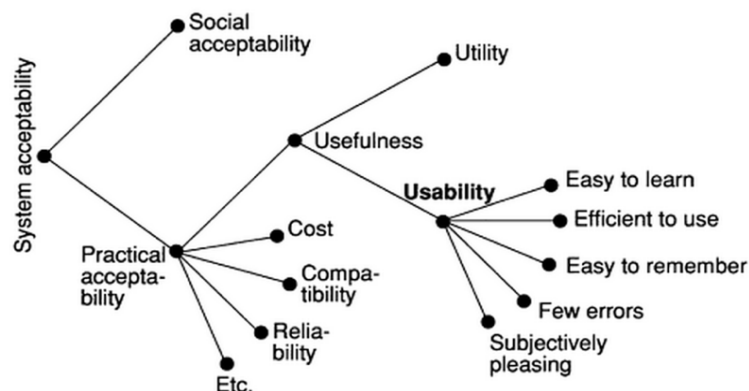


Figure 14. Modèle d'utilisabilité proposé par (Nielsen, 1993).

Dans ce même modèle, Nielsen a divisé l'utilisation d'un système en deux constructions (l'utilité et l'utilisabilité). Selon Nielsen, l'utilité est la « capacité à

arriver à son but avec un système donné », tandis qu'il a décomposé le concept de l'utilisabilité en cinq principales caractéristiques, à savoir : l'efficacité (la facilité avec laquelle l'utilisateur atteint son objectif), la satisfaction ressentie par l'utilisateur, la facilité d'apprentissage en découvrant le système, la facilité de mémorisation et la fiabilité du système (taux d'erreurs). Ce modèle souligne le rôle important de l'utilisabilité pour favoriser l'acceptabilité (et donc la réussite) d'un système tout en insistant sur le fait qu'elle n'est qu'une composante de cette acceptabilité.

La définition la plus citée est sans doute celle de la norme ISO9241-11 de l'organisme international de standardisation. Défini comme un important standard de l'utilisabilité, cette norme a qualifié l'utilisabilité de « la notion qui traite de l'efficacité, l'efficacité et la satisfaction avec laquelle les utilisateurs spécifiés atteignent des objectifs spécifiques dans des environnements particuliers » (ISO9241-11, 1998). Cette définition a fait une différenciation entre l'efficacité et l'efficacité. En effet, l'efficacité relève de l'atteinte ou non de l'objectif fixé au début, elle correspond à l'utilité au sens de Norman et Nielsen, tandis que l'efficacité est plutôt liée à la facilité avec laquelle cet objectif est atteint.

4.1.2. La conception émotionnelle

La notion de la conception émotionnelle (aussi appelée design émotionnel) consiste à placer au premier plan l'humain dans la conception d'un produit, d'un service ou d'une interface interactive. Il consiste à susciter des émotions humaines positives, et ce afin de rendre l'expérience d'un utilisateur particulière et marquante.

Donald Norman, spécialiste des sciences cognitives, affirme dans son livre « Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things » (Norman, 2003), que l'aspect émotionnel du design peut être plus déterminant pour le succès d'un produit que ses éléments pratiques. Il rajoute que les produits bien conçus font du bien aux personnes, ils les font réfléchir de la manière la plus créative afin de trouver des solutions différentes. Cela permet de faciliter l'utilisation d'un objet d'autant plus

qu'il permet aux utilisateurs de trouver plus facilement des solutions aux problèmes qu'ils rencontrent. Norman présente aussi trois aspects de la conception d'un objet, correspondant à trois niveaux de perception de l'interface, associant émotion et processus cognitif. Le premier niveau, appelé viscéral, concerne un jugement rapide, sur l'apparence du produit (bonne ou mauvaise qualité, dangereux ou non, plaisant ou non). Le deuxième niveau de perception, appelé comportemental, permet d'évaluer un produit pendant son utilisation, afin de déterminer si le produit est perçu comme efficace, simple à utiliser ou encore s'il procure du plaisir lors de son utilisation. Le dernier niveau, appelé réflexif, relève d'un traitement conscient qui porté sur la satisfaction personnelle, l'image de soi et les souvenirs liés à l'utilisation d'un produit.

Walter dans son livre « Designing for Emotion », a abordé le même sujet de la conception émotionnelle quelques années plus tard en s'appuyant sur les travaux de Norman. Il a conçu une analogie des besoins des utilisateurs, basée sur la pyramide des besoins de Maslow (Walter, 2011). La Figure 15 présente ce modèle de similitude.

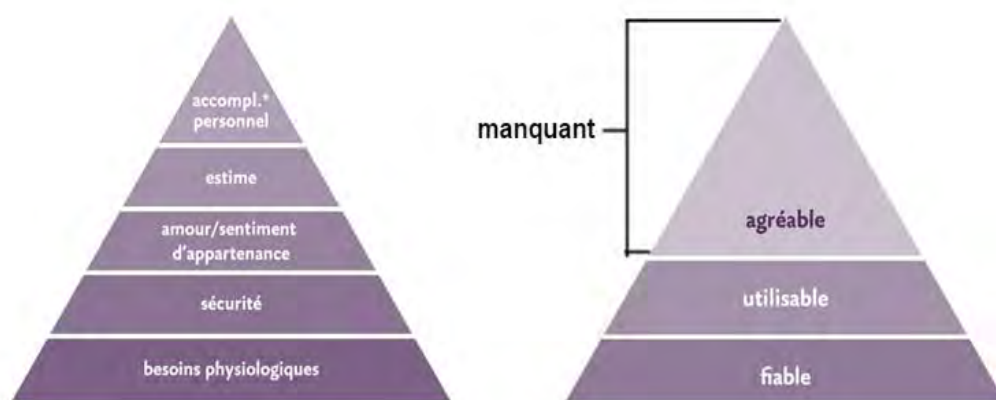


Figure 15. Pyramide de Maslow appropriée aux besoins des utilisateurs (Walter, 2011).

Selon Walter, les interfaces d'un système informatique doivent être fiables et utilisables afin de satisfaire les besoins primaires d'un utilisateur. La partie

manquante représente le plaisir, l’amusement, la joie et l’enchantement qui correspondent au design viscéral, ceci n’est possible que par le biais d’émotions et la création d’expérience forte. En effet, en mettant plus en avant la personnalité d’un produit ou d’une marque, un lien émotionnel est forgé entre le consommateur et la marque. La conception peut donc être considérée comme une expérience émotionnelle qui laisse une empreinte forte gravées dans la mémoire à long terme.

4.1.3. Expérience utilisateur (UX)

Le terme « expérience utilisateur » ou UX, a commencé à attirer le regard des chercheurs et concepteurs dès le début des années 90, lorsque Don Norman, s'est joint à l'équipe d'Apple à titre d'architecte de l'expérience utilisateur. Inventeur du terme « conception de l’expérience utilisateur », Norman a voulu couvrir tous les aspects de l'expérience d'un individu avec un système (Norman, 2004). Il souhaite ainsi étendre le champ trop limité de l'utilisabilité classique, afin de couvrir tous les aspects de l'expérience d'une personne avec un produit ou un système.

En 1991, l’association professionnelle de l’expérience utilisateur (UXPA pour user experience professional association)¹² a été créée dans le but de présenter et défendre l’expérience utilisateur en tant que nouvelle discipline. Cette association définit le terme UX, comme « chaque aspect de l'interaction de l'utilisateur avec un produit, un service ou une entreprise qui constitue la perception de l'utilisateur sur les aspects pratiques tels que l'utilité, la facilité d'utilisation et l'efficacité du système, ainsi que les aspects émotionnels d'une personne qui utilise un produit, un système ou un service particulier ».

Depuis lors, le terme UX s’est associé à une grande variété de définitions. Selon Alben, l’UX rassemble tous les aspects liés à la manière dont les personnes utilisent un produit interactif (Alben, 1996), comme la façon dont le produit est ressenti entre les mains des utilisateurs, la façon dont ils comprennent son fonctionnement, la façon

¹² www.uxpa.org

dont il répond à leurs objectifs, la façon dont ils le ressentent et correspond à l'ensemble du contexte dans lequel ils l'utilisent. Nielsen, définit l'UX par un ensemble d'aspects de l'interaction de l'utilisateur final avec l'entreprise, ses services et ses produits (Nielsen, 1999).

Leena Arhippainen et Marika Tähti de l'université d'Oulu en Finlande, présentent l'UX comme, l'expérience qu'une personne pourra obtenir lorsqu'elle interagit avec un produit dans des conditions particulières (Arhippainen, Tähti, 2003). Elles expliquent aussi que ce terme, est le résultat de l'interaction de cinq catégories de facteurs : ceux liés à l'utilisateur, à l'aspect social, culturels, au produit et d'autres liés au contexte de l'utilisateur.

Marc Hassenzahl et Noam Tractinsky, soutiennent quant à eux, que le terme UX est associé à une grande variété de significations, pouvant aller de l'utilisabilité traditionnelle (aspects pragmatiques) à la beauté (aspects hédoniques), en passant par les aspects affectifs ou expérientiels de l'utilisation de la technologie (Hassenzahl, Tractinsky, 2006).

Mahlke, propose un modèle d'analyse plus global qui englobe la plupart des composantes de l'UX (Mahlke, 2008). Ce modèle comporte trois dimensions, les deux premières représentent des perceptions de la qualité du système : instrumentales (correspondant à la notion d'utilisabilité et à l'utilité perçue), non instrumentales (correspondant à l'esthétique et les facteurs de motivation réelle). La troisième dimension soulignant le rôle de la réaction émotionnelle en tant que fonction médiatrice influencée par les deux premières dimensions. La proposition du modèle de Mahlke rejoint donc celui des attributs pragmatiques et hédoniques proposés par Hassenzahl et Tractinsky.

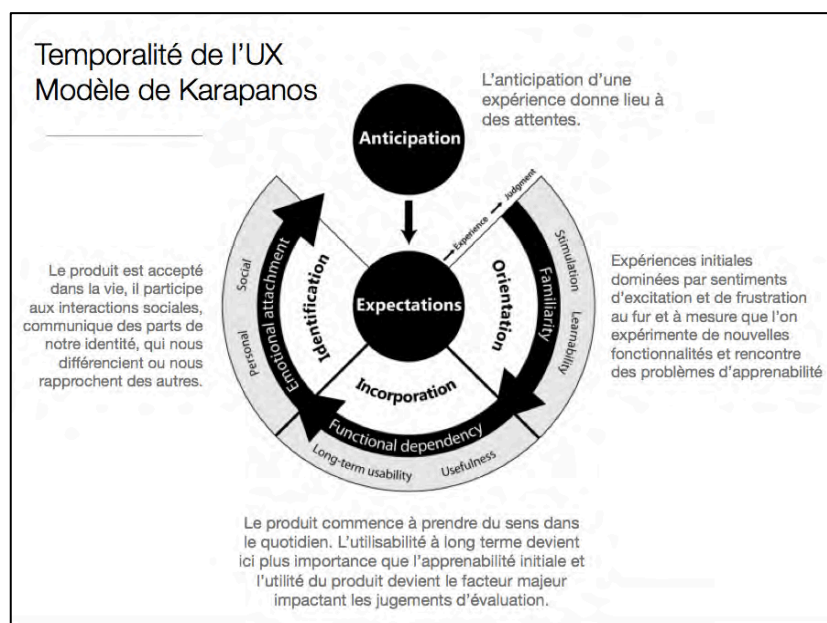


Figure 16. UX à travers le temps (Karapanos et al., 2009).

Karapanos a proposé une modélisation de l'UX à travers le temps (Figure 16), il présente une vision de la phase initiale d'anticipation jusqu'à une phase à plus long terme liée à l'attachement émotionnel (Karapanos et al., 2009).

En dehors des trois facteurs classiques de l'UX que sont le système, l'utilisateur et le contexte, Karapanos rajoute la temporalité comme quatrième dimension importante pour avoir une UX positive. Dans ce sens, la norme ISO9241-210 définit l'UX comme « l'ensemble des aspects de l'expérience d'un utilisateur avant, pendant et après l'interaction avec un produit, un service, un environnement ou une entreprise (ISO9241-210, 2010). À ce jour, c'est la définition officielle de l'UX, qui reflète le consensus des experts qui proposent d'intégrer l'aspect temporel (Lallemand et al., 2015; Jean Marc Robert, Lesage, 2011).

4.1.4. Expérience d'apprentissage (LX)

Dans le contexte de l'apprentissage en ligne, l'expérience utilisateur est une priorité lors du choix de l'EAL. Il s'agit de mettre en place des EAL avec une ergonomie réussie, une conception agréable et responsive (adaptabilité aux mobiles et tablettes), procurant de la satisfaction et du plaisir, et permettant à l'apprenant d'atteindre le résultat d'apprentissage souhaité.

À cet égard, nous définissons le terme expérience d'apprentissage (LX pour Learning eXperience), comme l'expérience globale vécue d'un apprenant avant, pendant et après son apprentissage, quel que soit le cadre où il apprend, soit dans un environnement académique traditionnel (salle de classe) ou dans un environnement non traditionnel (hors de l'école ou bien dans une formation en ligne).

En plus de l'élaboration de scénarios pédagogiques et du partage de ressources d'apprentissage, les EAL, permettent aussi de favoriser les interactions entre apprenants et enseignants, créant ainsi non seulement une expérience d'apprentissage, mais aussi une expérience sociale. Néanmoins, les EAL qui ont une mauvaise LX, risquent de diminuer le sentiment de qualité de l'ensemble des programmes, laissant ainsi des apprenants frustrés et peu engagés dans leur formation en ligne. En effet, la raison la plus courante pour laquelle les organisations décident de changer de plateforme d'apprentissage, est qu'elles recherchent une meilleure LX (Driscoll, 2002). Il est donc, nécessaire de déterminer quels sont les facteurs qui permettent de mesurer cette expérience, et comment peut-on la mesurer efficacement.

4.2. Facteurs de mesure de l'expérience d'apprentissage

Au cours de ces dernières années, plusieurs recherches ont été menées afin de comprendre et améliorer les LX dans des formations en ligne. Une expérience faite par Awidi et Paynter sur 117 élèves en troisième année de biologie dans une université australienne (Awidi, Paynter, 2019), montre que la satisfaction, la motivation et l'engagement sont des variables dépendantes pour l'expérience d'apprentissage des élèves. Une autre étude empirique de Hornbæk et Hertzum qui étudient la relation entre le modèle TAM (Venkatesh, Bala, 2008) et l'UX (Hornbæk, Hertzum, 2017) montre que, les facteurs permettant de mesurer l'LX ont été classés en trois aspects, à savoir :

- **Expérientiels et utilitaires** : anxiété, conception esthétique, coût, utilité perçue, utilisation réelle, intention comportementale.
- **Individuels et sociaux** : attitude à l'égard de l'utilisation, curiosité, critique perçue, confiance, qualité du système, norme subjective.
- **Perception et objectifs** : excitation, intention d'utiliser, satisfaction, âge, sexe, conditions facilitant l'utilisation, achats non planifiés.

Dans nos recherches antérieures (Safsouf, Mansouri, Poirier, 2017; 2018; Yassine Safsouf, Mansouri, Poirier, 2019), nous avons identifié et classé plusieurs facteurs dans le modèle e-LSAM (Safsouf, Mansouri, Poirier, 2020a) qui nous ont permis d'expliquer la satisfaction, l'autorégulation, la continuité à utiliser les systèmes, ainsi que de prédire le succès des apprenants dans les EAL. Issus de plusieurs modèles (TAM3, ECM, D&M ISS et de la théorie de l'autorégulation ou SRL), ces facteurs ont été classés en cinq dimensions, à savoir :

- **Apprenant** : facteurs liés à l'autorégulation, ainsi qu'à l'ensemble des perceptions des apprenants (utilisabilité, utilité, sécurité, etc.) ;
- **Système** : facteurs liés à l'EAL utilisé (qualité, fiabilité, ergonomie, disponibilité, interactivité, personnalisation, ainsi que la mise à jour) ;
- **Enseignant** : facteurs liés à la qualité du service (équité, clarté des explications et temps de réponse), maîtrise de la technologie, habilité à communiquer et favoriser les échanges sociaux ;
- **Cours** : facteurs liés à la conception, flexibilité, diversité et qualité des contenus ;
- **Sociale** : facteurs liés à l'aspect social des apprenants (image de soi, norme subjective), ainsi que les interactions avec les acteurs du système.

La Figure 17 présente un cadre de recherche proposé pour mesurer LX. Tout comme pour le modèle e-LSAM (présenté dans la Figure 9), les cinq dimensions (citées précédemment) sont présentées par des couleurs, contenant chacune des facteurs

de mesure, qui selon nos recherches antérieures, peuvent mesurer LX des apprenants en ligne.

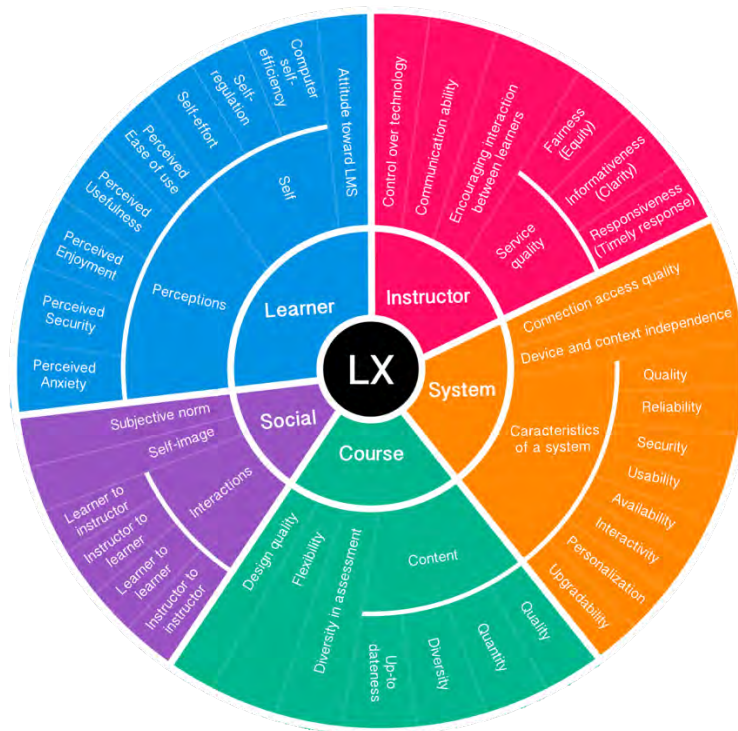


Figure 17. Facteurs de mesure dimensionnelle de LX.

Afin de mettre en avant les deux aspects (pragmatiques et hédoniques) de UX présenté par (Hassenzahl, Tractinsky, 2006), ainsi que d'intégrer l'expérience sociale que peuvent apporter les EAL, nous avons proposé un second classement de ces facteurs. Cinq qualités ont donc été définies, à savoir :

- **Qualités pragmatiques** : maniabilité du système et façon dont il permet aux utilisateurs d'atteindre leurs objectifs.
- **Qualités « hédonique-stimulation »** : stimulation de l'apprenant initié par le système d'apprentissage en ligne.
- **Qualités « hédonique-satisfaction »** : sentiment de satisfaction fourni par le système d'apprentissage en ligne.
- **Qualité de l'effort** : effort déployé lors de l'utilisation du système.
- **Qualité des échanges sociaux** : interactions sociales d'un utilisateur avec les acteurs du système.

Le tableau 10, présente les facteurs de mesure de LX, et résume le découpage en dimensions et le classement en qualité que nous avons proposé.

Tableau 10. Facteurs de mesure de LX, par dimensions et qualité.

	Pragmatique	Hédonique		Effort	Sociale
		Stimulation	Satisfaction		
Apprenant	Autonomie informatique, Autorégulation	Utilité perçue	Plaisir personnel, Sécurité personnel	Effort personnel, Anxiété perçue	
Enseignant		Réceptivité		Efficacité de l'information	Aptitude à communiquer, Équité
Système	Qualité d'accès à la connexion, Efficacité, Fiabilité, Facilité d'utilisation perçue, Disponibilité, Personnalisation	Interactivité		Indépendance du support et du contexte	
Cours	Diversité des évaluations	Diversité des contenus, Mise à jour du contenu	Qualité du système et de la conception	Qualité des cours, Flexibilité des cours	
Sociale			Image de soi		Norme subjective, Interaction apprenant-apprenant, apprenant-instructeur, instructeur-instructeur

Dans ce tableau, chaque facteur est associé à la fois à une dimension et à une qualité. Cette association va permettre de retrouver rapidement (lors de l'étape d'analyse des données) les aspects qui sont perçus comme critiques et qui appellent ou non à des actions d'amélioration à court ou à long terme.

4.3. Échelle de mesure de l'expérience utilisateurs

La mesure de l'UX fait partie du processus de conception puisqu'elle fournit un retour d'information aux concepteurs pour apporter des corrections et des améliorations. Dans leurs livre « Designing and Evaluating User Experience », Robert et Lesage ont classé les produits ou systèmes que les utilisateurs utilisent en trois catégories (Jean-Marc Robert, Lesage, 2011). À savoir, ceux qui sont :

- **Peu ou non ajustables et non interactifs** : c'est-à-dire les produit ou les systèmes que les utilisateurs peuvent utiliser sans pouvoir en contrôler les paramètres.
- **Ajustables** : les produit ou les systèmes qui peuvent être ajustés et réglés mécaniquement ou numériquement par l'utilisateur.
- **Interactifs** : qui acceptent des interactions avec l'utilisateur.

Les EAL, entrent dans la catégorie des systèmes interactifs, offrant ainsi aux apprenants actifs, des moyens d'interaction via une série d'actions et de réactions. Nous nous concentrerons par conséquent, sur les méthodes et les outils de mesure des systèmes classés dans cette dernière catégorie.

4.3.1. Méthodes d'évaluation de l'UX

Il existe différentes méthodes d'évaluation de l'UX. Roto et Väänänen, ont proposé une classification selon cinq catégories (Roto, Obrist, Väänänen-vainio-mattila, 2009) :

- **Études en laboratoire** : Le groupe de participants est demandé à utiliser un système pendant qu'il est rigoureusement contrôlés par l'évaluateur. Cette méthode garantie d'excellents résultats sur l'UX, a l'inconvénient d'être relativement couteuse (rémunération des participants et coût de la conception de l'étude et de la passation, le plus souvent, dans un laboratoire d'utilisabilité).
- **Études sur le terrain** : l'évaluation se fait directement sur le terrain. Elle a pour but d'observer le contexte d'utilisation du système sur le terrain.
- **Les enquêtes (sondage)** : méthode d'évaluation moins couteuse, qui cible un grand nombre de participants (surtout en ligne), et avec l'obtention d'information rapide. Ce genre d'enquête se déroule généralement de façon auto-administrée. Cependant, cette méthode d'évaluation comporte des contraintes. On cite, l'effort en amont de la part des participants pour avoir des réponses valables, sans oublier la sensibilité aux erreurs dû au choix des

participants (population choisie peut ne pas correspondre à la population cible), chose qui peut causer des résultats et des conclusions faussées.

- **Évaluations d'experts** : l'évaluation se fait par les experts du domaine, qui accompagne le client afin d'évaluer le produit ou le système. Ces évaluations sont généralement faites par des ergonomes sur la base de leurs connaissances. On trouve par exemple, les critères ergonomiques pour l'évaluation d'interface utilisateurs de Bastien et Scapin (Bastien, Scapin, 1993), de même que les principes de la norme ISO 9241-210 (ISO9241-210, 2010).
- **Évaluations mixtes** : méthode d'évaluation permettant de combiner plusieurs méthodes en même temps (exemple, une évaluation d'expert suivie d'une ou de plusieurs enquêtes). Le but est de profiter des avantages de chaque méthode d'évaluation,

4.3.2. Échelles de mesure de l'UX

L'initiative de la création du site « ALL ABOUT UX »¹³, est le résultat des contributions d'une douzaine de chercheurs de renommée internationale dans le domaine de l'interaction homme-machine (IHM) et de UX. Ce site recense au total 86 questionnaires standardisés, aussi appelés « échelles » ou bien outils de mesure de l'UX, il est donc difficile de les exposer toutes.

4.3.2.1. Évaluation de l'utilisabilité

Un grand nombre d'échelles a été conçu afin d'évaluer l'utilisabilité des systèmes. Dans ce qui suit, un aperçu des principales échelles :

- **System Usability Scale (SUS)** : définie par (Brooke, 1996), et validée par (Peres, Pham, Phillips, 2013). SUS se veut une échelle simple de dix questions (éléments) sous forme affirmative, dont 1 élément sur 2 est inversé. Basé sur

¹³ <https://www.allaboutux.org>

l'échelle de Likert, le questionnaire SUS donne une vue d'ensemble de l'utilisabilité d'un système.

- **Usability Metric for User Experience (UMUX)** : définie par (Finstad, 2010), essentiellement pour alléger le questionnaire SUS. C'est une échelle en quatre éléments, qui reprend certains éléments du SUS. Une version de cet outil plus allégée nommée UMUX-LITE proposée par (Lewis, Utesch, Maher, 2013), ne comporte que trois éléments non inversés.
- **Design-oriented Evaluation of Perceived Usability (DEEP)** : destinée essentiellement à la mesure de l'utilisabilité des sites web (Yang, Linder, Bolchini, 2012). Cet outil comprend 19 éléments, repartis en 6 dimensions, à savoir : le contenu, la structure et l'architecture de l'information, la navigation, l'effort cognitif, la cohérence de la mise en page et Le guidage visuel perçu.
- **Computer System Usability Questionnaires (CSUQ)** : issu des travaux internes d'IBM menés par (Lewis, 1995), pour la mesure de l'utilisabilité des systèmes, leur performance et la satisfaction qu'ils procurent à leurs utilisateurs. Il se présente sous forme d'une version originale à 19 éléments, avec une version courte à 16 éléments qui est désormais la plus utilisée. Les réponses sont recueillies à l'aide d'une échelle de Likert à 7 points, avec une formulation au temps présent.

4.3.2.2. Évaluation des émotions

Des experts dans le domaine de UX utilisent leur expertise pour évaluer aussi les émotions des utilisateurs. Le site « ALL ABOUT UX », comporte plusieurs échelles permutants d'intégrer cet aspect de l'UX. Comme par exemple :

- **Expressing Experiences and Emotions (3E)** : utilisée pour recueillir des informations sur les expériences et les émotions des utilisateurs de manière semi-structurée (Tähti, Niemelä, 2006). Ce questionnaire utilise un modèle sur

lequel les utilisateurs écrivent leurs expériences, et leurs émotions concernant le système au cours d'une étude sur le terrain.

- **Differential Emotions Scale (DES)** : l'échelle différentielle des émotions a été conçue pour analyser l'état émotionnel des individus à un moment précis de leur réponse au système. Conçue par (Izard, 1982) le DES se compose de trente éléments, qui divisent de manière fiable la description de l'expérience émotionnelle de l'individu en catégories d'émotions discrètes (neuromusculaire, phénoménologique et neurophysiologique).
- **Emotion Sampling Device (ESD)** : l'outil ESD est une série de questions qui permettent de connaître l'émotion que l'utilisateur ressent à la suite d'un événement. Les créateurs de l'outil (Roseman, Antoniou, Jose, 1996) posent des questions sur les causes de l'émotion, plutôt que sur l'émotion elle-même, afin d'éviter les problèmes typiques de l'évaluation verbale des émotions.
- **meCUE** : un questionnaire standardisé pour l'évaluation modulaire des composantes clés de l'UX¹⁴. Développé par les chercheurs allemand (Minge, Thuring, 2015), il comporte 34 éléments séparés en 4 modules (perceptions du produit, émotions, conséquences de l'usage et l'évaluation globale). Cet outil fait partie des échelles généralistes, qui produisent une évaluation globale de l'UX.

4.3.2.3. AttrakDiff

Le questionnaire AttrakDiff, élaboré par Marc Hassenzahl et ses collègues (Hassenzahl, Burmester, Koller, 2003), est un outil de référence pour les chercheurs en UX. Il permet d'évaluer les sentiments de l'utilisateur à propos des systèmes interactifs. Traduit et validé en français en 2015 par Lallemand (Lallemand et al., 2015), il se base sur un modèle théorique de l'UX¹⁵, qui perçoit les systèmes interactifs selon deux dimensions, à savoir :

¹⁴ <http://mecue.de/english/home.html>

¹⁵ <https://uxmind.eu/2014/11/03/modele-ux-hassenzahl/>

- **Qualités pragmatiques** : mesure de la capacité à soutenir la réalisation des tâches « do-goals » (utilisabilité, utilité et réalisation des tâches).
- **Qualités hédoniques** : mesure la capacité à soutenir la réalisation des tâches « be-goals » (les raisons pour lesquelles on possède et on utilise un produit ou système particulier).

Qualités hédoniques - Stimulation (QH-S) Conventionnel – Inventif Non imaginatif – Imaginatif Prudent – Audacieux Conservateur – Innovateur Ennuyant – Captivant Peu exigeant – Stimulant Ordinaire – Novateur	Qualités pragmatiques (QP) Technique – Humain Complicé – Simple Non pratique – pratique Encombré – Direct Imprévisible – Prévisible Confus – Structuré Ingérable – Gérable
Qualités hédoniques - Identité (QH-I) Isolant – Connectant Non professionnel – Professionnel De mauvais goût – Élégant Bas de gamme – Haut de gamme Aliénant – Intégrant M'éloigne – M'approche	Attractivité (ATT) Déplaisant – Plaisant Laid – Beau Désagréable – Agréable Rejetant – Invitant Mauvais – Bon Repoussant – Attirant Décourageant – Motivant

Figure 18. Les 4 sous-échelles de mesure de l'AttrakDiff.

Ces deux dimensions vont influencer la perception subjective de l'attractivité du produit ou système, qui suscitera des comportements (tel qu'une utilisation accrue) et des émotions (comme la joie, la frustration, etc.). En effet, un produit perçu comme ayant de bonnes qualités pragmatiques sera structuré, clair, contrôlable, efficace et pratique ; tandis qu'un produit perçu comme ayant de bonnes qualités hédoniques sera original, captivant, créatif (pour la partie hédonique-stimulation) ou encore présentable, de bon goût, qui rapproche des autres et professionnel (hédonique-identification). La Figure 18 présente les 4 sous-échelles de l'AttrakDiff.

En 2010, Hassenzahl et Monk, ont proposé une version réduite de l'AttrakDiff (Figure 19), qui ne conserve que les éléments essentiels du modèle (Hassenzahl, Monk, 2010). La différence entre les qualités hédoniques d'identité et de stimulation a alors été retirée. Dans cette version réduite, seulement 4 éléments sont importants

pour mesurer les qualités hédoniques, et il en va de même pour les qualités pragmatiques. Tandis que l'attractivité globale se mesure désormais que par deux éléments (bon/mauvais et beau/laid).



Figure 19. Les 3 sous-échelles de mesure de l'AttrakDiff réduit.

L'attractivité globale (ATT), décrit la valeur globale du produit ou système basée sur la perception des qualités pragmatiques et hédoniques. Dans le questionnaire AttrakDiff, ces qualités de l'UX sont étudiées avec des différentiels sémantiques (paires de mots contrastés). Les éléments sont évalués par une échelle de Likert en 7 points, de -3 à +3 (Figure 20), sans avoir la même valence (parfois le mot à droite est positif et parfois il est négatif).

Item normal	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Item renversé	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3

Figure 20. Valeurs et valence des éléments de l'AttrakDiff.

Pour calculer le score, il est nécessaire de s'assurer que les éléments sont classés dans le même sens, c'est-à-dire que les éléments positifs se trouvent à droite et les éléments négatifs se trouvent à gauche. Ensuite, il s'agit de calculer les moyennes et les écart-types pour chaque échelle. Les résultats peuvent être présentés sous trois formes proposées par les concepteurs de l'outil :

- **Diagramme des valeurs moyennes** : affiche les valeurs moyennes des différentes dimensions de l'AttrakDiff. Les valeurs proches de la moyenne (zone entre 0 et 1) indiquent que les aspects de cette dimension nécessitent

des améliorations pour créer une UX ou attractivité positive. La figure 21 présente ce diagramme ;

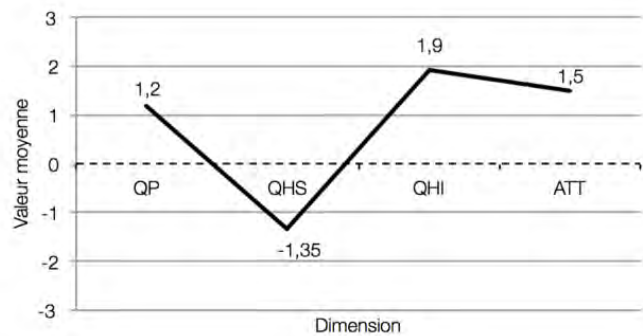


Figure 21. Diagramme des valeurs moyennes.

- **Graphique des paires de mots** : à la différence du diagramme des valeurs moyennes, ce diagramme présente les valeurs moyennes pour chaque paire de mots. Les éléments sont classés par sous-échelles, numéroté de -3 (extrémité gauche) à +3 (extrémité droite) avec au centre la valeur neutre 0. Les éléments dont les valeurs sont extrêmement négatives, montrent quels éléments sont critiques et appellent à des actions d'amélioration. La figure 22 présente ce graphique.

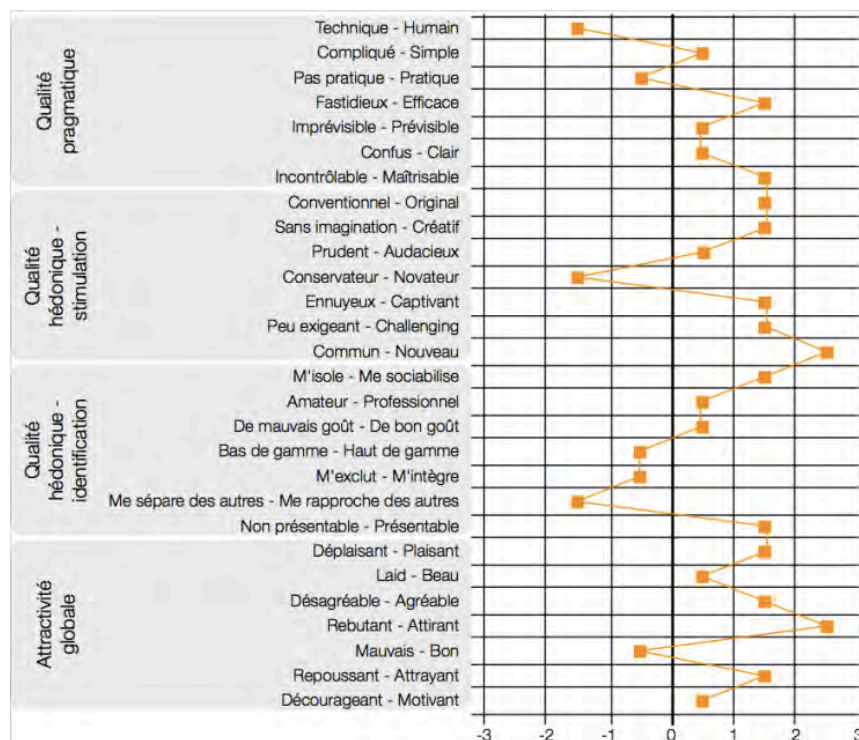


Figure 22. Graphique des paires de mots.

- **Portfolio des résultats** : ce diagramme comporte deux axes, vertical (représentant les valeurs moyennes obtenues aux échelles hédoniques) et horizontal (pour les valeurs moyennes des échelles pragmatiques). Selon le score obtenu, le produit ou système évalué sera placé dans une zone permettant de préciser sa personnalité (désirable ou superflu) et son orientation (orienté tâches ou vers le soi). La figure 23 présente les résultats de l'AttrakDiff sous forme de portfolio des résultats.

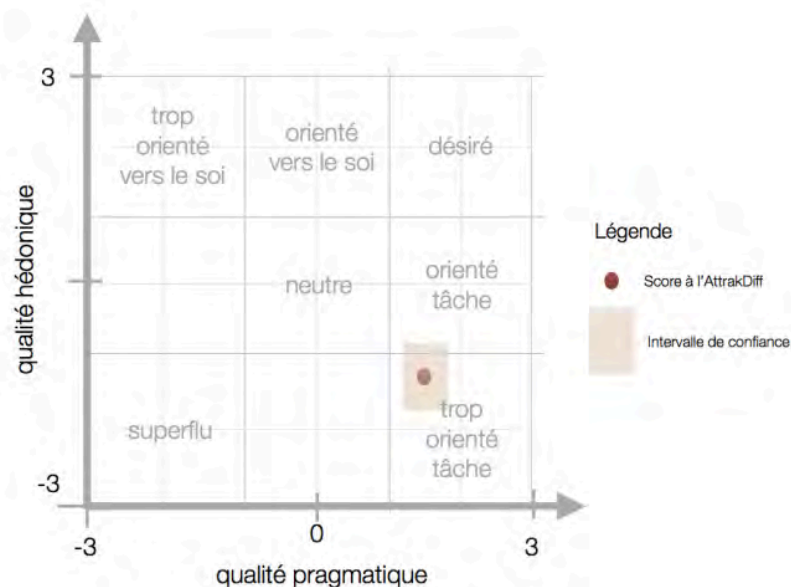


Figure 23. Portfolio des résultats.

L'AttrakDiff peut être utilisé pour différents types de produits. Il est le seul à intégrer à la fois les qualités pragmatiques et hédoniques d'un produit. Le questionnaire est mis en ligne, et permet d'obtenir des données quantitatives facilement, ce qui en fait sa principale force. La mise en place de cet outil est rapide et peu coûteuse. En revanche, le participant est obligé de se souvenir de son expérience, ce qui en fait sa principale limite.

4.4. FASER LX Test une nouvelle échelle de mesure de l'expérience d'apprentissage

Pour améliorer l'expérience d'apprentissage des apprenants durant leurs formations en ligne, il faut d'abord la mesurer. Les échelles UX sont parmi les instruments les

plus utilisés pour évaluer l'expérience des utilisateurs. Malheureusement les éléments de ces questionnaires ne sont pas spécifiques aux EAL. Dans ce contexte, nous proposons un outil de mesure permettant d'évaluer et de suivre l'amélioration de LX. Nous avons choisi de le nommer « FASER LX Test », pour les 5 composantes présentées dans la Figure 24. À savoir : Formation, Apprenant, Système, Enseignant, Relations. Ces composantes font référence aux 5 dimensions de notre modèle e-LSAM (Safsouf, Mansouri, Poirier, 2018).

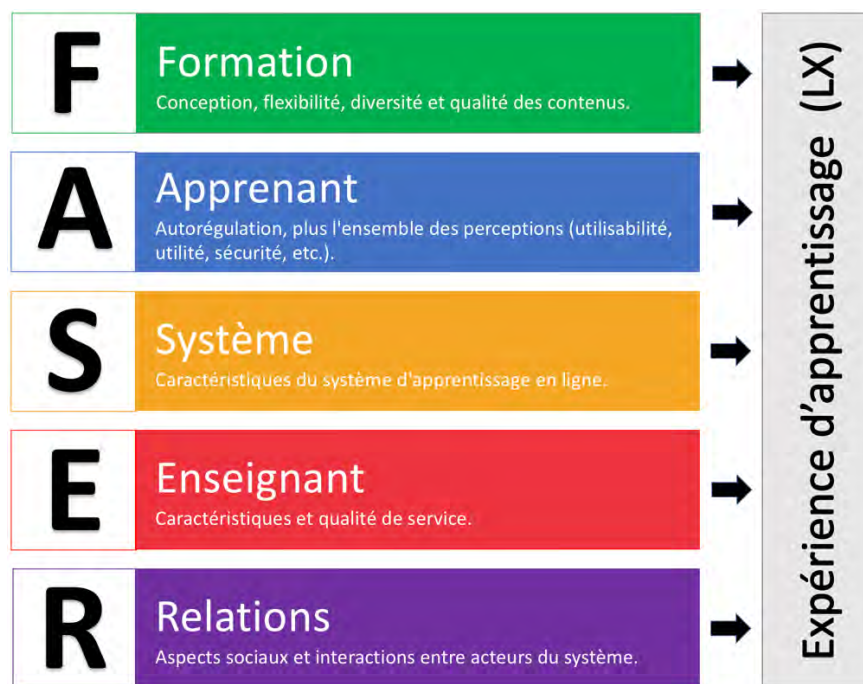


Figure 24. Les 5 composantes du FASER LX Test.

Tout comme l'AttrakDiff, le FASER LX Test permet d'évaluer les qualités hédoniques et pragmatiques des EAL, en intégrant aussi l'aspect social et l'effort perçu. En effet, dans une formation (surtout en ligne), l'aspect social est important, il joue un grand rôle dans l'engagement, la coopération, la persévérance et la réussite des apprenants. Alors que l'effort est rarement pris en compte dans les systèmes interactifs standard, une des particularités de l'apprentissage humain (de la formation), c'est que l'effort est nécessaire (on n'apprend pas sans effort).

Auto-administré et disponible en ligne sous deux langues : en Français¹⁶ et en Anglais¹⁷, le FASER LX Test comprend 5 sous-échelles (présentées sur la figure 25 et détaillé dans le chapitre suivant) avec 30 éléments au total. La passation dure généralement entre 10 et 15 minutes maximum.

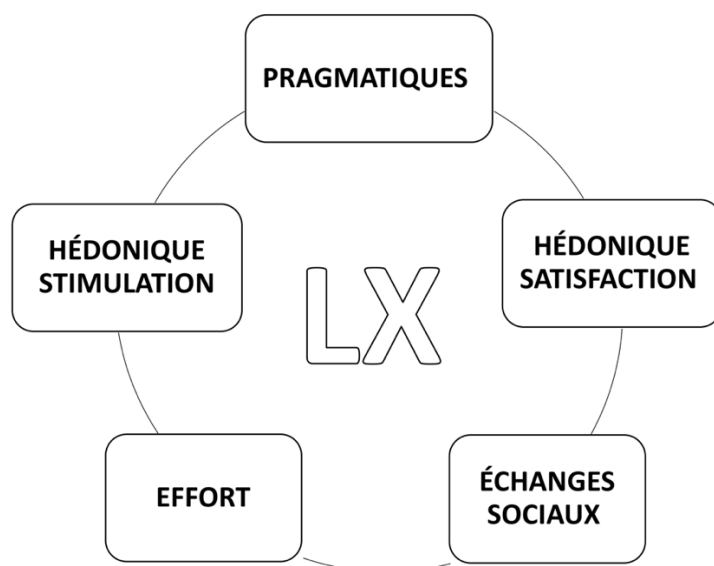


Figure 25. Les 5 sous-échelles du FASER LX Test.

Les éléments du questionnaire FASER LX Test, correspondent aux facteurs présentés dans la figure 17 (cadre de recherche pour LX) et le tableau 10. Ils se présentent sous forme de différenciateurs sémantiques (paires de mots antonymes) à évaluer par une échelle de Likert en 7 points, allant de -3 à +3, et proposent deux types d'évaluation :

- **Comparaison avant-après** : cette évaluation permet de mesurer LX deux fois, en amont et en aval de l'utilisation des EAL. On obtient ainsi un bilan détaillé des effets de l'utilisation des EAL.
- **Comparaison de deux EAL** : Ce type d'évaluation consiste à évaluer et à comparer deux EAL. On pourra ainsi constater comment les apprenants perçoivent ces différents EAL.

¹⁶ www.safsouf.net/fr/faserlx/

¹⁷ www.safsouf.net/en/faserlx/

Pour récupérer le score final, il faut tout d'abord inverser certains éléments, c'est à dire changer le score obtenu par son opposé (+1 devient -1). Cette étape est primordiale afin d'éviter la tendance à choisir toujours des réponses positives (connue sous le nom de « tendance à l'acquiescement »). Ensuite, il est nécessaire de calculer la moyenne et l'écart-types pour chaque dimension et sous-échelle. Ainsi on pourra préciser quels sont les aspects qui sont perçus comme critiques ou non, et qui requièrent des interventions à court ou à long terme.

Conclusion

Dans cette partie, nous avons proposé un cadre théorique regroupant les facteurs qui permettent de mesurer l'expérience d'apprentissage des apprenants dans les EAL. Issu de notre modèle théorique e-LSAM, ce cadre regroupe les facteurs en 5 dimensions avec un classement en 5 qualités, mettant ainsi en valeur les aspects pragmatiques, hédoniques et sociaux.

Afin d'évaluer cette expérience d'apprentissage, nous avons conçu un outil de mesure spécialement dédié pour les EAL. Développé sur la base de notre cadre, et donnant la possibilité aux apprenants de répondre aussi bien en présentiel qu'en ligne, notre outil permet d'évaluer et de suivre l'amélioration de LX.

Chapitre 5 : Deuxième étude - Évaluation de l'expérience utilisateur dans l'enseignement supérieur marocain

5. Chapitre 5 : Deuxième étude - Évaluation de l'expérience utilisateur dans l'enseignement supérieur marocain

Introduction

Après une présentation des définitions des notions expérience d'utilisateurs (UX) et expérience d'apprentissage (LX) et les différents outils utilisés pour mesurer UX, nous avons proposé une échelle de mesure (sous forme de questionnaire) nommé FASER LX Test, pour évaluer et suivre l'amélioration de LX des apprenants, lors de leurs utilisations d'une plateforme pédagogique.

Nous proposons dans ce chapitre une deuxième étude, menée dans le secteur de l'enseignement supérieur marocain, et dont l'objectif est de tester l'efficacité du FASER LX Test à suivre et à évaluer LX dans le temps. Nous exposerons ensuite la démarche, la méthodologie et les résultats de l'analyse de cette étude.

Nous présenterons aussi les résultats et les recommandations d'une étude menée dans l'université de l'Indonésie, qui a exploité le FASER LX Test afin de tester l'utilisation de cet instrument de mesure, pour évaluer leur programme d'apprentissage en ligne.

5.1. Démarche de conception de l'échelle FASER LX Test

5.1.1. Choix des paires de mots

Le FASER LX Test se compose de 30 éléments (items), correspondant aux critères ou facteurs de notre cadre de recherche pour la mesure de LX (Figure 17). Comme indiqué auparavant, chaque élément se présente sous forme de différenciateurs sémantiques (paires de mots antonymes) à évaluer par une échelle de Likert en 7 points allant de -3 à +3, des fois normales et des fois inversées, afin d'éviter la tendance à l'acquiescement. Le choix des paires de mots pour chaque critère est illustré dans le tableau suivant :

Tableau 11. Choix des paires de mots pour le FASER LX Test.

Facteur en Anglais	Facteur en Français	Sens de lecture	Paires de mots	
Computer self-efficiency	Autonomie informatique	-	Autonome	- Non autonome
Self-enjoyement	Plaisir personnel	+	Déplaisant	- Plaisant
Perceived usefulness	Utilité perçue	+	Ennuyeux	- Captivant
Self-effort	Effort personnel	-	Peu exigeant	- Exigeant
Self-regulation	Autorégulation	-	D'un usage libre	- Contraignant à l'usage
Self-security	Sécurité personnel	-	Confiant	- Méfiant
Perceived anxiety	Angoisse perçue	-	Apaisant	- Stressant
Communication ability	Aptitude à communiquer	-	Communication facile	- Communication difficile
Responsivness	Réceptivité	-	Forte réactivité	- Faible réactivité
Informativeness	Efficacité de l'information	+	Réponse peu compréhensible	- Réponse très compréhensible
Fairness	Équité	+	Peu équitable	- Fortement équitable
Connection access quality	Qualité d'accès à la connexion	+	Lent	- Rapide
Device and context independence	Indépendance du support et du contexte	+	Dépendant du dispositif	- Indépendant du dispositif
Efficiency	Rendement (Efficacité)	+	Fastidieux	- Efficace
Reliability / Security	Fiabilité / Sécurité	+	Peu fiable	- Très fiable
Perceived Ease-of-use / Usability	Facilité d'utilisation perçue	+	Apprentissage difficile (Incontrôlable)	- Apprentissage facile (Maîtrisable)
Avalibility	Disponibilité	+	Peu disponible	- Très disponible
Interactiivty	Interactivité	+	Peu interactif	- Très interactif
Personalization	Personnalisation	-	Personnalisable	- Non personnalisable
Course Quality	Qualité des cours	+	Confus	- Clair
Content diversity	Diversité des contenus	+	Peu diversifié	- Très diversifié
Course Flexibility	Flexibilité des cours	+	Rigide	- Flexible
Design quality / System quality	Qualité du système / conception	-	Agréable	- Désagréable
Up-to-dateness	Mise à jour des données	+	Statique	- Dynamique
Diversity in assessments	Diversité des évaluations	-	Évaluation diversifiée	- Évaluation pas diversifiée
Subjective norm	Norme subjective	-	Recommandable	- Non recommandable
Self-image	L'image de soi	-	Valorisant	- Non valorisant
Learner-learner interaction	Interaction apprenant-apprenant	-	Me rapproche des apprenants	- Me sépare des apprenants
Learner-instructor interaction	Interaction apprenant-instructeur	-	Me rapproche des enseignants	- Me sépare des enseignants
Instructor-instructor interaction	Interaction instructeur-instructeur	-	Rapproche les enseignants	- Sépare les enseignants

5.1.2. Analyse et conception

Avant de développer notre outil, nous devons tous d'abord passer par une méthodologie d'analyse. Pour cela, nous avons choisi de suivre une démarche de modélisation basée sur le langage UML (Unified Modeling Language).

Puisque l'échelle de mesure est représentée sous forme d'un questionnaire auto-administré par les participants, la seule interaction entre les participants et le système sera la réponse à chaque question posée, nous n'avons donc pas besoin de dresser le diagramme des cas d'utilisation. Par contre le diagramme de classe est essentiel pour la conception des classes métiers (Figure 26), ainsi que les tables sauvegardant les réponses des participants à l'étude.

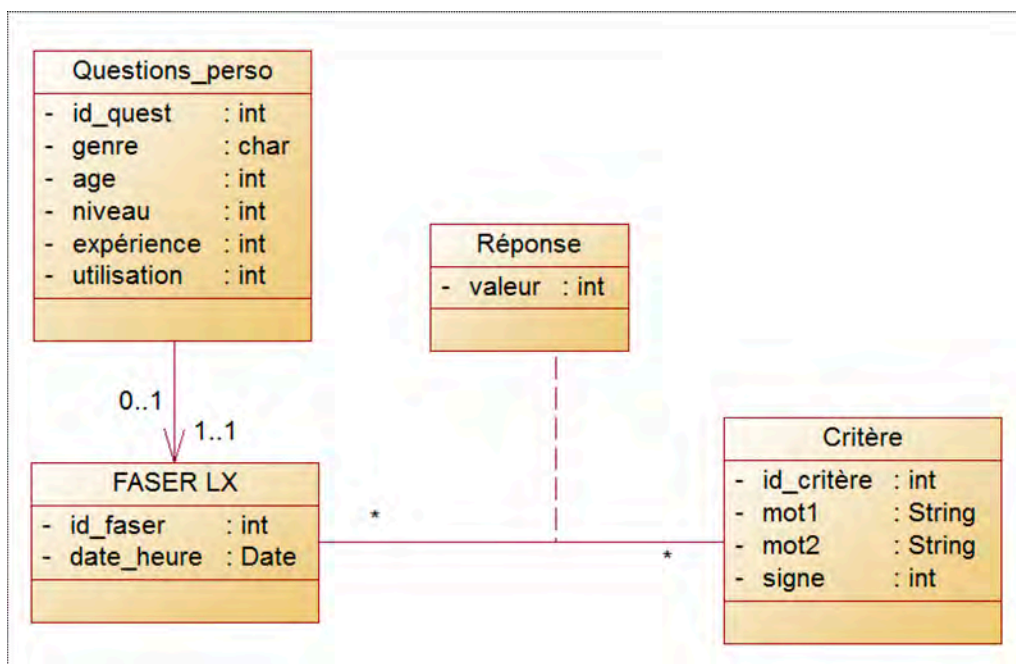


Figure 26. diagramme de classe pour l'échelle de mesure FASER LX Test.

Comme illustré sur cette figure, le diagramme de classe se compose de :

- La classe **Critère** : sauvegarde les informations concernant chaque critère du questionnaire, nous retrouvons un identificateur, les deux mots antonymes, avec la valeur du signe de compréhension (+1 pour un score normal ou bien -1 pour un score inversé).

- La classe **FASER LX** : enregistre l'identificateur, la date et l'heure de la soumission du questionnaire pour chaque participant.
- La classe **Réponse** : c'est une classe associative, qui sauvegarde la valeur de réponse de chaque participant pour un critère appartenant à un test enregistré auparavant. Cette valeur peut contenir soit 0 pour une réponse neutre du critère, ou bien de (+ ou -) 1 à 3, selon le niveau de ce critère (voir Annexe B).
- La classe **Questions_perso** : cette dernière classe permet de contenir les réponses aux questions d'ordre démographique des participants, comme le genre, la tranche d'âge, le niveau d'étude, l'expérience informatique et le temps moyen d'utilisation des ordinateurs ou d'Internet par jour.

5.1.3. Conception de la base de données

L'outil FASER LX Test est conçu comme une application web utilisant une base de données (sous MYSQL) permettant de sauvegarder les réponses des participants à l'étude. Le schéma de cette base de données est illustré dans la figure 27.

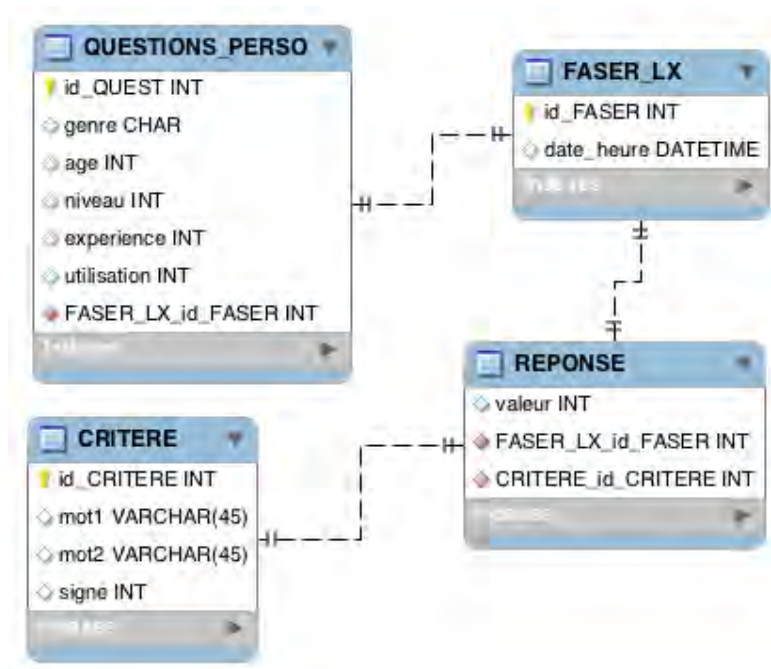


Figure 27. Base de données de l'échelle FASER LX Test.

Cette base comporte quatre tables, représentant chacune une classe du diagramme de classe UML présenté dans la figure 1. Notons que les champs rajoutés à la table REPONSE (id_FASER et id_CRITERE) représentent deux clé étrangères issues des deux tables FASER_LX et CRITERE, permettant de lier un critère au questionnaire, et aussi de bien désigner la valeur enregistrée dans cette même table.

5.1.4. Développement de l'échelle FASER LX Test

Comme indiqué précédemment, l'outil FASER LX Test est conçu comme une application web, programmée par du code HTML, JavaScript et PHP, avec un accès à un gestionnaire de base de données MySQL. Cet outil est hébergé et disponible en ligne sous deux langues : en Français¹⁸ et en Anglais¹⁹. L'annexe B présente la disposition et les parties de questions de cette échelle.

Cet outil a été conçu en deux phases, la première permet aux participants de répondre aux questions posées par le choix de leur niveau de satisfaction à un critère spécial. Les participants se positionnent sur des échelles sémantiques différentielles en 7 points (exemple, la paire de mot : *apaisant* – *stressant* pour le critère « angoisse perçue »). La deuxième phase comporte des questions sur les caractéristiques démographiques des apprenants (décrites plus en haut dans l'analyse et la conception).

5.2. Objectifs et protocole de l'expérience

5.2.1. Objectifs de l'étude

Cette deuxième étude s'intéresse à tester l'échelle de mesure développée, sur une population d'apprenants qui utilisent ou commencent à utiliser des EAL dans leurs cursus éducatifs. Les objectifs principaux de cette étude sont :

- Évaluer subjectivement les apprenants sur leur expérience avec les EAL.
- Suivre l'amélioration de l'expérience d'apprentissage dans le temps.

¹⁸ www.safsouf.net/fr/faserlx/

¹⁹ www.safsouf.net/en/faserlx/

5.2.2. Participants

Dans cette étude, nous avons choisi d'évaluer l'expérience d'apprentissage fournie par la plateforme Moodle, dans un cours en ligne intitulé « Programmation orientée objet », sur une durée de six semaines. Les participants sont tous des étudiants de la 1^{re} année du cycle d'ingénierie informatique, d'un établissement enseignement supérieur privé (ISGA Campus Marrakech) au Maroc. La classe cible est composée de 25 étudiants, dont les informations démographiques sont rapportées sur le tableau suivant :

Tableau 12. Informations démographiques des participants.

Caractéristique	Nombre	Pourcentage
Genre		
Homme	17	68
Femme	8	32
Tranche d'âge		
Entre 18 et 25	19	88,2
Entre 26 et 35	6	9,4
Expertise informatique		
Débutant	2	8
Intermédiaire	13	52
Avancé	8	32
Expert	2	8
Temps d'utilisation des ordinateurs		
Entre une et deux heures	2	8
Entre deux et cinq heures	4	16
Entre cinq et dix heures	17	68
Plus de dix heures	2	8

5.2.3. Périodes de l'étude

Afin d'évaluer et de suivre l'expérience d'apprentissage dans le temps, nous avons testé le FASER LX Test dans cette étude en deux périodes. La première a été pendant la 2^e semaine du cours, où nous avons intégré le lien d'accès à l'outil dans Moodle, comme une activité importante qui doit être validée avant de passer aux autres

activités. La deuxième période a été pendant la dernière semaine, où nous avons évaluer une dernière fois l'expérience des participants.

5.3. Analyse des données de l'expérience

Le résultat de cette expérience a été présenté dans la conférence "14th International Conference on e-Learning (EL2020)" (Safsouf, Mansouri, Poirier, 2020b). Dans ce qui suit le détail de l'analyse après cette expérience.

5.3.1. Méthodologie d'analyse

Les données récoltées ont été analysées via le logiciel SPSS v. 23. Dans cette analyse, de nouvelles variables représentant les cinq dimensions (apprenant, instructeur, système, cours et social) et les cinq qualités (pragmatique, hédonique-satisfaction, hédonique-stimulation, effort et échanges sociaux) ont été créées pour représenter la classification des facteurs (décrite dans le tableau 11).

La moyenne (μ) associée à ces nouvelles variables a été calculée sur la base de l'échelle de Likert (de 0 à 7). L'écart-type (σ) de ces mêmes variables a aussi été calculé, afin de voir l'homogénéité des réponses de nos participants. Enfin, pour permettre de comparer les résultats obtenus sur les deux périodes, une valeur représentant le pourcentage d'amélioration remarqué (% de progrès) entre la seconde période (vers la fin de l'utilisation des EAL) et la première (début de l'utilisation des EAL) a aussi été calculé.

5.3.2. Résultats de l'analyse

Les résultats de l'analyse sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 13. Résultats par dimensions et qualités pour les périodes de l'étude.

		2e semaine		6e semaine		% Progrès
		μ	σ	μ	σ	
Dimensions	Apprenant	3,868	0,542	4,468	0,653	+8,57 %
	Enseignant	4,660	0,831	4,678	0,798	+0,25 %
	Système	4,365	0,675	4,605	0,674	+3,42 %
	Cours	4,520	0,567	4,733	0,783	+3,04 %
	Social	4,656	0,596	4,528	0,752	-1,82 %
Qualités	Pragmatiques	4,205	0,543	4,845	0,625	+9,14 %
	Hédonique-satisfaction	4,120	0,612	4,780	0,617	+9,42 %
	Hédonique-stimulation	3,744	0,932	4,104	0,910	+5,14 %
	Effort	4,840	0,902	5,106	0,844	+3,80 %
	Social	4,566	0,666	4,606	0,898	+0,57 %

Ces résultats sont illustrés graphiquement sur les figures 28 et 29. Nous présentant dans la figure 28 présente les valeurs moyennes des résultats des variables calculées en pourcentage et regroupées par dimension.

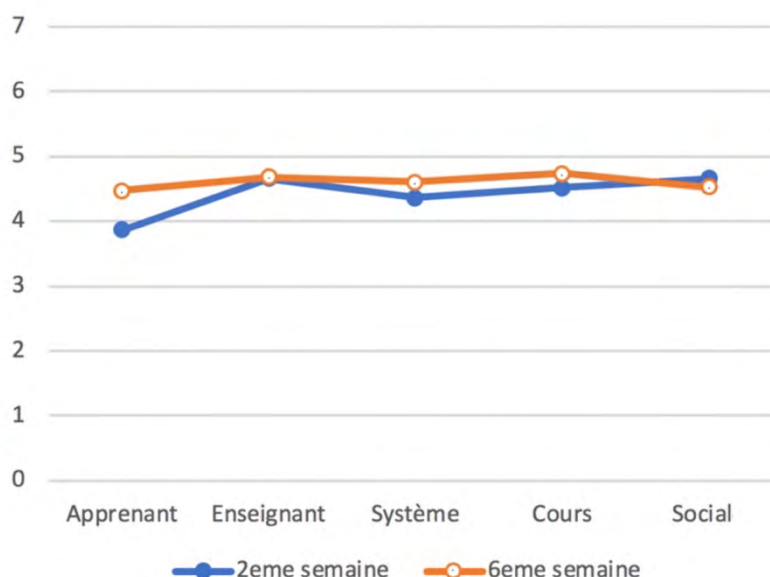


Figure 28. Résultats de l'étude par dimensions.

La figure 29 présente la moyenne de ces mêmes variables en pourcentage mais regroupées par qualité.

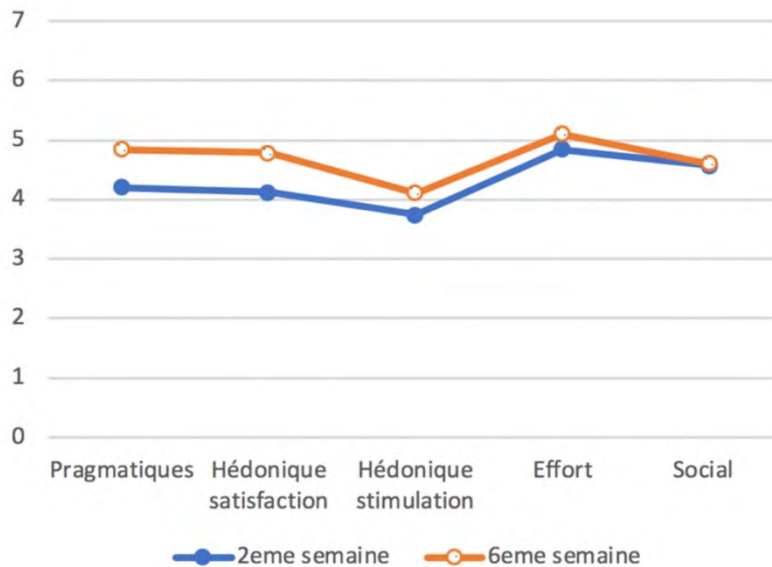


Figure 29. Résultats de l'étude par qualités.

L'outil FASER LX Test propose aussi une visualisation des résultats de chaque apprenant, les graphiques obtenus sont sous forme de deux diagrammes en radar. Les figures 30 et 31 présentent ces deux visualisations.

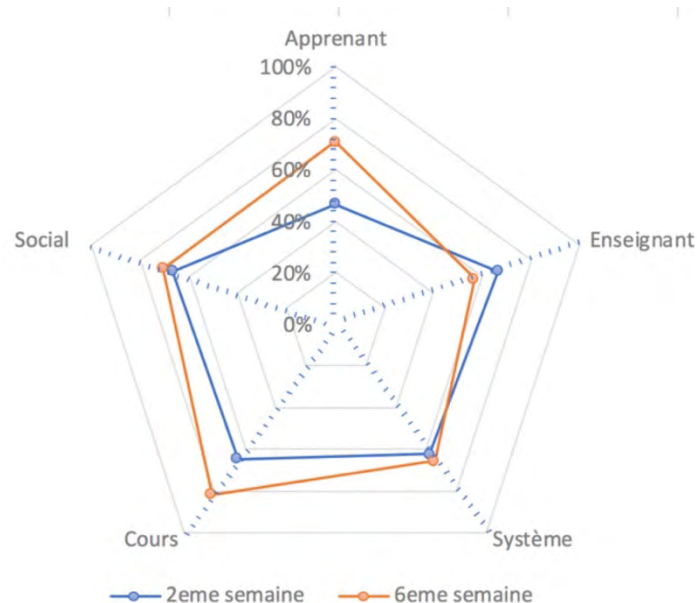


Figure 30. Résultats individuels par dimensions.

Ces visualisations donnent une comparaison de l'expérience d'un apprenant pour les deux périodes, plus le score obtenu est élevé, plus l'expérience de l'apprenant est positive. Les valeurs moyennes pour chaque paire de mots sont regroupées dans la première visualisation par les sous-échelles représentant les dimensions (Figure

30), tandis que la seconde visualisation donne la même vision, regroupée par les sous-échelles associées aux qualités (Figure 31).

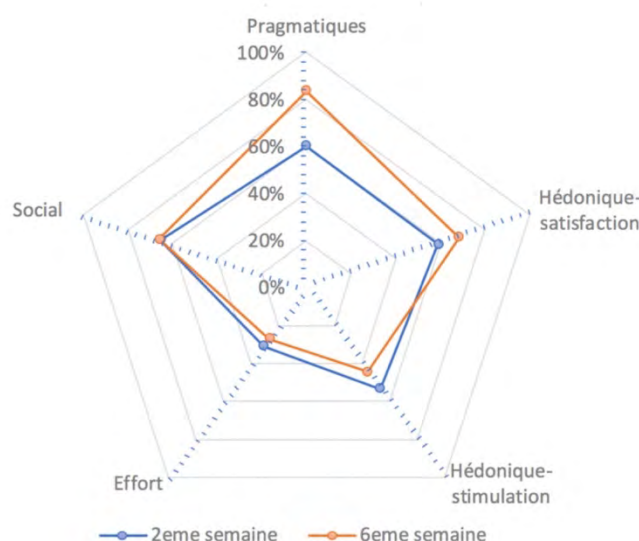


Figure 31. Résultats individuels par qualités.

Cette forme de représentation a pour intérêt d'évaluer et visualiser LX dans le temps (dimension temporelle). Cette prise de compte de l'aspect temporel dans l'évaluation de LX est importante pour voir si on atteint une LX positive, comme l'indique Karapanos dans son modèle de représentation temporelle de l'UX à travers le temps (Karapanos et al., 2009) ainsi que d'autres chercheurs (Lallemant et al., 2015; Jean Marc Robert, Lesage, 2011).

Enfin, ces deux représentations permettent aussi de distinguer rapidement les aspects qui sont perçus comme critiques chez l'apprenant, et qui appellent ou non à des actions d'amélioration à court ou à long terme.

5.3.3. Discussion des résultats

D'après les résultats de l'analyse présentée dans le tableau 13, ainsi que le classement des facteurs de mesure (décrits dans le tableau 10), nous remarquons une amélioration des valeurs moyennes pour les facteurs composants la dimension « Apprenant » avec une augmentation des qualités pragmatiques, hédonique-satisfaction et hédonique-stimulation. Cela signifie que les apprenants ont compris,

vers la fin du cours, l'utilité de la formation en ligne, et qu'ils affirment se sentir de plus en plus sécurisés et autonomes.

L'amélioration touchant la qualité de l'effort, indique que les apprenants fournissent désormais moins d'effort, et qu'ils sont moins stressés. Les facteurs de l'enseignant n'ont presque pas connu d'amélioration, cela veut dire que, les apprenants n'ont pas remarqué de changement du niveau de l'enseignant. Les résultats indiquent aussi, une légère amélioration pour les deux dimensions « Système » et « Cours ». Cela signifie que, la plateforme utilisée est jugée efficace, simple, disponible, flexible et avec une diversité du contenu et des évaluations.

Enfin, une légère diminution a été constatée pour la dimension « social », vient du fait que dans ce cours en ligne, aucune interaction, ni avec l'enseignant, ni avec les pairs n'a été enregistrée. Cela confirme que l'apprentissage collaboratif est essentiel et qu'il faut l'encourager lors d'un cours en ligne.

5.4. Étude indonésienne sur l'échelle FASER LX Test

Anggun Nadia Fatimah et Irwansyah, de l'université d'Indonésie (Depok, Jawa Barat, en Indonésie), ont mené une étude visant à tester et à valider notre outil (le FASER LX Test) sur une plus grande population (Fatimah, Irwansyah, 2020). Une enquête en ligne a été réalisée auprès de 365 personnes sélectionnées au hasard dans le cadre de « Komunitas Guru Belajar », une communauté virtuelle d'éducateurs en Indonésie initiée par le Campus Cikal Guru²⁰, ayant comme objectif de discuter et partager des pratiques pédagogiques intelligentes. Nous présentons ci-après, la méthodologie, les résultats et les recommandations de cette étude.

5.4.1. Adaptation de l'échelle à la population indonésienne

En raison du double objectif : l'indépendance du dispositif et du contexte, ainsi que la conception et la qualité du système, les auteurs ont modifié l'échelle, et ont utilisé

²⁰ <http://gurubelajar.org>

dans cette étude 32 paires de mots à la place de 30 dans la version originale de l'échelle. Ils ont aussi traduit l'échelle afin de fournir une version indonésienne, assurant ainsi une meilleure compréhension par la population cible.

L'étude a été adaptée au contexte indonésien. Trois phases ont été prises en compte : la traduction de l'échelle pour assurer une meilleure compréhension de la population ciblée, un test préliminaire et un test sur le terrain. Après la traduction, un examen de la population cible a été effectué pour améliorer l'adéquation de l'instrument et s'assurer que celui-ci peut être facilement compris par la population observée. Enfin, trois réviseurs de trois régions différentes, membres de la communauté observée ont été sollicités, pour le choix des mots et la technique de présentation du questionnaire.

5.4.2. Méthodologie de l'étude

Un questionnaire en ligne distribué via des formulaires Google a été réalisé pour effectuer un premier test préliminaire, afin d'améliorer la clarté des questions posées. Au cours de cette phase, 40 répondants ont été impliqués pour remplir le questionnaire avec des questions ouvertes supplémentaires pour tenir compte des suggestions éventuelles des participants. Le test sur le terrain a recueilli des réponses d'auprès de 365 membres de la communauté d'apprentissage observée, ces répondants sont choisis au hasard parmi les 556 membres qui ont été contactés, sur une période de quatre semaines. L'analyse des résultats de cette étude a été effectuée sur le logiciel IBM SPSS 24 et le progiciel AMOS 2.5. La validation de la construction de la nouvelle échelle a été réalisée par le biais d'une analyse factorielle confirmatoire (CFA pour Confirmatory Factor Analysis) et exploratoire (EFA pour Exploratory Factor Analysis). La fiabilité a été mesurée par le coefficient de Cronbach avec un seuil de fiabilité minimum de 0,75.

5.4.3. Résultats et recommandations

La majorité des répondants ont été identifiés comme étant des femmes (69,3%), âgés de 21 à 30 ans (46,30%), enseignant dans le primaire (27,4%), titulaires d'une licence (75,5%) et vivant sur l'île de Java (67,4%).

Les résultats indiquent que les 32 variables ont des valeurs (Factor Loading) supérieures au seuil minimum, de sorte qu'aucune variable ne doit être exclue de l'analyse. L'échantillon indonésien de la communauté d'apprentissage virtuel n'a pas atteint l'ajustement du modèle présenté par le CFA. Des résultats supplémentaires de l'EFA ont révélé une solution à cinq facteurs pour représenter une meilleure structure factorielle des données existantes. De plus, les résultats ont montré que ces indicateurs expliquaient avec succès 61,239% de la variance totale des données.

Bien que les résultats aient été différents, l'application des étapes du CFA et de l'EFA a validé que le FASER LX Test est adapté pour être utilisé dans l'évaluation de l'expérience des apprenants dans les EAL. Les auteurs de cette étude recommandent l'utilisation de cet instrument pour mesurer l'expérience de l'apprenant afin d'évaluer le programme d'apprentissage en ligne comme l'un des moyens alternatifs pour soutenir une bonne mission éducative.

Conclusion

Ce chapitre présente une étude que nous avons menée pour tester le FASER LX Test (notre instrument de mesure de l'expérience d'apprentissage), cette étude a été menée sur deux périodes pour tester l'évolution de l'expérience des apprenants dans le temps. Les résultats de cette étude montrent que les apprenants ont jugé vers la fin du cours, que la plateforme d'apprentissage est plutôt facile à utiliser, fonctionnelle, fiable, flexible, et favorise l'autorégulation.

Enfin, une étude visant à concevoir une version indonésienne du FASER LX Test, a révélé une solution de structure à 32 éléments. Cette étude a également conclu qu'il était recommandé d'utiliser le FASER LX Test pour évaluer l'expérience d'apprentissage afin d'évaluer leur programme d'apprentissage en ligne.

Chapitre 6 : Conception de tableaux de bord d'analyse des traces d'apprentissage

6. Chapitre 6 : Conception de tableaux de bord d'analyse des traces d'apprentissage

Introduction

Les EAL constituent actuellement la première source des données d'apprentissage, ces environnements permettent de générer de grande quantité de données sur les apprenants et l'apprentissage. Ces données sont principalement sous forme de traces d'utilisateurs laissées par les apprenants à travers leur interaction avec le système.

Si les EAL permettent d'améliorer le processus d'apprentissage, c'est souvent un peu tard (après que le cours soit achevé). L'analyse de l'apprentissage (en anglais, learning analytics ou LA) est définie comme un ensemble de méthodes qui permettent aux enseignants et peut-être aux apprenants de comprendre ce qui se passe dans le cours. C'est-à-dire la mise en œuvre d'outils de collecte, de transformation, d'analyse et de visualisation des traces d'apprentissage afin d'anticiper les problèmes potentiels, et par conséquent d'améliorer l'expérience d'apprentissage des apprenants grâce à une rétroaction et un soutien opportun.

Dans ce chapitre, nous introduisons le terme LA et ses applications dans le domaine de l'apprentissage en ligne. Nous proposons ensuite un outil de communication visuelle, conçu sous forme de tableaux de bord pour les enseignants et les apprenants consultable en temps réel. Basé sur les résultats de notre modèle e-LSAM, l'outil a pour objectif de consulter les traces d'apprentissage à des fins de suivi, de contrôle du processus d'apprentissage pour améliorer le travail autorégulé et le taux de réussite des apprenants.

6.1. Analyse de l'apprentissage

Les universités, les établissements, les organismes de formation et les fournisseurs de cours en ligne ouverts et massifs (Mooc) recueillent des données sur les apprenants et leur mode d'apprentissage. Cependant, toutes ces données sont restées pour la plupart inexploitées. L'analyse de l'apprentissage (LA) est le point de rencontre entre

le big data et les méthodes quantitatives traditionnelles dans l'éducation. D'une manière générale, ce terme désigne la collecte et l'analyse de données sur les apprenants et leurs environnements dans le but de comprendre et d'améliorer les résultats de l'apprentissage.

6.1.1. Généalogie du terme LA

L'utilisation de diverses formes de données d'apprentissage était connue de la recherche en éducation bien avant l'émergence de l'analyse de l'apprentissage. En effet, ce concept remonte aux travaux de Pressey dans les années 1920 (voir Figure 1), qui a mis au point la première machine à enseigner automatisée (Pressey, 1927), ses travaux ont marqué le début des systèmes de soutien scolaire intelligents (intelligent tutoring systems ou ITS), l'un des domaines clés dont s'inspire LA. En 1956, le premier système d'enseignement adaptatif, connu sous le nom de Self-Adaptive Keyboard Instructor (SAKI), a été mis au point pour optimiser les taux d'apprentissage en alignant la difficulté des tâches sur les performances de l'apprenant (Pask, McKinnon-Wood, 1961).

Une des découvertes importantes qui a influencé le développement de la technologie éducative et, par la suite, le domaine de l'analyse de l'apprentissage, est la prise de conscience des avantages de la personnalisation de l'enseignement. L'étude de Bloom en 1984 « à deux sigmas », a montré que les apprenants en condition d'apprentissage personnalisé obtiennent des résultats supérieurs à ceux des apprenants en condition d'enseignement magistral (le premier sigma), qui à leur tour obtiennent des résultats supérieurs à ceux des apprenants en condition d'apprentissage traditionnel en classe (le second sigma) (Bloom, 1984). Ces résultats, et d'autres similaires, associés aux progrès technologiques de l'époque, ont entraîné des progrès considérables dans le domaine des ITS et de l'enseignement assisté par ordinateur (computer-assisted instruction ou CAI). Malheureusement, les coûts élevés de développement et de production de ces systèmes ont constitué un défi pour leur diffusion à grande échelle.

La croissance de l'enseignement en ligne et de l'intelligence artificielle (Artificial Intelligence ou AI), ont aussi contribué au développement de l'analyse de l'apprentissage (Srećko, Kovanović, Dawson, 2019). En effet, les EAL sont devenus de plus-en-plus utilisés pour soutenir l'apprentissage traditionnel en classe, ce qui a entraîné la collecte de grandes quantités de données liées à l'apprentissage. L'analyse de ces traces stockées a pour but de développer un apprentissage personnalisé, qui découle d'abord de la capacité à prédire la réussite de l'apprentissage et à identifier les apprenants à risque (Gašević et al., 2015).

Présenté en 2011, dans la première conférence internationale dédiée à ce sujet nommée LAK1 (Learning Analytics and Knowledge) à Banff, au Canada, l'analyse de l'apprentissage ou LA est définie par Georges Siemens, théoricien du connectivisme, comme la détection, la collecte, l'analyse et l'exploitation des traces numériques laissées par les apprenants dans leurs activités quotidiennes, afin de comprendre et d'optimiser l'apprentissage et les différents environnements dans lesquels il se produit (Siemens, 2011).

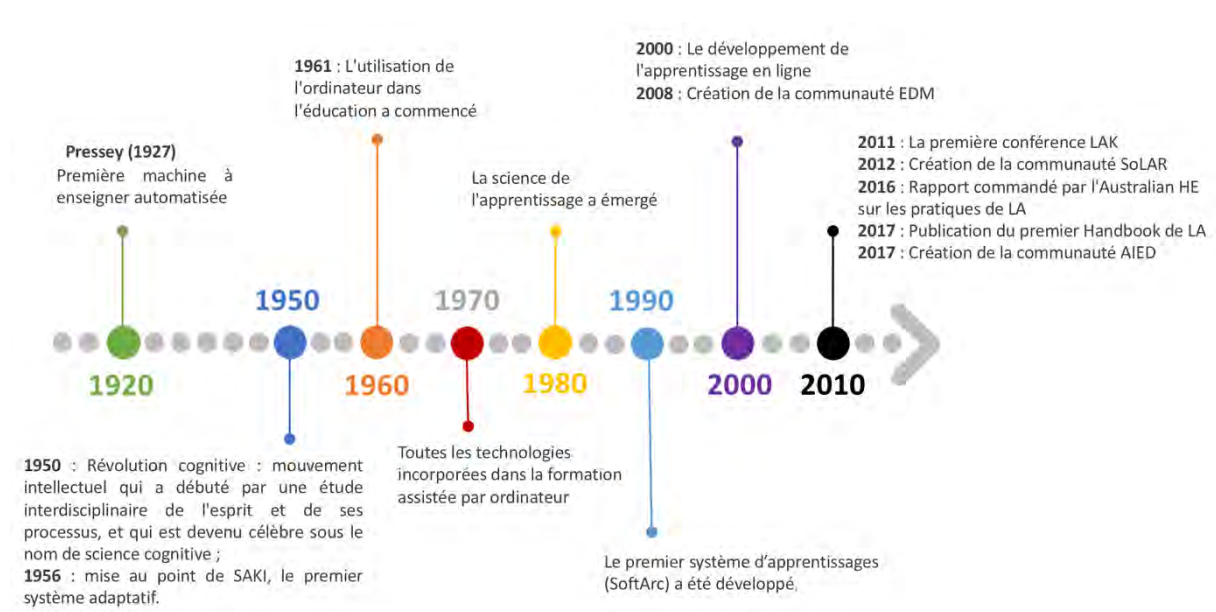


Figure 32. Chronologie du terme LA (Srećko, Kovanović, Dawson, 2019).

Dans cette première conférence, l'un des objectifs était de définir et d'étendre la recherche émergente axée sur la compréhension de l'apprentissage des apprenants par l'utilisation de l'apprentissage automatique, de l'exploration des données et des

méthodes de visualisation des données. Après cette première rencontre, le domaine a connu un intérêt et une montée en puissance spectaculaire à travers le financement de la recherche, les communautés scientifiques et la commercialisation des technologies associées.

6.1.2. Les communautés scientifiques et approches de l'analyse de l'apprentissage

Dès les années 1990, les communautés scientifiques se sont ouvertes sur les domaines tels que, la collaboration assistée par ordinateur, la fouille de données éducatives, la recherche sur les environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH).

Selon une étude faite en 2019, sur l'analyse de l'hybridation entre les communautés de l'analyse de l'apprentissage (Labarthe et al., 2019), trois communautés, majoritairement anglophones, se sont constituées à l'échelle internationale. La plus ancienne est la communauté scientifique AIED (Artificial Intelligence in Education) créée en 1993, et qui possède une conférence internationale annuelle du même nom depuis 1999 ainsi qu'une revue nommée IJAIED (International Journal of Artificial Intelligence for Education). Autour de 2010, deux autres communautés ont peu à peu fait leurs apparitions, l'IEDMS (International Educational Data Mining Society) et la SoLAR (Society for Learning Analytics Research)²¹. La première désigne une conférence internationale annuelle nommée EDM (Educational Data Mining)²² avec une revue consacrée à ce champ, le JEDM (Journal of Educational Data Mining)²³ en 2009. La dernière est plus récente, crée en 2011 des résultats de la première conférence LAK1, et associée aussi à la revue JLA (Journal of Learning Analytics)²⁴ au cœur de la recherche sur le domaine de LA.

²¹ <https://www.solaresearch.org>

²² <https://educationaldatamining.org>

²³ <http://www.educationaldatamining.org/JEDM/>

²⁴ <https://learning-analytics.info/index.php/JLA>

Bien que les trois communautés de recherche se soient attaquées à des questions similaires et partagent un objectif commun, à savoir améliorer les expériences d'apprentissage et leur environnement, elles se sont développées séparément avec des approches très différentes (Labarthe, Luengo, 2018). Les chercheurs de l'AIED comme à l'EDM, utilisent essentiellement des algorithmes de l'intelligence artificielle (Data Mining, Machine Learning ou bien du Deep Learning) pour révéler les modèles enfouis dans les données provenant des EAL, en vue de donner au logiciel la capacité de prédire les résultats des apprenants, ainsi que de personnaliser leur stratégie d'apprentissage (Mao, Lin, Chi, 2018)(Liu, Tan, 2020). Dans le sillon de SoLAR en revanche, modélisation, exploration des relations et visualisation des données sont transmises aux principaux acteurs du système (Millecamp et al., 2018)(Fincham et al., 2019). Dans le premier cas, il s'agit de concevoir des systèmes de suivi automatiques, qui ne nécessitent pas l'intervention d'un enseignant ou d'un étudiant. Tandis que les chercheurs de SoLAR, privilégient la possibilité de donner de l'autonomie aux acteurs de l'apprentissage, couvrant ainsi un plus large éventail de possibilités, sans oublier le fait que les algorithmes automatisés peuvent parfois commettre plus d'erreurs dans leurs décisions que les personnes réelles (Siemens, Baker, 2012).

Ces deux principales approches de l'analyse de l'apprentissage sont identifiées par Ruipérez-Valiente et ses collègues de l'université Carlos III de Madrid (Ruipeze-Valiente et al., 2015). La première approche consiste à proposer des visualisations à travers des tableaux de bord (Visual Data Analytics) en vue d'améliorer les résultats des apprenants, renforcer leur engagement et optimiser leurs expériences d'apprentissage, en même temps de donner aux enseignants des informations visuelles pour qu'ils puissent les étudier et réagir en tenant compte du contexte éducatif. Ainsi, les parties prenantes prennent des décisions finales à l'aide des informations visuelles proposées. La seconde approche vise à développer des systèmes pour le traitement automatique des données à l'aide de l'intelligence

artificielle prenant en compte différents indicateurs liés au processus d'apprentissage.

6.1.3. l'analyse de l'apprentissage et tableaux de bord

L'une des méthodes de l'analyse de l'apprentissage les plus courantes est l'utilisation des tableaux de bord (Dashboards) comme outil permettant d'offrir aux parties prenantes (principalement les enseignants et les apprenants), des interprétations visuelles dans le but de leur permettre d'avoir un aperçu du processus d'apprentissage (Verbert et al., 2013).

Schwendimann a défini ces outils comme un ensemble d'affichages uniques qui regroupent beaucoup d'indicateurs sur le processus et/ou le contexte d'apprentissage en une ou plusieurs visualisations (Schwendimann et al., 2016). Les tableaux de bord ne sont pas seulement des outils d'affichage d'indicateurs, mais principalement des outils d'aide à la décision. Yigitbasioglu présente les tableaux de bord comme une "solution qui devrait améliorer la prise de décision en amplifiant la perception et en capitalisant sur les capacités perceptives humaines" (Yigitbasioglu, Velcu, 2012). Ces tableaux de bord sont généralement des outils de pilotage qui résument les activités de l'entreprise et ses résultats par processus ; permettant ainsi de superviser la réalisation de tout objectif fixé. Alain Fernandez, consultant international, spécialiste du management de la performance et des technologies de l'information, y voit un outil de pilotage et de décision pour une intervention précoce (Alain Fernandez, 2018). Quant à Pierre Voyer, il la voit plutôt comme un moyen d'évaluer la performance en insistant sur la nécessité de réfléchir à la pertinence de la mesure de la performance (Voyer, 2006).

Dans le domaine de l'enseignement supérieur, l'utilisation de tableaux de bord est devenue une nécessité. Les établissements d'enseignement supérieur sont confrontés à de nombreux défis, notamment en termes de réussite des apprenants et de réduction des coûts. En utilisant des outils d'analyse et de représentation des données, certaines organisations transforment ces défis en atouts. Par exemple, le

Brockenhurst College (New Forest, Angleterre) a utilisé des tableaux de bord générés par IBM Cognos Business Intelligence (solution « business intelligence » d'IBM) pour fournir à la direction une meilleure analyse des performances des apprenants. Le « Brockenhurst College » avait constaté que le suivi des progrès des étudiants améliorerait la rétention des étudiants de 15 %, grâce à la satisfaction des apprenants et à la prise de conscience des changements nécessaires pour suivre leur réussite. Une recherche menée par l'Université d'État de Floride, a découvert que les apprenants ayant obtenu un "F" ou un "D" dans une classe, utilisaient le système de suivi pour surveiller leur progression académique 40 % de moins que ceux qui avaient obtenu un "C" ou plus (Powers, 2011).

Dans une autre étude, Ioana Jivet et ses collègues, ont proposé une étude bibliographique visant à mieux comprendre et décrire les fondements théoriques derrière l'utilisation des tableaux de bord dans des contextes éducatifs (Jivet et al., 2017). L'étude a révélé que le fondement le plus courant de la conception de tableaux de bord analytiques est la théorie de l'apprentissage autorégulé (SRL pour Self-Regulated Learning theory). Cette théorie est principalement utilisée dans la prise de conscience et le déclenchement de la réflexion, fournissant ainsi un certain soutien pour les phases de performance et d'autoréflexion du cycle SRL, telles que définies par Zimmerman et Moylan (Zimmerman, Moylan, 2009).

Dans une recherche menée par Nicholas Diana et ses collègues (Nicholas et al., 2017) pour voir comment les tableaux de bord seraient en mesure de prédire les résultats des étudiants à différents moments d'un cours. L'étude montre que les résultats des apprenants peuvent être prédits avec un algorithme d'apprentissage automatique supervisé. Ces prédictions ont été intégrées dans un tableau de bord de l'instructeur qui facilite la prise de décision pour les apprenants classés comme nécessitant une assistance.

6.1.4. Quelques outils de l'analyse de l'apprentissage

Dès l'origine de la communauté SoLAR, George Siemens a porté un projet ayant pour but de concevoir une plateforme ouverte intégrant une variété de modules d'analyse dédiés à l'apprentissage (Siemens et al., 2011). Cette plateforme avait trois défis à relever, le premier est que la généralisation et l'innovation des tableaux de bords exigent que les traitements, les algorithmes et les technologies utilisés soient ouverts. Le deuxième défi est que la plateforme soit modulaire et qu'elle permette d'intégrer tout type d'outils d'analyse de l'apprentissage. Enfin, elle devait aussi offrir des fonctionnalités adaptées à chaque utilisateur (enseignants, apprenants, personnels d'encadrement, assistants d'éducation ou chercheurs et producteurs de contenus), en 2016 ce projet n'a malheureusement pas abouti.

Une initiative de la fondation APEREO, un des principaux fournisseurs de logiciels libres pour l'enseignement supérieur, a été lancée, APEREO Learning Analytics Initiative OpenDashboard, et est désormais accessible en Open Source (Seclier, 2017). Cette plateforme a été présentée comme une application web de tableau de bord basée sur l'analyse des données liées à l'apprentissage principalement à partir de la plateforme Moodle. Cette application est également open-source et peut être téléchargée gratuitement²⁵.

En France, La Fondation APEREO a collaboré avec le consortium d'universités ESUP-Portail (Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis, Université de Nancy 1, Université de Nancy 2, Université de Rennes 1 et Institut National Polytechnique de Toulouse) afin de commencer à travailler sur le développement et le déploiement d'une solution d'analyse des traces d'apprentissage. Cette collaboration a abouti à la création de uPortal²⁶, un portail open source conçu par et pour les établissements d'enseignement supérieur, les écoles primaires et secondaires et les communautés

²⁵ <https://github.com/Aperero-Learning-Analytics-Initiative/OpenDashboard-api>

²⁶ <https://www.apereo.org/projects/uportal>

de recherche, ainsi que uMobile²⁷, une initiative visant à apporter les applications, le contenu et les données du campus aux appareils mobiles.

En France, un autre projet nommé « ANR HUBBLE » (*HUman oBservatory Based on analysis of e-LEarning traces*) a vu le jour en 2014 (Luengo, 2014), ce projet vise à créer un observatoire national et un référentiel de processus d'analyse, dans le but de proposer des moyens pour accompagner les différents acteurs (enseignants, apprenants, concepteurs, administrateurs ou politiques) pour analyser et expliquer les phénomènes d'enseignement et d'apprentissage. En 2019, une thèse faite par Inès Dabbebi dans le cadre de ce projet, ayant comme objectif de concevoir un processus de génération des tableaux de bord d'apprentissage adaptatifs, permettant de prendre en compte les besoins des utilisateurs (enseignants, responsables pédagogiques, etc.).(Dabbebi, 2020). Dans cette thèse le prototype HubbleBoard Generator a été développé. Cet outil permet de produire automatiquement un tableau de bord d'apprentissage en respectant le contexte, en prenant en compte les besoins des utilisateurs et leurs niveaux de décision.

Plusieurs solutions proposent également des tableaux de bord qui donnent aux enseignants une vue d'ensemble du processus éducatif de l'apprenant. Le plugin Inspire (Monllaó, Dalton, no date) de Moodle met en œuvre une analyse de l'apprentissage et fournit des prédictions sur la réussite de l'apprenant, des diagnostics et des conseils aux apprenants et aux enseignants. Ce plugin n'est fonctionnel que pour Moodle 3.4. Analytics (Moodle Analytics no date) un autre plugin créé par l'équipe de développement de Moodle, vise à prédire et à détecter des aspects inconnus du processus d'apprentissage, sur la base de données historiques des apprenants. Le plugin prend en charge deux types de modèles : les modèles basés sur les algorithmes du Machine Learning et les modèles "statiques"

²⁷ <https://apereo.atlassian.net/wiki/spaces/umobile/overview>

permettant de détecter des situations préoccupantes. Mais comme pour le plugin Inspire, Analytics n'est fonctionnel qu'avec la version 3.4 ou supérieure.

La plupart des solutions commerciales sont dédiées à une seule plateforme EAL, la diversité des EAL existants complique l'analyse de ces données. Une situation qui est encore amplifiée par la nécessité de combiner des données provenant de diverses sources.

Dans ce chapitre nous proposons le développement d'un outil capable d'analyser les données d'apprentissage de manière à fournir des tableaux de bord précis et significatifs pour les enseignants et les apprenants, quelle que soit la plateforme ou l'environnement technologique utilisé.

6.2. Phases du processus de l'outil d'analyse TaBAT

Dans l'enseignement supérieur, l'utilisation du LA est devenue une nécessité. Comme l'apprentissage se fait de plus en plus en ligne, les établissements d'enseignement supérieur sont confrontés à de nombreux défis, notamment en termes de taux d'abandon, de réussite et de réduction des coûts. En utilisant des outils d'analyse et de représentation des données pour générer des rapports utiles, certaines organisations transforment ces défis en atouts.

Dans cette partie, nous proposons un nouvel outil, nommé TaBAT (pour Tableau de Bord d'Analyse des Traces d'apprentissage), créé pour fonctionner avec différents EAL, sous forme de tableaux de bord accessible en ligne (<https://safsouf.net/tabat>). TaBAT permet aux enseignants et aux apprenants de visualiser leur processus d'apprentissage dans la même optique que la communauté SoLAR. En effet, avec TaBAT, nous pouvons consulter ce qui s'est passé pendant le cours en ligne (aspect descriptif), voir qui sont les étudiants qui réussiront ou non le cours en ligne (aspect prédictif), savoir pourquoi des étudiants ont été déclarés comme décrocheurs (aspect diagnostique) et enfin obtenir des informations sur les actions à entreprendre pour améliorer la progression et le succès des étudiants dans le cours (aspect proactif).

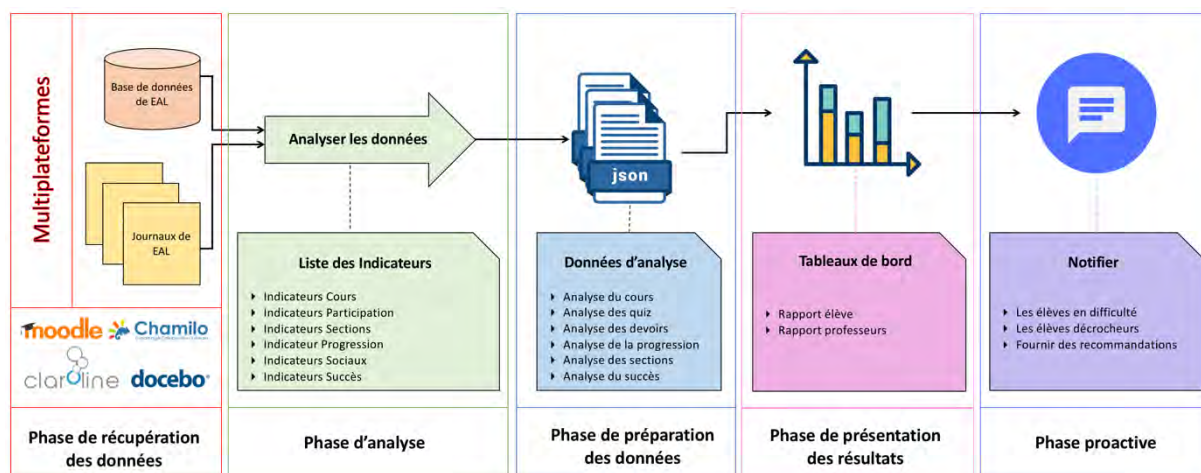


Figure 33. Les phases du processus de fonctionnement de TaBAT.

Comme le montre cette figure, le processus de fonctionnement de TaBAT se compose de cinq phases, que nous décrivons dans ce qui suit.

6.2.1. Phase de récupération des données

Le but de cette phase consiste à déterminer et récupérer les données (traces d'apprentissage) qui seront utilisées dans les phases suivantes. Les données sont localisées soit dans une base de données (MySQL, MariaDB ou PostgreSQL) dans des tables dites logstore (cas de la plateforme Moodle), dans des fichiers journaux ou bien les deux. Pour accéder aux traces d'apprentissage, l'utilisateur peut choisir (dans un fichier de configuration proposé) la plateforme utilisée, créer la chaîne de connexion avec base de données, saisir le préfixe des tables ainsi que le login et le mot de passe pour accéder à la base de données.

6.2.2. Phase d'analyse

Dans nos précédents travaux de recherche sur les facteurs qui peuvent influencer la réussite des apprenants en ligne (Safsouf, Mansouri, Poirier, 2020a; Yassine. Safsouf, Mansouri, Poirier, 2019), nous avons proposé et validé statistiquement un modèle d'évaluation de la réussite des apprenants en ligne nommé e-LSAM (e-Learner Success Assessment Model). Cette deuxième phase a pour objectif de créer des algorithmes d'analyse des activités des apprenants (basés à partir des données préalablement collectées lors de la phase précédente) sur la base d'indicateurs

découlant de notre modèle théorique. Nous classerons ces indicateurs en 6 catégories que nous décrivons dans ce qui suit.

6.2.2.1. La catégorie cours

Cette catégorie donne des informations générales sur le cours. Les indicateurs choisis sont : le nombre d'étudiants inscrits, le nombre de sections prévues et le nombre d'activités/ressources créées pour le cours.

6.2.2.2. La catégorie participation

Cette catégorie est plus centrée sur les actions que l'on peut effectuer sur le cours qui font que l'apprenant est considéré comme actif sur ce dernier. Nous distinguons deux types d'actions : les actions de consultation et les actions de contribution. Quatre indicateurs sont choisis : la date de la dernière action effectuée, la durée totale des actions effectuées dans la dernière session, la durée totale des actions effectuées depuis le début du cours et le nombre d'actions effectuées par un apprenant pour chaque type d'action. Le niveau de participation est également calculé pour chaque étudiant, selon l'équation suivante :

$$Participation = \frac{\text{Cumul des durées des actions effectuées depuis le début du cours}}{\text{Max (Cumul des durées des actions effectuées)}}$$

6.2.2.3. La catégorie section de cours

Une section est un regroupement de ressources et d'activités pédagogiques. C'est le premier niveau de structuration d'un cours en ligne. Deux indicateurs choisis dans cette catégorie, les activités ou les ressources (leçons, quiz, devoirs, url, chat, fichiers, etc.) consultées par l'apprenant, ainsi que le nombre total des activités/ressources contenues dans chaque section de cours. Ces deux indicateurs sont utilisés pour calculer le niveau de progression de l'étudiant dans chaque section de cours, selon l'équation suivante :

$$Progression\ dans\ une\ section = \frac{\sum_i^n (\text{activités\&\;ressources\ consultées})_i}{\text{Nombre d'activités de la section}}$$

6.2.2.4. La catégorie progression

La progression d'un étudiant représente l'avancement de ce dernier au sein d'un cours. Les trois indicateurs choisis pour le calcul de la progression sont : le nombre d'activités que l'apprenant a déjà réalisées, le nombre d'activités non réalisées par rapport à une date limite et le nombre d'activités définies par l'enseignant au début. Ces trois indicateurs représentent directement la progression personnelle de l'apprenant. Le niveau de progression est également calculé sur la base de ces indicateurs selon l'équation suivante :

$$\text{Progression dans le cours} = \frac{\sum_i^n (\text{indicateur activité accomplie})_i}{\text{Nombre total d'activités}}$$

6.2.2.5. La catégorie sociale

Cette catégorie se concentre sur les interactions sociales qui peuvent avoir lieu pendant le cours qui font que l'apprenant est considéré comme socialement actif. Deux indicateurs sont choisis, le nombre de messages postés par les utilisateurs dans les deux activités Chat (clavardage) et Wiki ou directement sur la plateforme, le nombre total de messages des mêmes activités et de la plateforme. Le niveau social est également calculé sur la base de ces indicateurs selon l'équation suivante :

$$\text{Social} = \frac{\sum_i^n (\text{indicateur message chat et wiki})_i + \sum_i^n (\text{indicateur message})_i}{\text{Nombre message total chat} + \text{Nombre message total}}$$

6.2.2.6. La catégorie succès

Le but est de donner une estimation du niveau de succès d'un apprenant dans le cours en ligne. Les deux indicateurs choisis, le premier est le niveau de progression avec succès, c'est-à-dire avec réussite (note supérieure à la moyenne) des activités (quiz, devoir et leçons), le calcul de cet indicateur sera comme suit :

$$\text{Progression avec succès} = \frac{\sum_i^n (\text{indicateur activité accomplie avec succès})_i}{\text{Nombre total d'activités}}$$

Le second indicateur est plus global, il donne une idée générale sur le niveau de réussite d'un apprenant dans un cours en ligne. Les résultats de notre modèle e-LSAM présentés dans la figure 13 (cf. chapitre 3), montrent que la réussite s'explique avec

un taux de prédiction de 80,7%, par 24,1% d'autorégulation (représentée dans notre cas par le niveau de progression avec succès), et par 75,7% de continuité de l'utilisation du système. Cette dernière s'explique par 38,5 % du niveau d'interaction sociale et 61,5 % du niveau de participation au cours. Pour le calcul de l'indicateur, nous avons arrondi les valeurs pour le niveau d'interaction sociale à 40% et le niveau de participation au cours à 60%. L'équation permettant de déterminer la continuité de l'utilisation du système est la suivante:

$$\text{Continuité} = (0,4 * \text{niveau social}) + (0,6 * \text{niveau de participation})$$

Comme pour le calcul de la continuité d'utilisation du système, nous avons arrondi le niveau d'autorégulation à 30% et le niveau de continuité d'utilisation à 70%. Le niveau de réussite est représenté par l'équation suivante :

$$\text{Succès} = (0,3 * \text{progression avec succès}) + (0,7 * \text{continuité})$$

Les indicateurs présentés ci-dessus nous donnent une valeur numérique représentant les données correspondant à un étudiant donné. Afin de pouvoir générer des rapports aussi clairs que possible, nous symboliserons ces données numériques par des indicateurs en couleur. Trois couleurs sont choisies : la couleur verte signifie que l'étudiant participe activement, le jaune signifie que l'étudiant pourrait être plus impliqué, et enfin le rouge signifie que l'étudiant ne participe pas assez au cours en ligne et doit absolument changer sa façon de travailler. Bien entendu, chaque indicateur de couleur doit être analysé en fonction du critère qu'il représente. Le calcul est fait comme suit :

$$\begin{aligned} &\geq 0.6 \rightarrow \text{Vert} \\ [\text{indicateur}] &> 0.2 \text{ et } < 0.6 \rightarrow \text{Jaune} \\ &\leq 0.2 \rightarrow \text{Rouge} \end{aligned}$$

6.2.3. Phase de préparation des données

Cette troisième phase joue le rôle de relais entre la phase d'analyse et la phase de présentation des résultats. C'est également une phase essentielle permettant

d'assurer l'interopérabilité de notre outil. Le but est de permettre d'une part de regrouper, transformer et générer des fichiers JSON (JavaScript Object Notation) de nomenclature standardisée contenant les données essentielles à notre outil, cachant ainsi leurs provenances principales. D'autre part, il permet de donner la possibilité aux développeurs d'étendre l'utilisation de notre outil à d'autres EAL, en utilisant tout langage de programmation permettant la génération de ces mêmes fichiers (par exemple : PHP ou Python). La figure suivante présente un exemple de la structure d'un fichier au format JSON afin de visualiser les différentes composantes :

```
{
  "id"      : "2",
  "titre"   : "Programmation Orientée Objet",
  "section" : "7",
  "eleves"  : {
    "nb": "26",
    "rouge": "1",
    "orange": "14",
    "vert": "11"
  },
  "activites" : {
    "Leçons": "2",
    "Quiz": "6"
  },
  "ressources" : {
    "Fichiers": "3",
    "URL": "5"
  }
}
```

Figure 34. Structure d'un fichier au format JSON

6.2.4. Phase de présentation des résultats

Cette phase représente l'élément clé qui caractérise notre outil. Le but est de présenter des rapports sous forme de diagrammes variés (basés sur les données générées dans les fichiers JSON). Deux vues indépendantes sont présentées : le rapport élève et le rapport professeur. Ces rapports seront illustrés plus en détail au chapitre 7.

6.2.4.1. Rapport élève

Ce rapport présente une vision concise pour être efficace. Les informations sont basées sur les indicateurs présents dans la catégorie participation, section, progression et sociale. Le rapport se présente sous deux formats : des graphiques de type linéaire ou barre ainsi que des tableaux plus détaillés.

6.2.4.2. Rapport professeur

Le rapport pour l'enseignant présente des données statistiques provenant des indicateurs de la catégorie cours, ainsi que des graphiques de synthèse provenant des indicateurs des catégories participation, section et sociale sur la consultation et la contribution des étudiants dans la classe pour chaque section du cours en ligne, sans oublier le calcul du progrès et de la réussite issus des indicateurs des catégories progression et succès. Ce rapport présente aussi quatre tableaux :

- Tableau d'analyse des quiz (tests) : récapitule pour chaque apprenant, les quiz passés, le nombre de questions répondues, le nombre total de questions du quiz, la note finale obtenue et la durée enregistrée pour faire le test ;
- Tableau d'analyse des devoirs : résume aussi pour chaque apprenant, les devoirs rendus (à temps ou en retard), et ceux qui sont non rendus ;
- Tableau de progression : présente pour chaque apprenant, son niveau de progression (issu des indicateurs des catégories participation et progression), avec la possibilité d'avoir un rapport détaillé sur le calcul de cette progression, ainsi que la possibilité de contacter chaque apprenant par e-mail ou bien de programmer l'envoi de notifications automatiques (décrite dans la phase proactive) ;
- Tableau de décrochage scolaire : ce dernier présente pour chaque apprenant, son niveau de progression avec succès (issu des indicateurs de la catégorie succès), ainsi qu'une valeur calculable estimée du succès de l'apprenants dans le cours en ligne. Comme pour le tableau de progression, le professeur peut consulter aussi un rapport détaillé sur le calcul du succès,

ainsi que la possibilité de contacter chaque apprenant manuellement (par e-mail) ou de programmer l'envoi de notifications automatiques.

6.2.5. Phase proactive

Cette dernière phase permet au professeur de contacter les apprenants manuellement ou de programmer un envoi automatique de notifications. L'objectif est d'alerter l'apprenant par diverses suggestions et actions à entreprendre. Ces notifications sont classées en 6 catégories :

- **Connexion** : l'apprenant reçoit une notification de type connexion s'il dépasse 7 jours sans se connecter à la plateforme LMS ;
- **Ressource** : l'apprenant reçoit une notification de type ressource s'il n'a pas consulté une ressource (Fichier à télécharger ou URL à visiter) ;
- **Sociale** : l'apprenant reçoit une notification de type social s'il n'a pas contribué à une activité sociale (chat ou wiki) ;
- **Leçon** : l'apprenant reçoit une notification de type leçon s'il n'a pas consulté ou accompli une leçon prévue dans une section du cours ;
- **Test** : l'apprenant reçoit une notification de type test (quiz) si un test est disponible à faire, la notification comporte la date et l'heure programmée par le professeur ;
- **Devoir** : l'apprenant reçoit une notification de type devoir si un devoir n'est pas encore rendu ou bien dont le délai de remise a été prolongé (en retard), la notification comporte la date et le dernier délai (nombre de jours) pour rendre ce devoir;

Chaque type de notification est codé par un système de couleur facilitant la visualisation et la détection des notifications importantes.

Un script Linux est programmé pour envoyer automatiquement les notifications deux fois par jour, à 8 heures et à 20 heures. Si la même notification a déjà été envoyée et n'a pas encore été lue, l'envoi n'est pas effectué.

6.3. Démarche d'analyse et de conception

Dans cette partie, nous allons exposer la démarche de modélisation suivie afin de développer l'outil TaBAT. Nous avons choisi UML (Unified Modeling Language) comme langage de modélisation de ce projet. Le développement de l'outil a donc nécessité les phases suivantes :

- **La phase d'analyse** : permet de comprendre et de décrire les besoins des utilisateurs vis-à-vis de l'usage de l'outil (appelé aussi la phase d'analyse des besoins). Après une validation des besoins, nous imaginons la solution et nous décrivons la structure statique, les types et les interactions entre les objets et les utilisateurs dans la phase d'analyse applicative ;
- **La phase de conception** : permet d'apporter plus de détail à la solution en cherchant à clarifier des aspects techniques, tels que le déploiement des différentes parties de l'outil.

Dans ce qui suit, nous allons détailler les diagrammes choisis pour chaque phase de modélisation de l'outil TaBAT.

6.3.1. Phase d'analyse

6.3.1.1. Diagramme de cas d'utilisation

Le diagramme de cas d'utilisation décrit les possibilités d'interaction entre le système et les intervenants extérieurs (utilisateur ou autres systèmes).

6.3.1.1.1 Cas d'utilisation « Professeur »

Sur TaBAT, un professeur peut s'identifier par son login et mot de passe fournis par la plateforme en ligne, ensuite il peut lancer l'analyse d'un de ses cours. Les cas d'utilisation sont :

- **Analyser l'état du cours** : voir le nombre d'apprenants inscrit, le nombre de sections, activités et ressources dans le cours, le nombre d'apprenants qui participent activement dans le cours, des statistiques sur les connexions

mensuelles pour l'années en cours ainsi que des statistiques sur le nombre de consultation des activités et des ressources par section pour ce cours ;

- **Analyser les quiz du cours** : voir le passage et la validation des quiz par les apprenants (titre du quiz, nombre de repenses soumises par l'apprenants sur le nombre de question globale du quiz, la note obtenue et le temps passé pour répondre au quiz) ;
- **Analyser les devoirs du cours** : voir la liste des devoirs pour chaque apprenant (titre du devoir) ainsi que le statut (remis à temps, en retard ou bien non remis) ;
- **Progression des apprenant** : voir la progression de chaque apprenant (date et durée de la dernière connexion et une estimation de progression dans le cours en pourcentage) ;
- **Rapport détaillé de la progression des apprenant** : voir les détails du calcul du pourcentage de la progression de chaque apprenant dans le cours (nombre de devoirs remis, nombre de quiz soumis, nombre de leçons faites ainsi que le nombre de ressources consultées (Fichier, URL, etc...) ;
- **Risque de décrochage scolaire** : consulter les apprenants à risque de décrochage scolaire (la durée totale de consultation estimée, le pourcentage de progression estimée avec quiz validé, le pourcentage de succès calculé et l'état de prédiction : Risque de décrochage, Risque minime ou bien réussite scolaire) ;
- **Rapport détaillé sur le succès des apprenants**: voir les détails du calcul du pourcentage de succès de chaque apprenant dans le cours (nombre de devoirs remis, nombre de quiz soumis et validés, nombre de leçons faites, nombre de ressources consultées (Fichier, URL, etc...) avec le pourcentage d'interaction sociale (pourcentage de participation au chat s'il existe ainsi que pourcentage de participation aux messages de la plateforme) ;
- **Contacter les apprenants par e-mail** : possibilité de contacter les apprenants par e-mail en cas de devoirs non rendus ou en retard, un quiz non

fait ou non validé, un pourcentage de progression réduit ou bien en cas de décrochage scolaire ;

- **Activer l'envoi de notification automatique** : possibilité de spécifier le ou les apprenants qui recevront des notifications en cas d'un devoir programmé ou en retard, un quiz planifié, des leçons ou des ressources non consultées, un chat planifié où l'apprenants n'a pas participé ainsi qu'en cas d'un dépassement d'une semaine sans connexion à la plateforme.

La figure suivante présente le diagramme de cas d'utilisation pour un professeur.

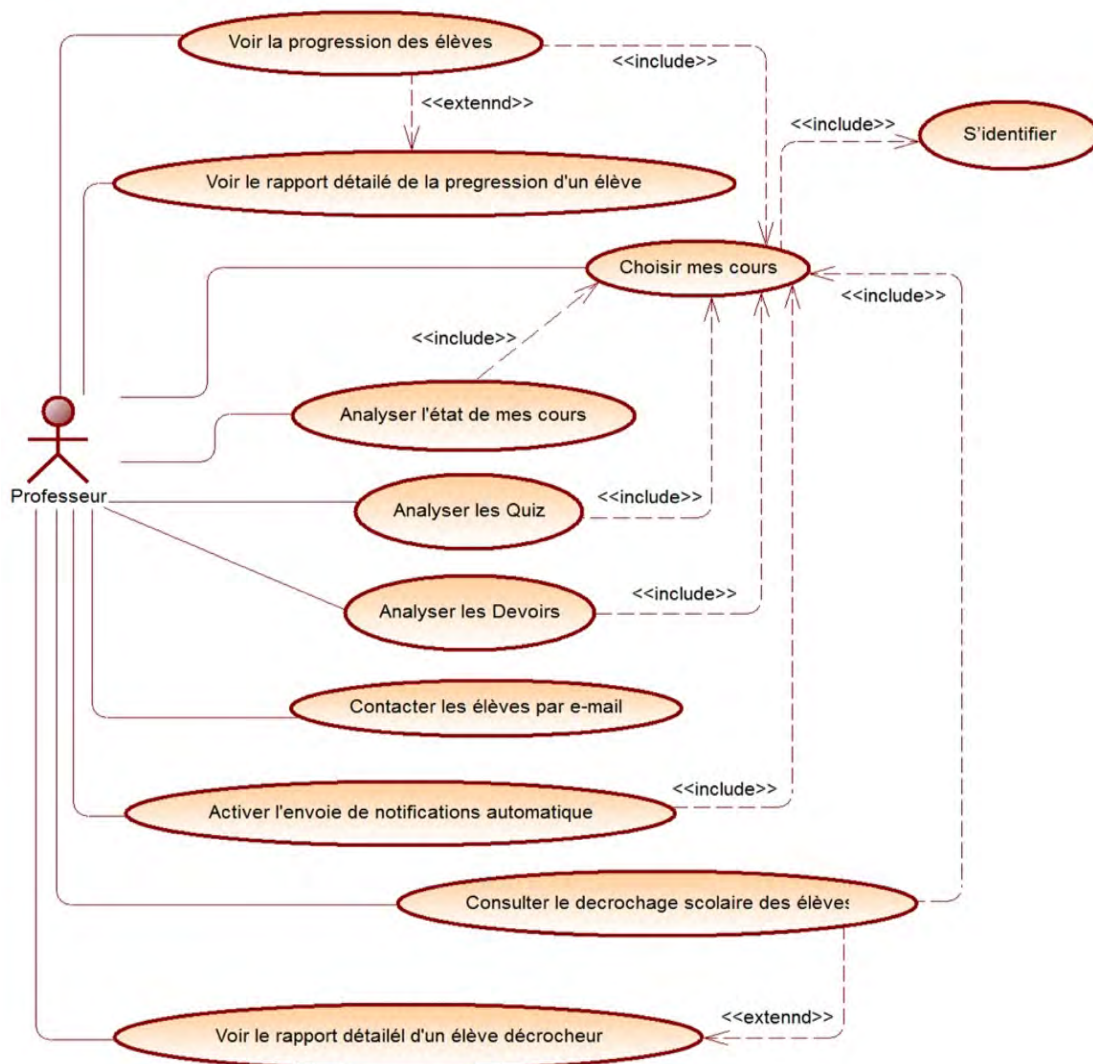


Figure 35. Diagramme de cas d'utilisation <<Professeur>>.

6.3.1.1.2 Cas d'utilisation « Élève »

Le système propose une gestion différente pour les élèves. Après une authentification par son login et mot de passe fourni par la plateforme en ligne, l'élève a la possibilité d'analyser un de ses cours. Cette analyse lui permet de consulter :

- **Niveau de progression par section** : voir le niveau de sa progression pour chaque section du cours ;
- **Détail de progression** : voir plus en détail sa progression pour chaque section du cours (les types, le titre et l'état des activités et ressources de chaque section) ;
- **Consulter les notifications** : visualiser les notifications proposées automatiquement par le système, avec aussi la possibilité d'effacer une ou plusieurs notifications ;
- **Comparaison du niveau de progression** : possibilité de comparer son niveau de progression avec deux autres niveaux de progression, le premier est celui du premier élève de la classe, le second avec celui de l'élève moyen ;
- **Positionnement dans la classe** : voir le positionnement de sa progression (en pourcentage) par rapport aux autres élèves de la classe ;
- **Niveau total de progression** : voir son niveau de progression (en pourcentage) total ;
- **Classement des élèves** : possibilité de visualiser un tableau comportant le classement de tous les élèves de la classe par niveau de progression dans le cours.

La figure 36 présente le diagramme de cas d'utilisation pour un élève.

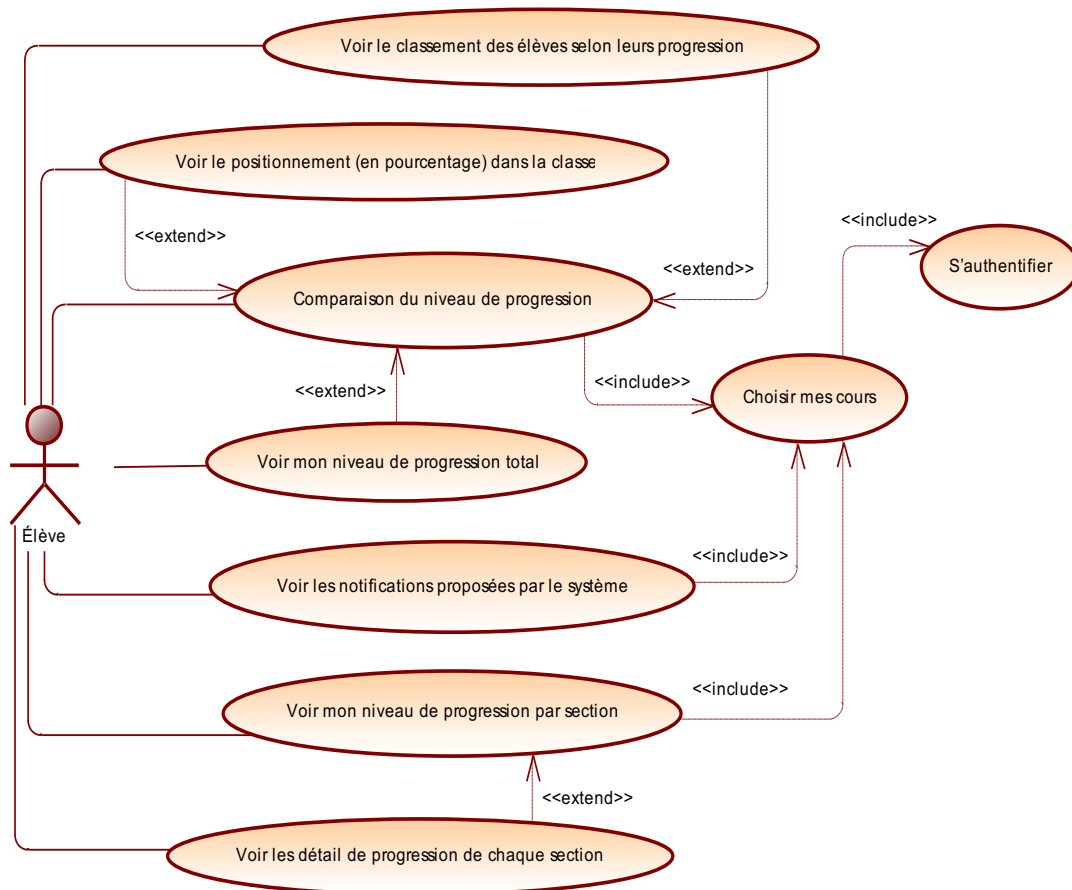


Figure 36. Diagramme de cas d'utilisation <<Élève>>

6.3.1.2. Diagramme de classes

Le diagramme de classe permet de donner la vision statique du système à développer. Cette vision est centrée sur les concepts de classe et d'association. Chaque classe est décrite par les données (attributs) et les traitements (méthodes) qui sont matérialisées par des opérations. Le détail des méthodes n'est pas représenté directement dans le diagramme de classe.

La figure 37 présente le diagramme de classes métiers. Dans ce diagramme les deux classes Course et User sont issus de la plateforme utilisée, dans notre cas, c'est la plateforme Moodle.

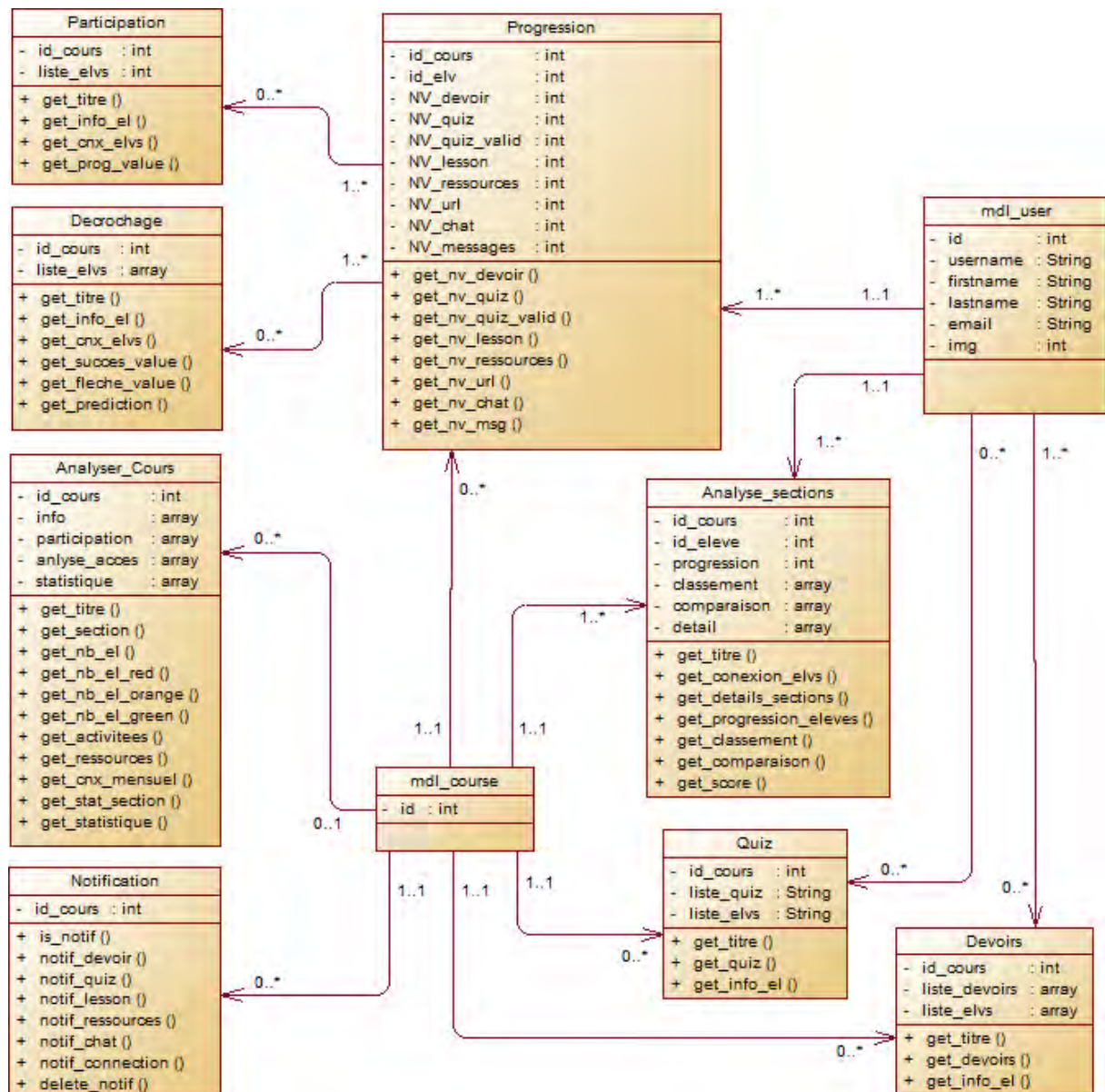


Figure 37. Diagramme de classes métiers

6.3.1.3. Diagramme de séquence

Le diagramme de séquence permet de décrire comment les éléments du système interagissent entre eux et avec les acteurs. Ce diagramme présente les interactions d'objets dans le cadre d'un scénario d'un diagramme des cas d'utilisation.

Dans un souci de simplification, on représente l'acteur principal à gauche du diagramme, et les acteurs secondaires éventuels à droite du système. Le but étant de décrire comment se déroulent les actions entre les acteurs ou objets.

6.3.1.3.1 Séquences du Cas d'utilisation « Professeur »

Pour que le professeur puisse analyser un cours, il doit tout d'abord s'authentifier (saisir le login et le mot de passe de l'EAL), après il pourra choisir le cours à analyser. Après le professeur a la possibilité de consulter l'état du cours, l'état des devoirs et des quiz. La figure 38 présente de diagramme de séquence.

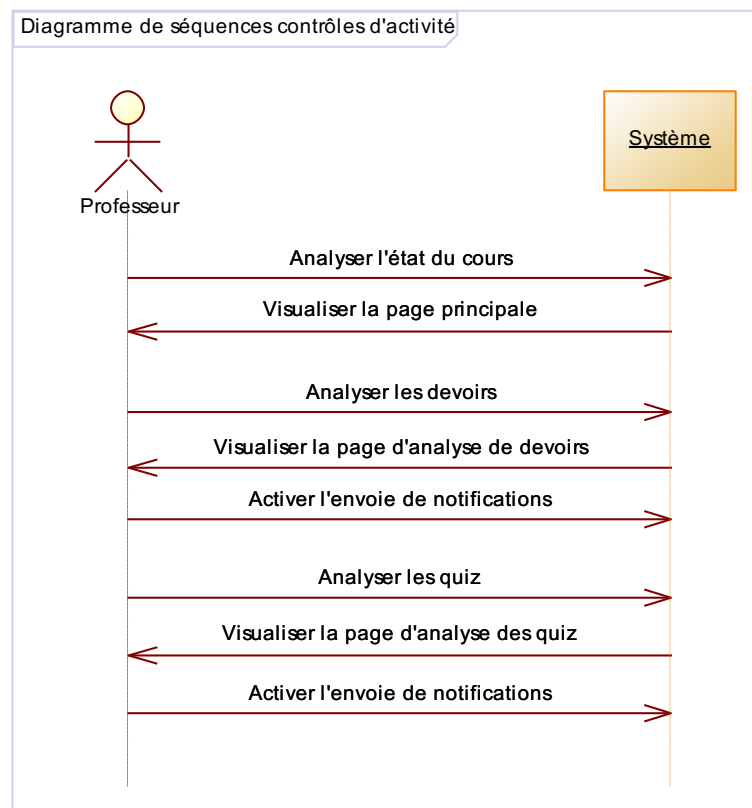


Figure 38. Séquences de contrôles d'activité

Le professeur pourra consulter la progression des élèves avec un rapport détaillé sur cette progression (Figure 39).

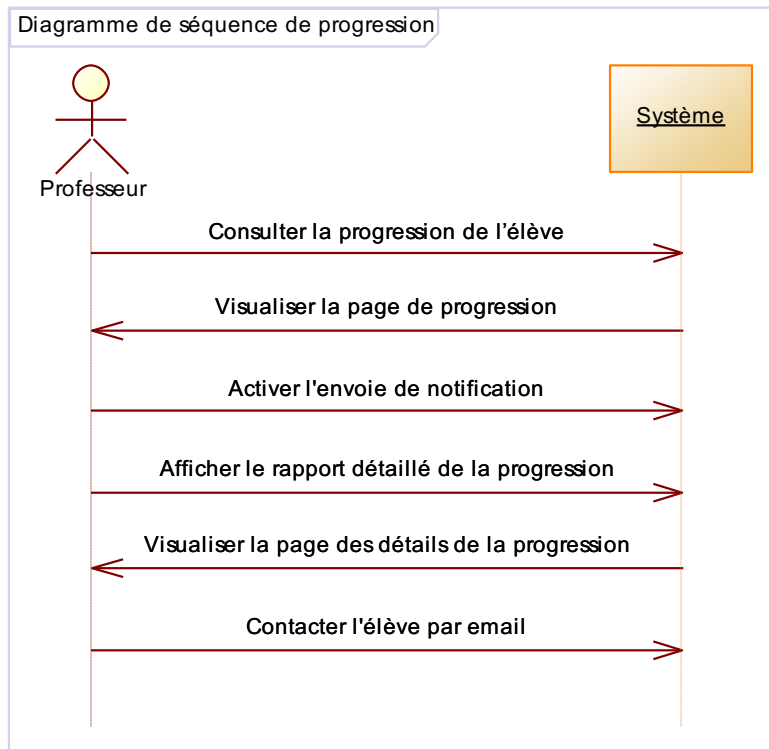


Figure 39. Séquences progression des élèves

Comme pour la progression, le professeur pourra aussi consulter la liste des décrochages scolaires avec un rapport détaillé (Figure 40).

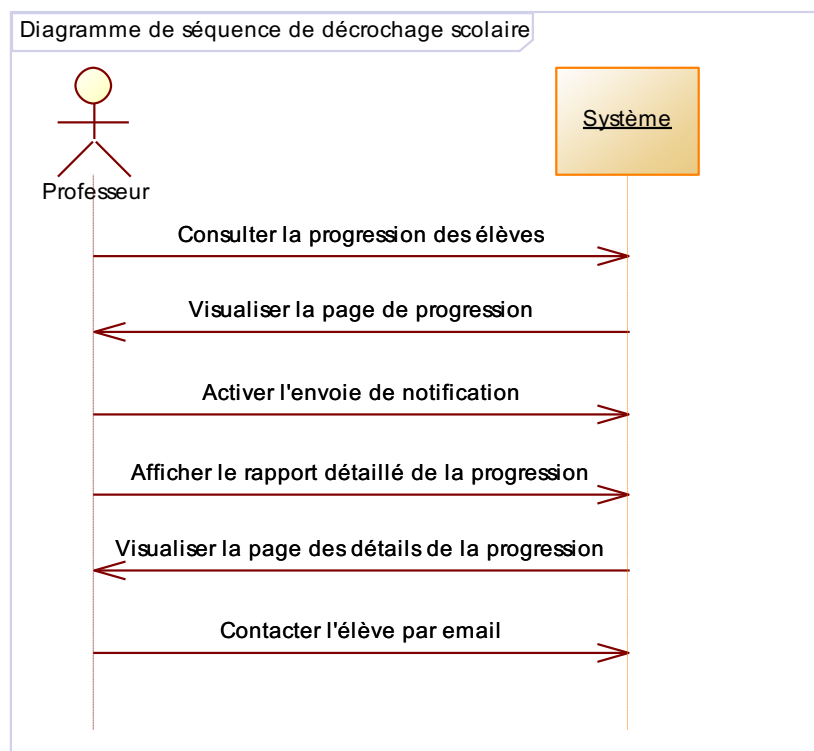


Figure 40. Séquences décrochage scolaire

6.3.1.3.2 Séquences du Cas d'utilisation « Élève »

Comme pour le professeur, l'élève a aussi la possibilité d'analyser un cours, le tableau de bord de l'élève est très différent de celui du professeur. L'élève doit tout d'abord s'authentifier, après il pourra choisir le cours à analyser. Ensuite, l'élève a la possibilité de consulter l'état et son niveau de progression dans le cours, comparer son niveau avec celui d'un élève moyen ou celui du meilleur élève, avec aussi la possibilité de voir son classement dans la classe (Figure 41).

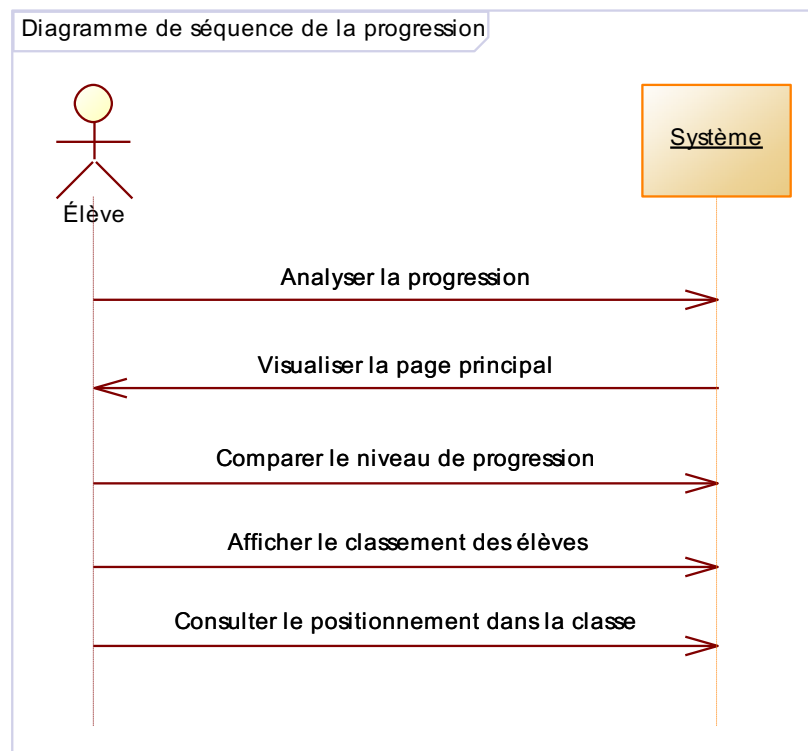


Figure 41. Séquence de la progression des élèves

L'élève a la possibilité de consulter le détail de sa progression selon les sections du cours, La figure 42 présente de diagramme de séquence correspondant.

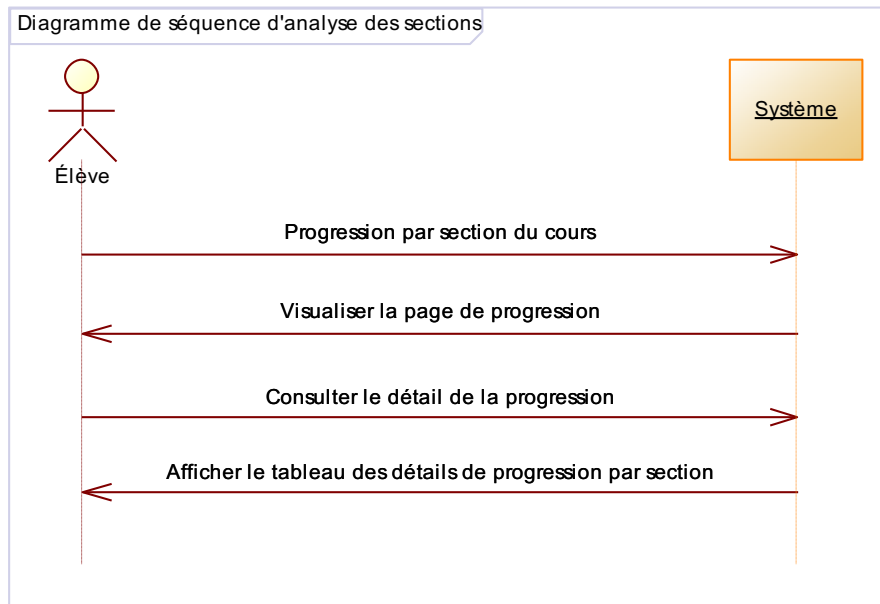


Figure 42. Séquence d'analyse des sections d'un cours

L'élève pourra aussi consulter les notifications générées automatiquement par le système, avec la possibilité aussi de marquer ces notifications en état de lecture. La figure suivante présente de diagramme de séquence.

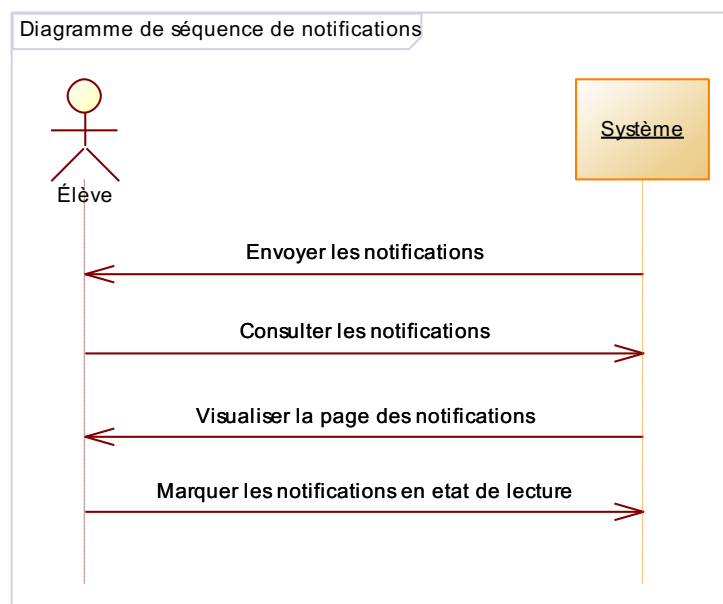


Figure 43. Séquence de notifications

6.3.2. Phase de conception

Dans cette phase, nous présentons le principal diagramme de la phase conceptuelle à savoir, le diagramme de déploiement. Ce diagramme permet de décrire le déploiement physique des différentes composantes de TaBAT, ainsi que des

informations générées (fichiers JSON) sur des composants matériels. La figure 44 présente le diagramme de déploiement choisi.

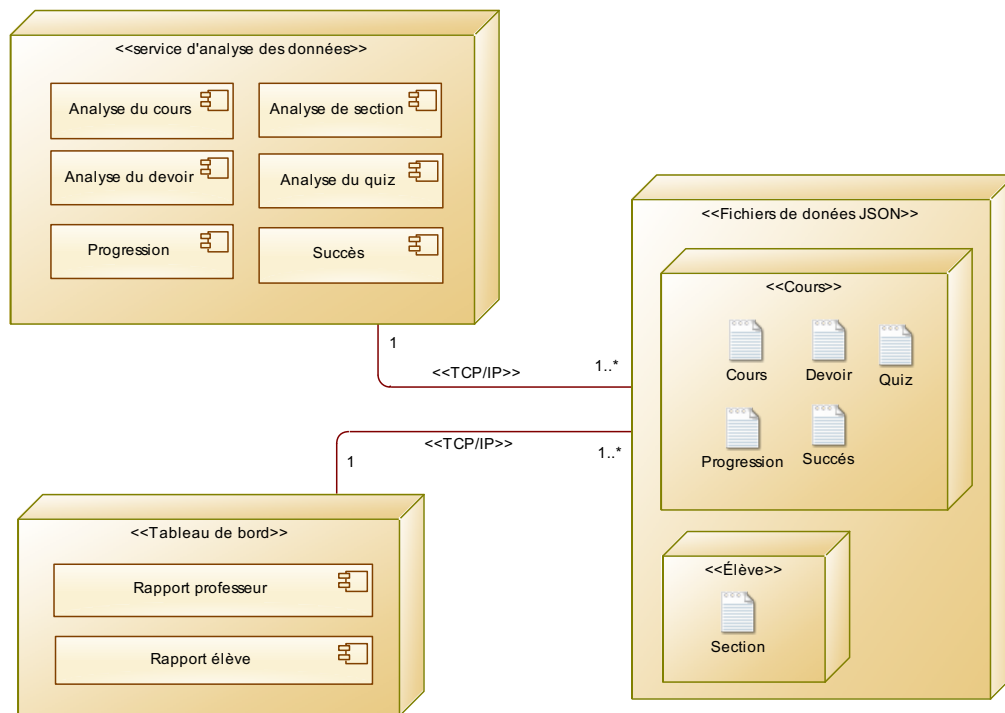


Figure 44. Diagramme de déploiement

6.3.3. Phase d'implémentation

Le chapitre suivant sera consacré aux technologies de développement utilisées, à la présentation des interfaces de TaBAT, avec une expérimentation pour voir la capacité de TaBAT à réduire l'abandon, améliorer la performance et prédire le succès des apprenants.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons pu définir le domaine d'analyse d'apprentissage, sa généalogie, ces approches et ses communautés scientifiques. Dans ce sens, nous avons proposé les phases de conception et de modélisation d'un outil (nommé TaBAT) capable d'analyser les traces d'apprentissage, et de fournir des tableaux de bord destinés aux enseignants et aux apprenants.

Chapitre 7 : Troisième étude - Analyse des traces d'apprentissage dans l'enseignement supérieur au Maroc

7. Chapitre 7 : Troisième étude - Analyse des traces d'apprentissage dans l'enseignement supérieur au Maroc

Introduction

Après une présentation, dans le chapitre précédent, du terme « analyse d'apprentissage » (LA), suivie d'une analyse des besoins des utilisateurs vis-à-vis de l'usage que pourrait proposer l'outil TaBAT. Nous présentons dans ce chapitre une illustration des interfaces des tableaux de bord, développés sur la base de l'analyse faite précédemment.

Nous proposons aussi une troisième étude, menée dans le secteur de l'enseignement supérieur marocain, afin de tester l'efficacité de TaBAT par les parties prenantes. Nous exposons ensuite la démarche, la méthodologie et une discussion des résultats de l'analyse de cette étude.

Nous présentons aussi les résultats d'une étude qualitative visant à comprendre l'impact de l'utilisation de TaBAT, à travers les impressions et les opinions des participants de cette troisième étude.

7.1. Mise en œuvre de l'application TaBAT

Les EAL offrent un moyen d'accès aux ressources pédagogiques via Internet, la plupart des solutions sont des plateformes Web, gratuites et dont les données sont disponibles dans une base de données MySQL, MariaDB ou PostgreSQL. Afin de présenter les tableaux de bord permettant d'analyser les traces d'apprentissage, nous avons choisi de concevoir TaBAT sous forme d'une application Web. Dans cette partie, nous allons tout d'abord présenter les technologies de développement utilisées, suivi des interfaces graphiques de TaBAT.

7.1.1. Langages et technologies de développement

Afin de concevoir les différentes composantes de TaBAT, nous avons utilisé les langages, outils et technologies suivantes :

- **Langage PHP7** : pour le développement des classes métiers, ainsi que pour produire des pages Web dynamiques ;
- **MYSQL** : système de gestion de bases de données relationnelles, pour accéder aux traces des utilisateurs de la plateforme d'apprentissage utilisée ;
- **JavaScript** : langage de script incorporé dans les pages Web, pour exécuter des commandes du côté client, c'est-à-dire au niveau du navigateur et non du serveur Web ;
- **AJAX** : acronyme de « Asynchronous Javascript And XML », utilisé pour communiquer avec le serveur (notamment envoyer et récupérer des données) de façon asynchrone, c'est-à-dire sans avoir à recharger la page ;
- **La bibliothèque jQuery** : bibliothèque JavaScript qui facilite la manipulation des objets ;
- **La bibliothèque Chart.js** : bibliothèque JavaScript de représentation des données sous forme de graphes, utilisée dans notre cas pour générer les tableaux de bord ;
- **Framework Bootstrap** ; collection d'outils utiles à la création du design graphique (graphisme, animation et interactions avec la page dans le navigateur etc.), utilisée pour la conception des interfaces de TaBAT ;
- **JSON** : acronyme de « JavaScript Object Notation », c'est un format léger d'échange de données. Facile à lire ou à écrire, il est utilisé dans notre cas pour générer les fichiers de données, afin de garantir l'interopérabilité ;
- **L'outil ATOM** : éditeur de texte libre pour MacOS, GNU/Linux et Windows développé par GitHub. Utilisé pour éditer le code de TaBAT.

7.1.2. Les interfaces graphiques

Selon l'analyse théorique et le besoin des parties prenantes, TaBAT se compose de deux rapports, celui du professeur et celui de l'élève.

Le rapport professeur donne la possibilité d'analyser des cours, de consulter les élèves en difficulté ainsi que de voir le tableau de décrochage scolaire, ses pages

seront présentées en détail ci-après. La figure 45 présente la hiérarchie d'accès aux pages Web du rapport professeur.

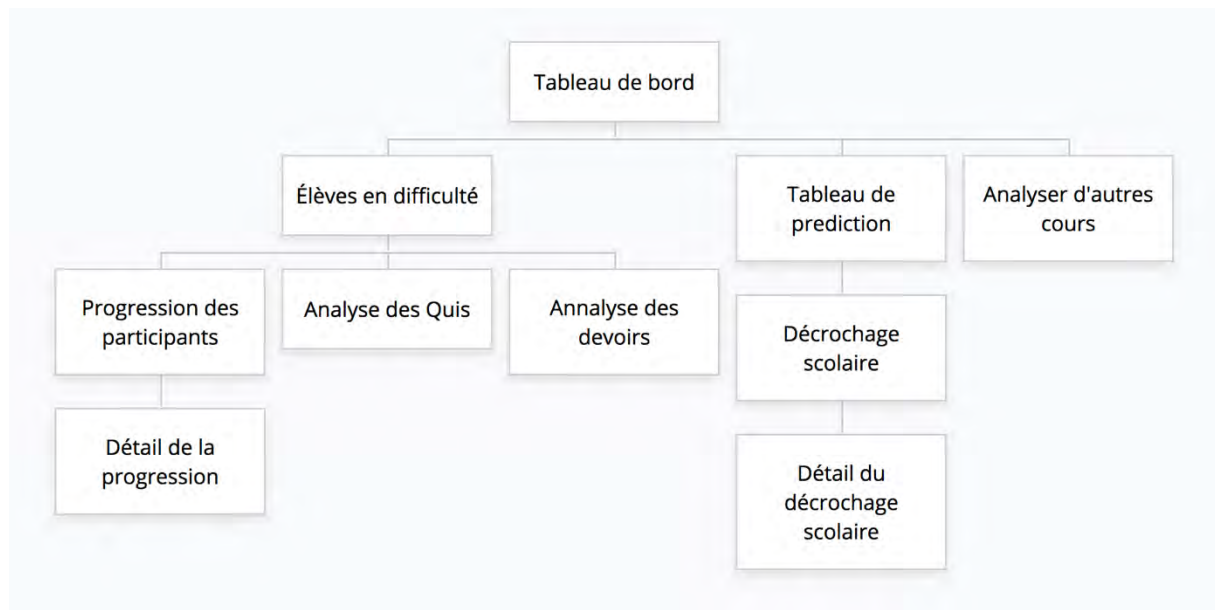


Figure 45. hiérarchie d'accès aux pages du rapport professeur.

Le rapport élève présente un tableau de bord permettant aux élèves d'analyser les cours où ils sont inscrits, de consulter leurs progressions ainsi que de voir les notifications envoyées par le système. La figure 46 présente la hiérarchie d'accès aux pages Web du rapport élève.

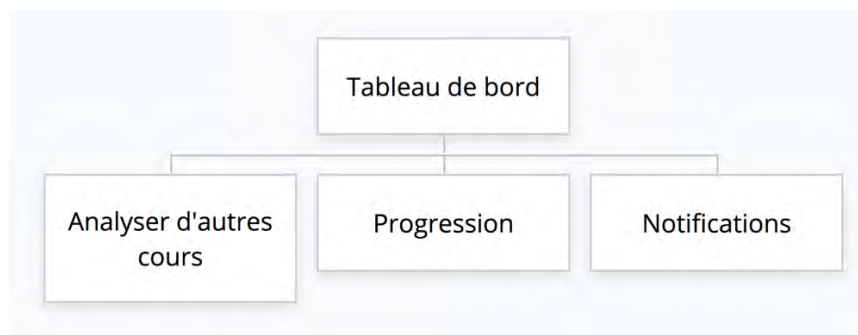


Figure 46. hiérarchie d'accès aux pages du rapport élève.

Avant d'accéder aux deux rapports (professeur ou élève), la première interface de TaBAT est la page d'authentification. Cette page demande à l'utilisateur de saisir son nom d'utilisateur et son mot de passe fournis au niveau de la plateforme EAL. La figure 47 présente le contenu de cette interface.

Bonjour sur l'application d'analyse des traces d'apprentissage. Commençons !

Connectez-vous pour continuer.

🕒 Saisissez votre login et mot de passe de votre plateforme en ligne

Nom d'utilisateur

Mot de passe

s'identifier

☐ Se souvenir de moi

Figure 47. interface d'authentification.

Après une authentification valide, TaBAT propose l'interface d'analyse des cours, cette interface s'adapte selon le rôle de l'utilisateur (Élève, Professeur, Créateur de cours, Administrateur, etc...). Pour les élèves, cette interface propose seulement une liste déroulante pour choisir le cours à analyser. Par contre pour les autres rôles, une option de plus est proposée, il s'agit du nombre minimal de jours de la dernière connexion des participants aux cours en ligne. Les figures 48 et 49 présentent ces deux interfaces.

Analyse des traces d'apprentissage

Prière de choisir le cours et vos options d'analyse

Cours à analyser

BASE DE DONNÉES OBJET

Lancer l'analyse

Figure 48. interface analyse du cours (rôle élève).

Analyse des traces d'apprentissage

Prière de choisir le cours et vos options d'analyse

Cours à analyser

Programmation C++

Dernière connexion de vos participants (Nombre de jours)

7

Lancer l'analyse

Figure 49. interface analyse du cours (autres rôles).

7.1.2.1. Interfaces du rapport professeur

La première page de ce rapport donne un résumé du cours, La figure 50 présente cette interface. Dans la zone numéro 1 nous retrouvons le nombre d'élèves inscrits, le nombre de sections, le nombre d'activités/ressources du cours, un diagramme en courbe représentant des statistiques sur les connexions mensuelles pour l'année en cours, ainsi qu'un autre diagramme en secteurs pour afficher le nombre d'étudiants qui participent activement au cours en ligne. La zone 2 comporte un histogramme représentant les statistiques sur Le nombre de consultation des activités et des ressources par les élèves. La zone 3 comporte des liens sur les pages du rapport professeur.

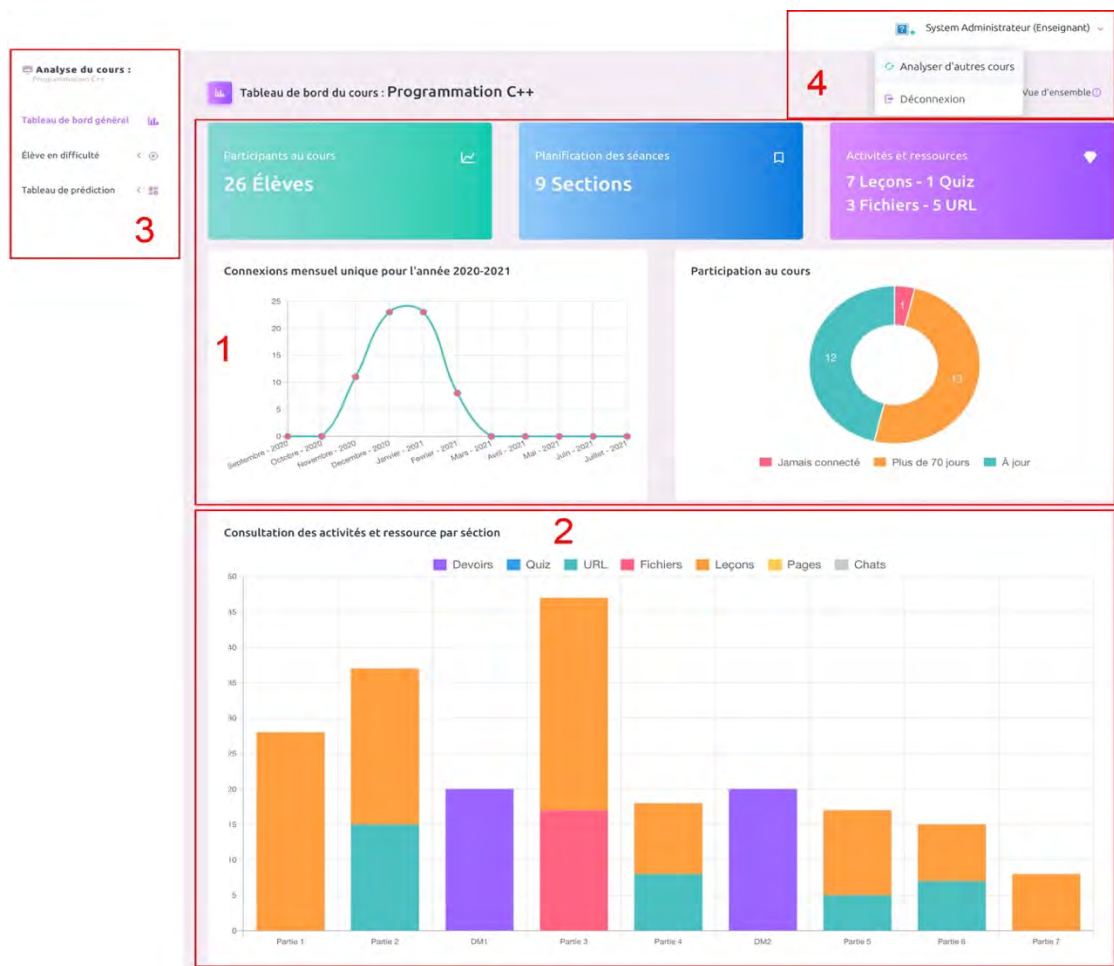


Figure 50. interface tableau de bord professeur (vision synthétique).

Enfin, dans la zone 4 nous retrouvons les informations sur le compte du professeur (prénom et nom) accompagnées de sa photo et de son rôle (Enseignant) avec deux

liens, le premier permettant d'analyser d'autre cours (interface d'analyse du cours) et le second pour se déconnecter (interface d'authentification).

La seconde page du rapport est l'interface de progression, elle permet d'afficher un tableau des participants au cours, avec la date et la durée de la dernière session ouverte, ainsi qu'une estimation en pourcentage de leur progression dans le cours (Figure 51). Un code couleur a été utilisé pour présenter les résultats selon les règles suivantes :

- **Couleur verte** : signifie que l'élève participe de manière active sur la plateforme (niveau de progression > 60%) ;
- **Couleur jaune** : signifie que l'élève pourrait être plus investi sur la plateforme malgré le fait qu'il y soit déjà présent (valeur entre 20% et 60%) ;
- **Couleur rouge** : signifie que l'élève ne participe pas assez au cours en ligne (niveau de progression < 20%) et doit absolument changer sa manière de travailler.

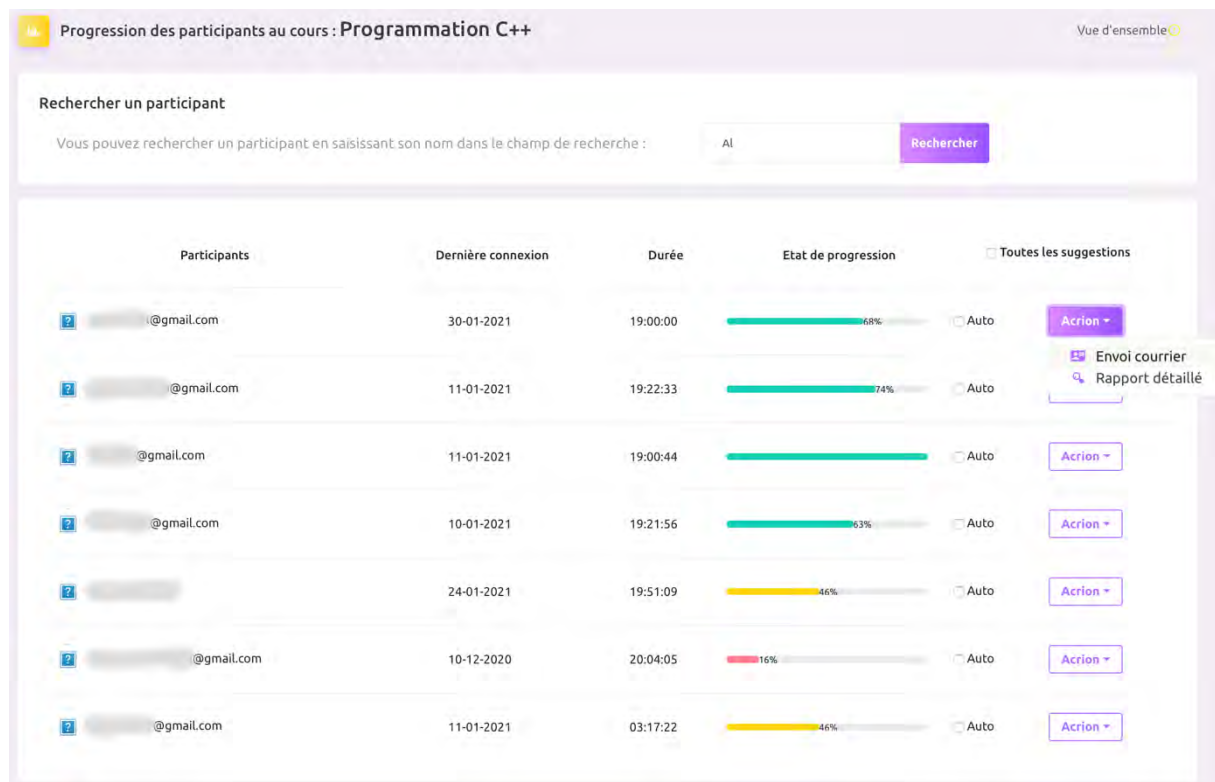


Figure 51. interface progression des participants.

Une zone de recherche est aussi présente en haut du tableau, cette zone facilite l'accès à l'information, et permet au professeur d'afficher les élèves si un ou plusieurs caractères saisis dans la zone de recherche existe dans leur nom.

Pour chaque élève, le professeur a la possibilité de cocher la case « Auto » de la colonne « Suggestion », afin d'intégrer l'élève dans la liste des envois de notifications automatiques par le système. Un bouton nommé « Action » permet de contacter l'élève par email ainsi que de consulter un rapport détaillé sur la progression de chaque élève. La figure 52 présente cette interface.

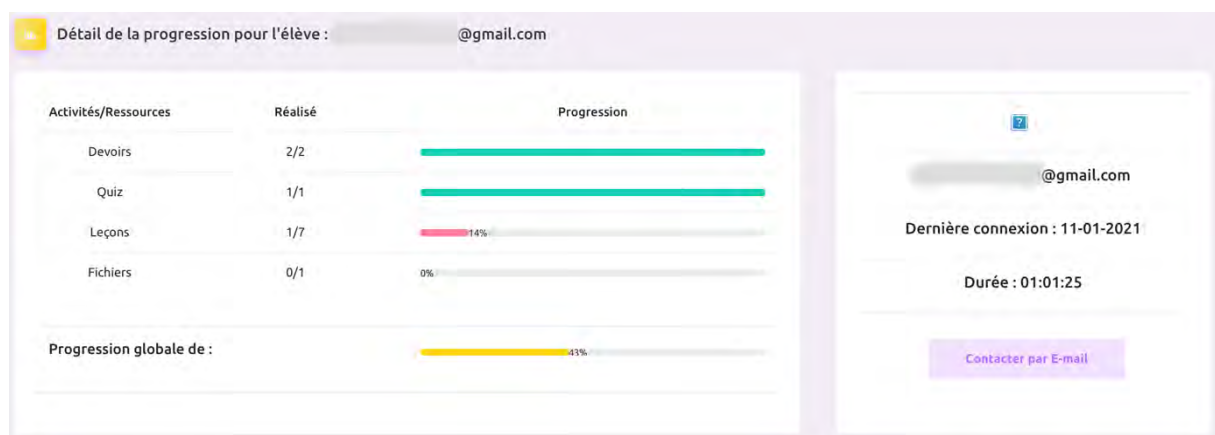


Figure 52. interface rapport détaillé de la progression.

La troisième page du rapport (Figure 53) fournit une analyse détaillée des quiz (liste des quiz passés ou non, nombre de questions répondues sur le nombre total de questions, score obtenu en pourcentage et le temps de passage de chaque élève).








Passage et validation des Quiz : Programmation C++					Vue d'ensemble	
Participants	Informations sur les Quiz				<input type="checkbox"/>	Toutes les suggestions
	Titre du Quiz	NB réponse	Note	Temps		
 @gmail.com	QCM (DM2)	20/10	100%	19:12:02	<input checked="" type="checkbox"/> Auto	Envoi courrier
 @gmail.com	QCM (DM2)	20/10	100%	19:11:27	<input checked="" type="checkbox"/> Auto	Envoi courrier
 @gmail.com	Le Quiz "QCM (DM2)" est non fait				<input checked="" type="checkbox"/> Auto	Envoi courrier
 @gmail.com	QCM (DM2)	20/10	100%	19:16:25	<input checked="" type="checkbox"/> Auto	Envoi courrier
 @gmail.com	QCM (DM2)	10/10	100%	19:04:24	<input checked="" type="checkbox"/> Auto	Envoi courrier
 @gmail.com	QCM (DM2)	19/10	90%	19:05:32	<input checked="" type="checkbox"/> Auto	Envoi courrier
 @gmail.com	QCM (DM2)	10/10	90%	19:09:54	<input checked="" type="checkbox"/> Auto	Envoi courrier

Figure 53. Interface d'analyse des quiz.

Un codage couleur est aussi utilisé pour différencier visuellement les quiz faits, de ceux non faits. Une couleur violette permet d'indiquer les quiz non faits. Tandis qu'une couleur rouge signifie que le quiz est fait par l'élève mais sans le valider, la couleur verte permet d'indiquer les quiz validés.

Statuts des devoirs : Programmation C++

Vue d'ensemble

Participants

Statut

Toutes les suggestions

@gmail.com

Devoir Maison (DM1)

Remis

Auto

Envoi courrier

@gmail.com

Devoir Maison (DM2)

Remis

Auto

Envoi courrier

@gmail.com

Devoir Maison (DM1)

Remis

Auto

Envoi courrier

@gmail.com

Devoir Maison (DM2)

Remis

Auto

Envoi courrier

@gmail.com

Devoir Maison (DM1)

Non remis

Auto

Envoi courrier

@gmail.com

Devoir Maison (DM2)

Non remis

Auto

Envoi courrier

Figure 54. Interface d'analyse des devoirs.

La quatrième page affiche une analyse des devoirs par titre et statut. Un codage en trois couleurs permet de différencier si le devoir est remis ou non. Une couleur verte est utilisée pour les devoirs qui sont remis à temps, la couleur jaune est utilisée pour

les devoirs remis mais avec un retard acceptable par l'enseignant, tandis que la couleur rouge désigne un devoir non remis. La figure 54 présente cette interface.

Comme pour l'interface de progression, dans les deux interfaces de la figure 53 et 54, le professeur a aussi la possibilité d'intégrer un élève dans la liste des envois des notifications automatiques par le système. Il a aussi la possibilité de contacter chaque élève par email via le bouton « Envoi courrier ».

La dernière page est celle du décrochage scolaire (Figure 55), elle présente un tableau qui affiche pour chaque élève les informations suivantes :

- Une estimation du temps total passé sur le cours, ce temps est calculé sur la base de la somme de la durée des actions comptabilisée pour le cours ;
- Un état de progression avec validation, c'est-à-dire en comptabilisant seulement le nombre de quiz valides avec le niveau de participation sociale (chat, wiki et messages) ;
- Un indicateur représentant le niveau de succès (ce calcul est présenté dans le chapitre précédant), avec une flèche pointant vers le haut ou vers le bas, qui permet d'indiquer soit une augmentation, soit une diminution du niveau de succès par rapport à la dernière valeur enregistrée, cette flèche ne s'affiche pas dans le cas où le niveau ne change pas.
- Un état de prédiction, indiquant en lettre le résultat de la prédiction (soit risque de décrochage, risque minime ou bien réussite scolaire). Un codage couleur est aussi programmé pour indiquer cet état visuellement. Le risque de décrochage est indiqué en rouge, le risque minime est en jaune tandis que la réussite scolaire est codée en vert.

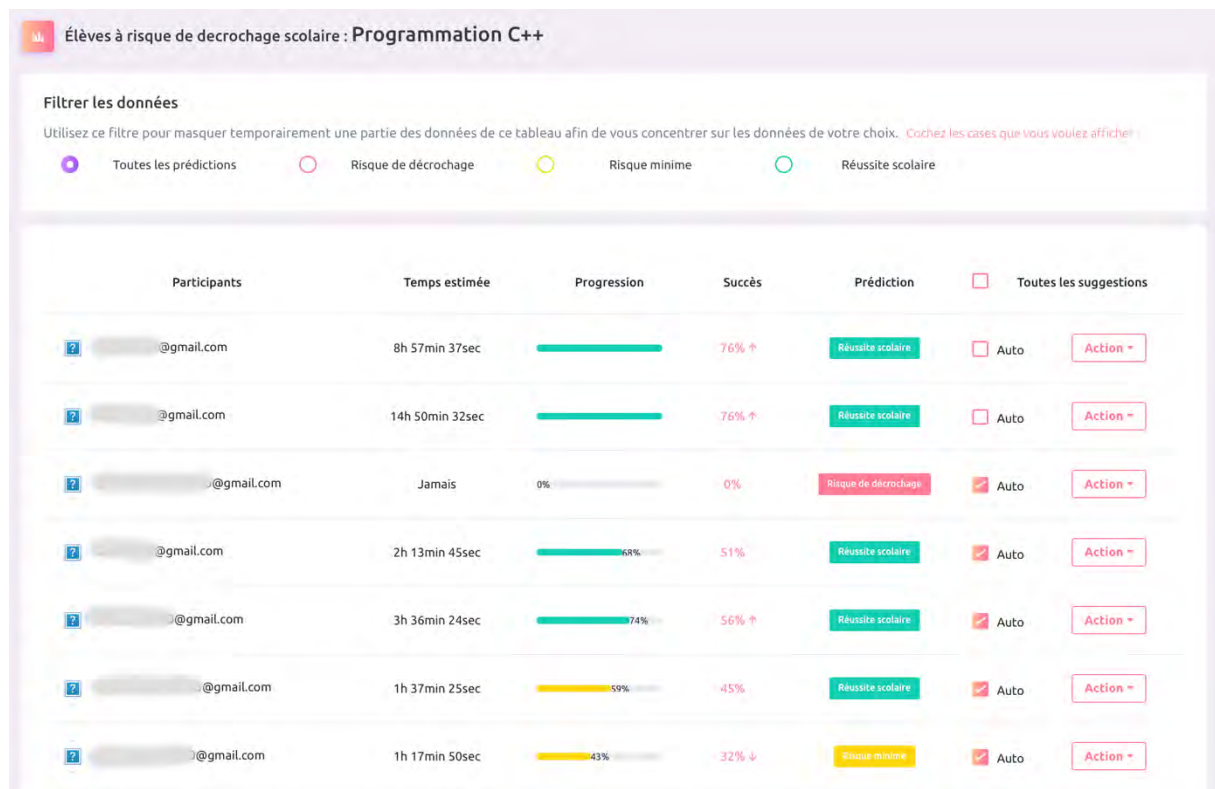


Figure 55. interface de décrochage scolaire.

Une zone de filtrage des résultats est aussi présente en haut du tableau, cette zone permet au professeur d'afficher les données selon l'état de prédiction.

Un bouton « Actions » est aussi disponible, il permet d'une part de contacter l'élève par email, d'autre part de consulter un rapport détaillé (Figure 56) qui donne plus de précisions sur le calcul du succès.

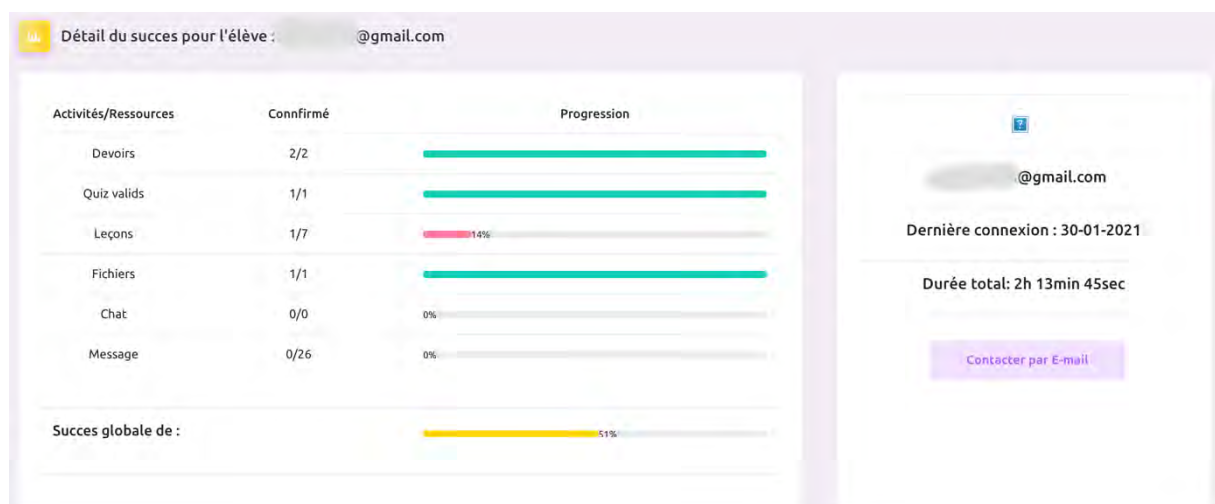


Figure 56. Interface rapport détaillé du succès.

Le rapport détaillé du succès affiche le nom complet de l'utilisateur (la figure 56 est anonymisée), la date de la dernière connexion (dernière session) avec une estimation de la durée totale passée sur le cours. Un bouton pour contacter l'élève est aussi disponible afin de communiquer avec lui par e-mail.

7.1.2.2. Interfaces du rapport élève

Le rapport pour l'élève présente une vision synthétique qui se veut épurée mais efficace. Les données affichées sont basées sur les indicateurs présents dans la catégorie participation, section, progression et sociale. La première page du rapport élève comporte un tableau de bord, qui donne une vision générale sur la progression de l'élève, ainsi que son positionnement dans la classe. Cette page présentée dans la figure 57, comporte 4 zones :

- La zone 1 affiche le titre du cours analysé, un graphe comportant trois niveaux de progression, à savoir le niveau de progression de l'élève au niveau de chaque section du cours, le niveau de progression du meilleur élève de la classe, et le niveau de l'élève moyen de la classe. Ce graphe permet de comparer le niveau de progression de l'élève avec celui du meilleur élève ou bien celui de l'élève moyen, et se positionner ainsi par rapport à ces deux niveaux. La zone comporte aussi un résumé de la progression de l'élève, et son positionnement dans la classe. Le niveau de progression est affiché en pourcentage avec l'affichage de la date et la durée de la dernière connexion (dernière session). Enfin, une estimation du positionnement de l'élève par rapport aux autres membres de la classe est affichée sous forme de barre de progression. Les valeurs qui s'affichent sont : 0% si la valeur est inférieure à 10%, 10% si c'est entre 10% et 30%, 30% si c'est entre 30% et 50%, 50% si c'est entre 50% et 70%, 70% si c'est entre 70% et 90% et 90% si la valeur est supérieure à 90%. Le codage couleur est aussi appliqué sur cette barre avec les mêmes règles.

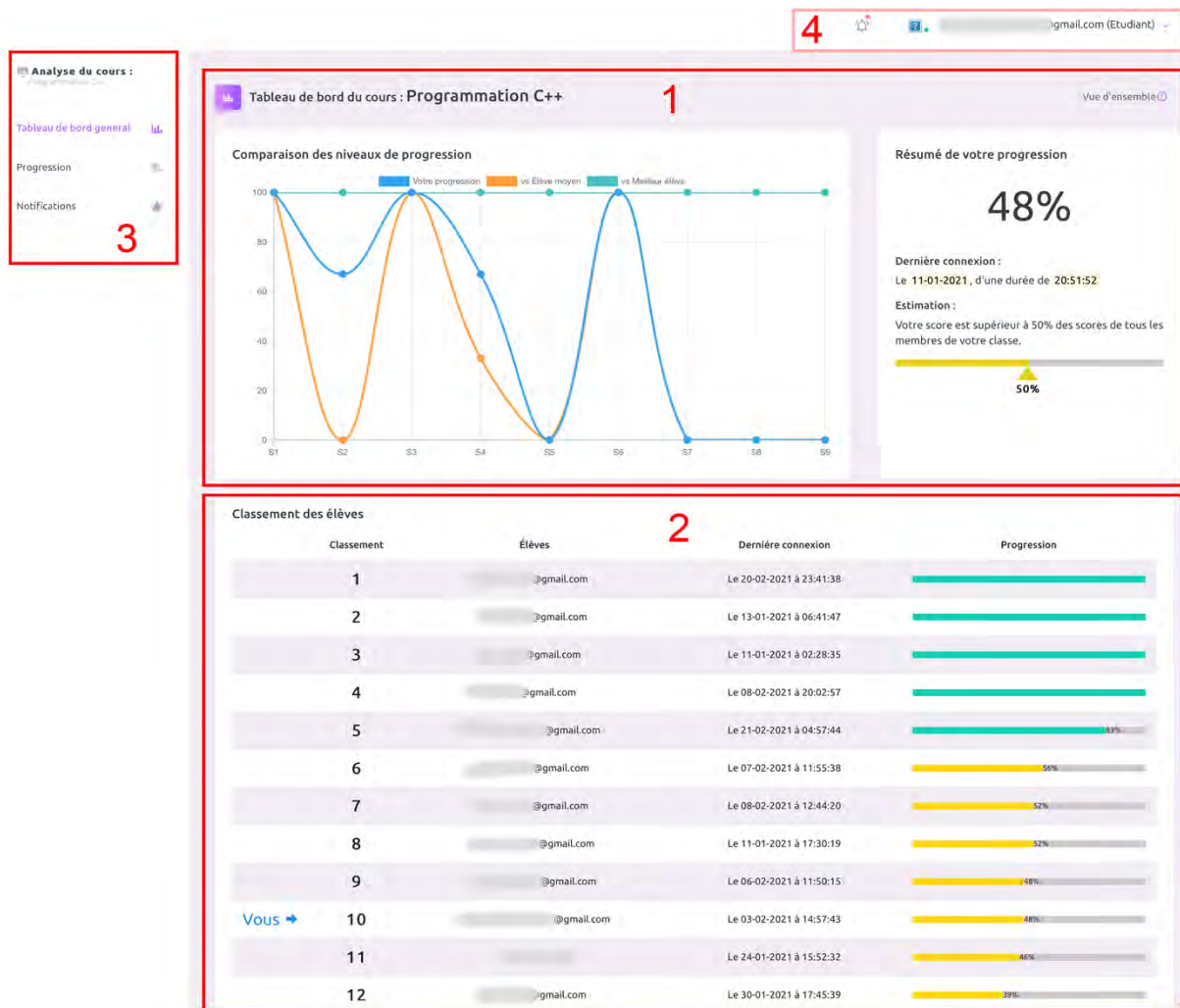


Figure 57. interface tableau de bord élève.

- La zone 2 comporte un tableau de classement des élèves selon leur progression dans le cours. La colonne classement permet de voir le classement de l'élève avec un label « Vous → » permettant de positionner l'élève. Cette colonne est suivie du nom complet de l'élève, de la date (date et heure) de la dernière connexion et d'une colonne affichant la progression de chaque élève, cette progression s'affiche sous forme de barre de progression avec les mêmes règles de code couleur. Ce tableau de classement peut être configuré (dans un fichier de configuration) pour n'afficher que la liste des élèves triée par nom (sans classement selon la progression).
- La zone 3 regroupe les trois liens permettant d'accéder au tableau de bord de l'élève, à la progression détaillée de l'élève et à la liste des notifications.



Figure 58. Interface Notifications (liste des notifications).

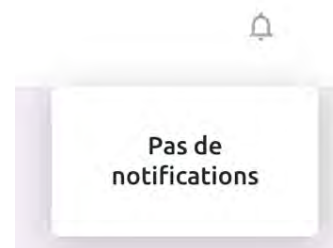


Figure 59. Interface Notifications (pas de notifications).

- La zone 4 est un feedback avec le nom de l'élève, avec la possibilité d'analyser d'autres cours ou de se déconnecter. À côté, une icône de notification avec un indicateur pour le nombre de notifications non lus en rouge permet de signaler s'il y'a des notifications non consultées. En cliquant sur cette icône, une liste de notifications (envoyées automatiquement par le système) sera affichée. S'il n'y a pas de notifications, un message s'affiche pour l'indiquer. Les figures 58 et 59 détaillent cette zone.

La seconde page du rapport élève est la page de progression, dans cette page l'élève peut voir les détails de sa progression dans le cours. Un graphique présenté sous forme de barre de progressions verticale (couleur bleu) résume la progression de l'élève par section du cours. Le niveau de progression est présenté aussi sous forme de barre de progressions verticale avec le code couleur précisé précédemment. La figure 60 présente cette interface.

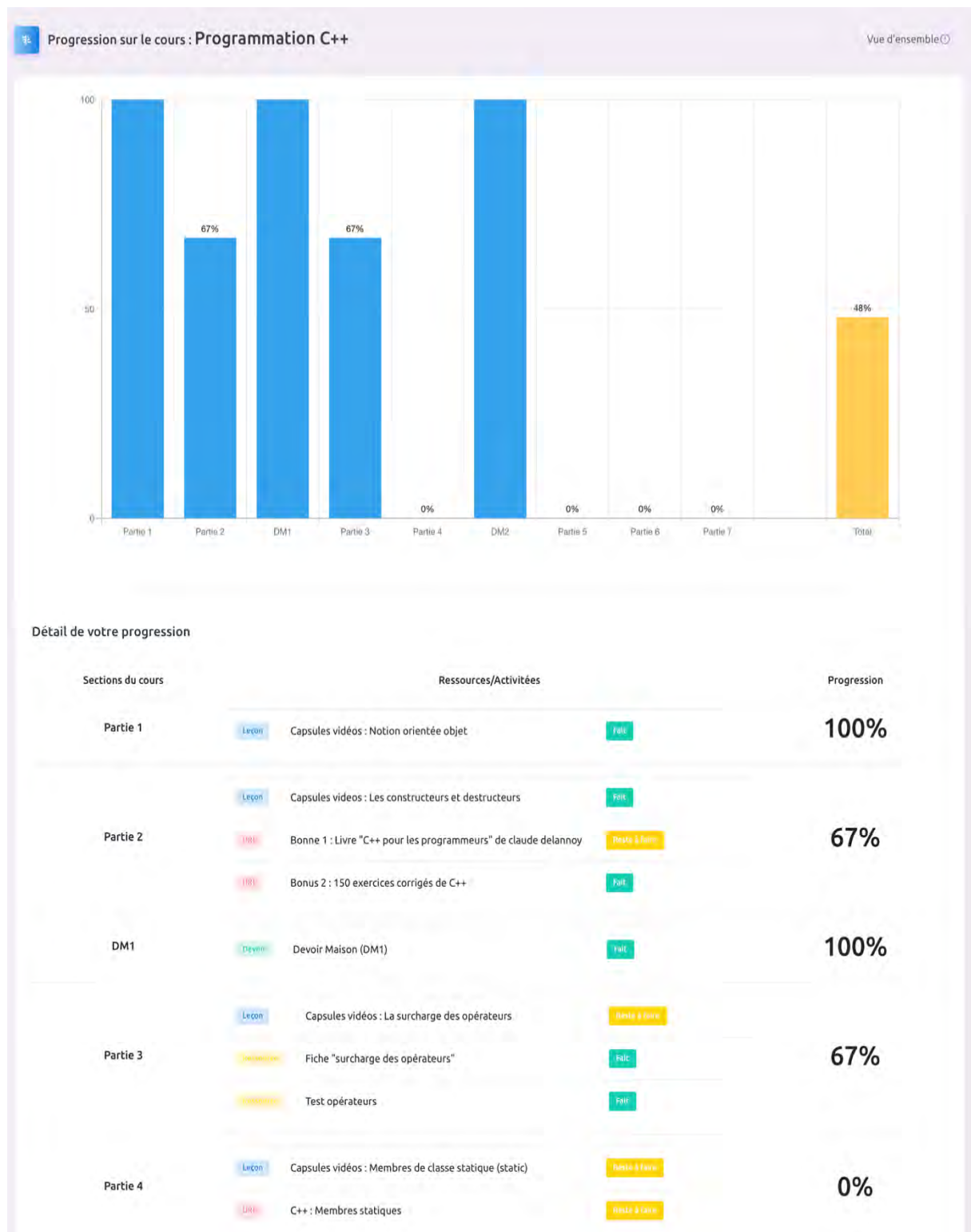


Figure 60. Interface progression détaillé de l'élève.

Le détail de la progression dans chaque section est présenté dans un tableau sous forme d'un graphique. Ce tableau affiche pour chaque section le type et le titre de l'activité/ressource, avec l'état de réalisation soit :

- « Fait » : si l'activité ou la ressource est déjà faite (couleur verte) ;
- « Reste à faire » : si l'activité ou la ressource ne comporte pas de date de fin (couleur jaune) ;
- « Non fait » : si l'activité ou la ressource n'a pas été faite dans le délai planifié par le professeur (couleur rouge).

La dernière page est celle des notifications, elle affiche la liste des notifications que l'élève peut consulter. Ces notifications sont affichées par type (connexion, ressources, social, leçon, quiz et devoir). L'objectif est d'alerter l'élève par diverses suggestions et actions à entreprendre. Une icône sous forme de croix permet de marquer la notification. La figure 61 présente cette interface.

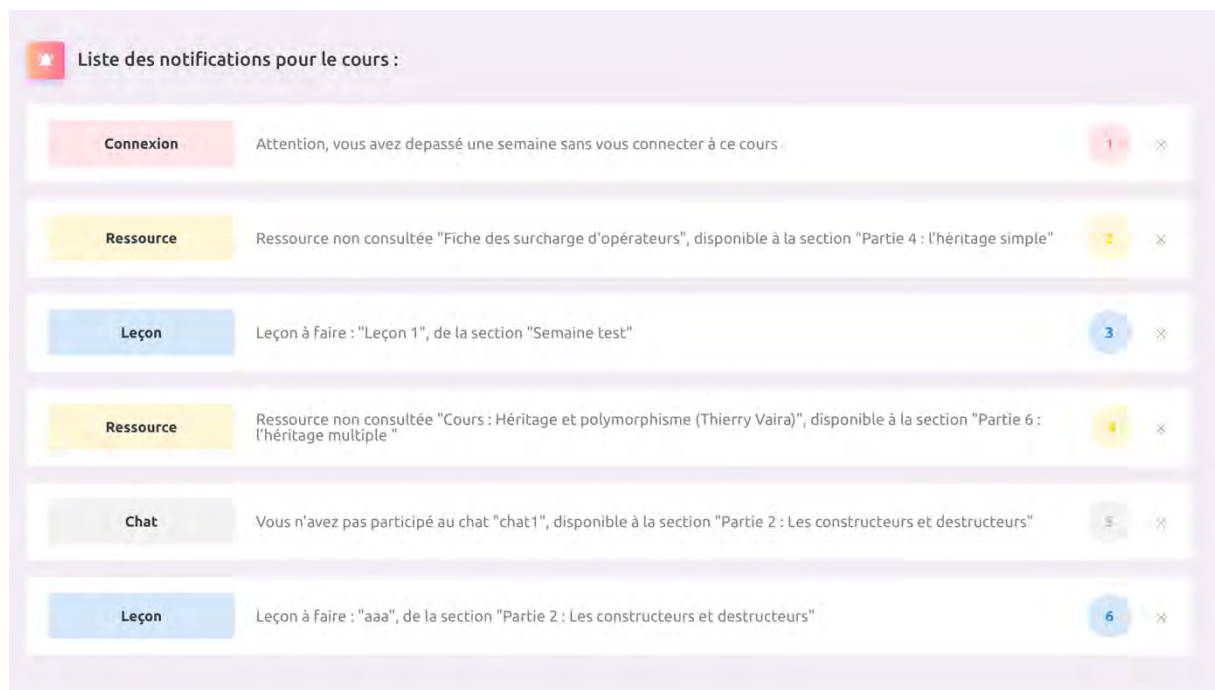


Figure 61. Interface de notifications (liste des notifications).

Un script Linux est programmé pour envoyer automatiquement les notifications deux fois par jour, à 8 heures et à 20 heures. Si la même notification a déjà été envoyée et n'a pas encore été lue, l'envoi n'est pas effectué.

Pour ne pas alourdir la base de données par les notifications lues, une suppression est programmée automatiquement si le message est déjà lu par l'élève est qu'il a été envoyé dans un délai dépassant trois jours.

7.2. Première étude sur l'utilisation de TaBAT

7.2.1. Objectifs de l'étude

Cette troisième étude a pour objectif de tester TaBAT et d'évaluer son impact sur l'autorégulation et la prédiction de la réussite des élèves de deux classes (première et deuxième année du cycle ingénieur) de l'institut supérieur d'ingénierie et des affaires (ISGA de Marrakech) au Maroc. Ces résultats ont été présentés dans la 10^e conférences sur les EIAH (Safsouf, Mansouri, Poirier, 2021b) et publiés dans la revue internationale « Journal of Information Technology Education: Research ». Dans ce qui suit le détail de cette analyse.

7.2.2. Participants

Cette étude est faite sur une population de 51 élèves suivant tous des cours organisés en modalité mixte. Afin de respecter le protocole sanitaire mis en vigueur pendant la pandémie de Covid-19, l'institut a réduit le nombre d'élèves à 10 à 14 maximum par groupe sans brassage entre les groupes différents.

- La classe de la première année se compose de 25 élèves, divisée en deux groupes, le premier de 13 élèves et le second de 12 élèves (6 de sexe féminin), âgés de 18 à 35 ans (21 entre 18 et 25 ans et 4 entre 26 et 35 ans). Pour le temps d'utilisation d'Internet et des appareils informatiques par jour, 3 élèves ont déclaré que leur temps d'utilisation était entre deux et cinq heures, tandis que 22 entre cinq et dix heures. La classe de la deuxième année, se compose de 26 élèves divisés en deux groupes de 13 élèves (8 de sexe féminin), âgés de 18 à 35 ans (24 entre 18 et 25 ans et 2 entre 26 et 35 ans). Pour le temps d'utilisation d'Internet et des appareils informatiques, 6 élèves ont déclaré que leur temps d'utilisation était entre deux et cinq heures, 18 entre cinq et dix heures et 2 de plus de dix-heures par jour.

7.2.3. Méthodologie et analyse de donnée

Les élèves des deux classes ont suivi des chapitres de cours en présentiel et certains chapitres en ligne sur la plateforme Moodle 3.8. Les élèves de la première année ont suivi un cours intitulé « Conception orientée objet » sur une période de quatorze semaines, tandis que les élèves de la deuxième année ont suivi un cours intitulé « Base de données orientée objet » sur une période de huit semaines. Les deux cours ont été finalisés par un examen surveillé en présentiel.

Comme indiqué précédemment, chaque classe se compose de deux groupes. Le premier groupe a pris connaissance de l'expérience visant à utiliser TaBAT (groupe exposé) pour analyser les traces d'apprentissage, tandis que le second groupe n'a pas eu accès au tableau de bord (groupe témoin).

Tableau 14. Statistiques d'usage de l'outil TaBAT.

	Première année		Deuxième année	
	Groupe exposé	Groupe témoin	Groupe exposé	Groupe témoin
Nb. d'utilisateurs actifs sur le cours en ligne	13/13	12/12	13/13	11/13
Cumul de la durée totale par groupe à suivre le cours en ligne	74 h 05 min	34 h 45 min	45 h 57 min	15 h 57 min
Score moyen de progression sur une échelle de 0 à 100	70,69	43,08	85,54	37,61
% des devoirs rendus à temps	96,15 %	45,83%	44,23 %	11,54 %
% des devoirs rendus en retard	3,85 %	0 %	26,92 %	15,38 %
% des devoirs non rendus	0 %	54,17 %	28,85 %	73,08 %
Prédiction du succès (réussite en ligne)	13/13	9/12	13/13	8/13
Succès réel (validation de l'examen en présentiel)	13/13	9/12	13/13	9/13

La partie du cours en ligne suivie par les élèves de la classe de première année comporte 9 sections (parties), avec 7 leçons, 3 fichiers à télécharger, 5 liens URL à visiter, 2 devoirs à rendre à des dates planifiées au début du cours et un quiz à passer. Pour les élèves de la classe de deuxième année, la partie du cours en ligne

comporte 7 sections, avec 3 leçons, 12 fichiers à télécharger, 2 liens URL à visiter et 4 devoirs à rendre. L'analyse de l'activité des deux classes s'est faite à l'aide des tableaux de bord de l'outil TaBAT via le rapport enseignant. Le tableau 14 décrit le résultat des deux expériences menées sur les deux classes.

7.2.4. Discussions des résultats

En analysant les résultats figurant sur le tableau 14, nous remarquons que les 25 élèves de la classe de la première année se sont tous connectés au cours en ligne. Par contre, pour la classe de la deuxième année, tous les élèves du groupe exposé se sont connectés au cours en ligne, tandis que pour le groupe témoin, 2 élèves ne l'ont pas suivi. Ceci s'explique par le fait que, pour les deux groupes témoins, la seule façon de communiquer avec le professeur était en présentiel. Tandis que pour les groupes exposés, l'enseignant avait la possibilité (à travers l'outil TaBAT) de contacter chaque élève par e-mail, ce qui a permis d'avoir un suivi individuel.

La deuxième remarque concerne la durée totale passée à faire les activités du cours en ligne. Cette durée est représentée dans le tableau 14, cumulée pour chaque groupe. Pour la classe des premières années, les élèves du groupe exposé ont passé deux fois plus de temps que ceux du groupe témoin à suivre et à faire le cours en ligne. Alors que pour la classe de la deuxième année, les élèves du groupe exposé ont passé presque trois fois plus de temps que ceux du groupe témoin. Cette augmentation traduit donc un fonctionnement autonome et une résistance aux distractions, faisant ainsi du travail à la maison une forme particulière d'apprentissage autorégulé.

La troisième remarque porte sur la performance des quatre groupes, cette performance est représentée dans le tableau 14 par le score moyen de progression dans le cours en ligne. Rappelons que la progression de chaque élève représente le nombre d'activités ou ressources consultées ou bien accomplies sur le nombre d'activités ou ressources définies par l'enseignant au début du cours. Nous remarquons une augmentation significative de la performance des groupes exposés

des deux classes, expliquée principalement par les actions proactives faites manuellement par l'enseignant ou bien envoyées automatiquement par l'outil TaBAT (phase proactive), afin de rappeler aux élèves (à l'aide de notifications) qu'ils leur restent des ressources non consultées (fichier à télécharger ou url à visiter) ou des activités non accomplies (leçon, devoir à rendre, quiz à faire, etc.). Sans oublier le rôle important du rapport élève qui permet de s'autoévaluer et de suivre des stratégies métacognitives pour améliorer leurs performances en ligne.

La quatrième remarque concerne l'analyse du rendu des devoirs. En effet, pour la classe de la première année, le groupe exposé à un taux de rendu des devoirs (planifiés au début du cours) de 100 % (devoirs rendus à temps par rapport à ceux rendus en retard), tandis que pour le groupe témoin, le taux était de 45,83%. Alors que pour la classe des deuxièmes années, le groupe exposé à un taux de rendu de 71,15 %, et de 26,92% pour le groupe témoin. Ce résultat s'explique tout particulièrement par les notifications reçues quand il y a un devoir à rendre, ou bien du retard sur la remise du devoir. La notification comporte la date et le nombre de jours pour rendre le devoir.

La dernière remarque touche le succès des élèves. Dans cette étude, le niveau de succès calculé par l'outil TaBAT est comparé par rapport à celui obtenu après l'examen terminal. Le tableau 1 montre que l'outil TaBAT a pu prédire à 100 % le succès des élèves de la classe des premières années. L'outil TaBAT a aussi pu prédire à 100 % le résultat du groupe exposé de la classe des deuxièmes années, et à 80 % le succès des élèves du groupe témoin de la même classe.

Ce résultat démontre l'efficacité de l'algorithme de calcul du succès, basé sur notre modèle théorique e-LSAM. Le résultat prouve aussi que la performance et la réussite des élèves tiennent en partie à leur capacité à fournir un travail efficace à la maison, les préparant mieux aux contrôles en classe.

7.3. Deuxième étude qualitative de l'usage de TaBAT

Afin de comprendre l'impact de l'utilisation de l'outil TaBAT sur les participants de l'étude précédente, une étude qualitative est nécessaire. Cette dernière étude, sous forme d'un questionnaire, permet de recueillir les avis des élèves des deux groupes exposés afin de comprendre leur motivation, leur usage et leur attitude par rapport à TaBAT. Dans ce qui suit, nous présenterons la structure du questionnaire avec l'analyse des résultats.

7.3.1. Conception du questionnaire

Un questionnaire a été soumis aux élèves qui ont pris connaissance de l'expérience visant à utiliser l'outil TaBAT (26 élèves des deux groupes exposés). Les réponses sont anonymes et utilisées uniquement à des fins statistiques. Le questionnaire a été structuré en deux parties (Annexe C) :

- **Questions sur la qualité de l'outil TaBAT** : c'est la partie dans laquelle les élèves donnent leur avis concernant leur satisfaction à propos du visuel, de l'utilisation et de l'utilité de l'outil TaBAT ;
- **Questions ouvertes** : concernant les éléments visuels (graphiques ou indicateurs) que les élèves peuvent éventuellement proposer, modifier ou intégrer à l'outil TaBAT ;

Ce questionnaire s'intéresse essentiellement aux opinions des élèves sur trois aspects :

- leur perception concernant la représentation graphique, la représentation des informations, l'utilisation et l'utilité des tableaux de bord proposé ;
- leur satisfaction globale envers cette expérience ;
- leur ressenti concernant l'impact de l'outil sur leur degré d'autorégulation et de réussite finale.

7.3.2. Résultats du questionnaire

Nous allons exposer les résultats du questionnaire par rapport aux aspects présentés auparavant (Visuel/informations, utilisation, utilité, satisfaction, autorégulation et réussite scolaire). Cette analyse qualitative va permettre d'apprécier le retour des élèves des deux groupes exposés à l'utilisation de l'outil TaBAT. Ceci permettra aussi de compléter les résultats de la première étude quantitative.

Pour le niveau d'appréciation des élèves au sujet du visuel et de la représentation des informations sur l'outil TaBAT (Figure 62), 52% des élèves ont beaucoup apprécié avec une évaluation « Tout à fait d'accord », 29% ont apprécié le visuel et la représentation des données, tandis que 17% ont été neutre dans leurs réponses, alors que seulement 2% des élèves n'ont pas aimé le visuel de l'outil et ont eu du mal à interpréter toutes les informations contenues dans le tableau de bord.

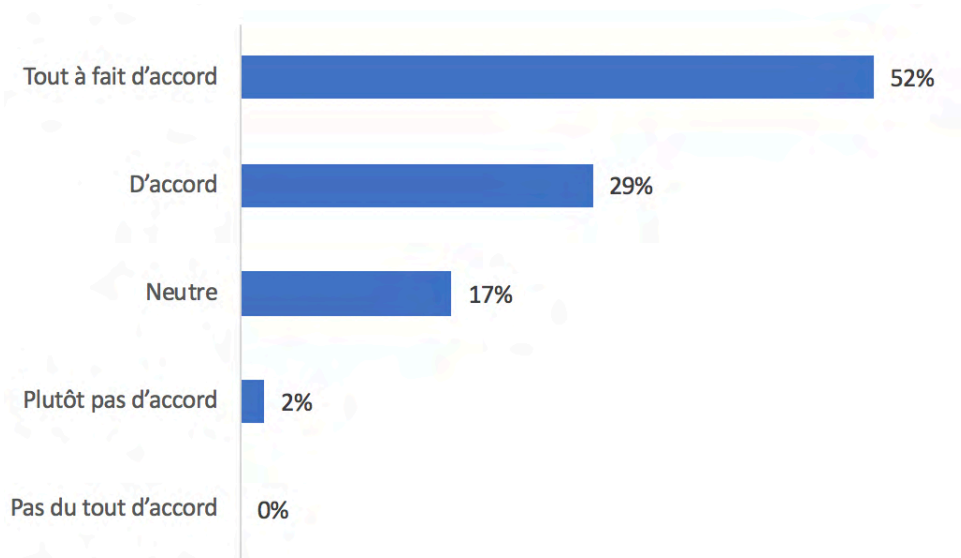


Figure 62. Niveau d'appréciation sur le visuel et les informations présentés.

Pour le niveau d'appréciation des élèves au sujet de l'utilisabilité (accessibilité et facilité d'utilisation) de l'outil TaBAT (Figure 63). La moitié des élèves ont estimé que l'outil était toujours accessible et que son utilisation était sans effort, alors que 37% ont estimé que l'outil n'était pas toujours accessible et que son utilisation n'était pas assez facile, 10% ont été neutre dans leurs réponses, tandis que 8% des élèves ont

trouvé qu'il nécessitait plus de conseils de l'instructeur pour utiliser facilement l'outil, et que ce dernier était peu accessible.

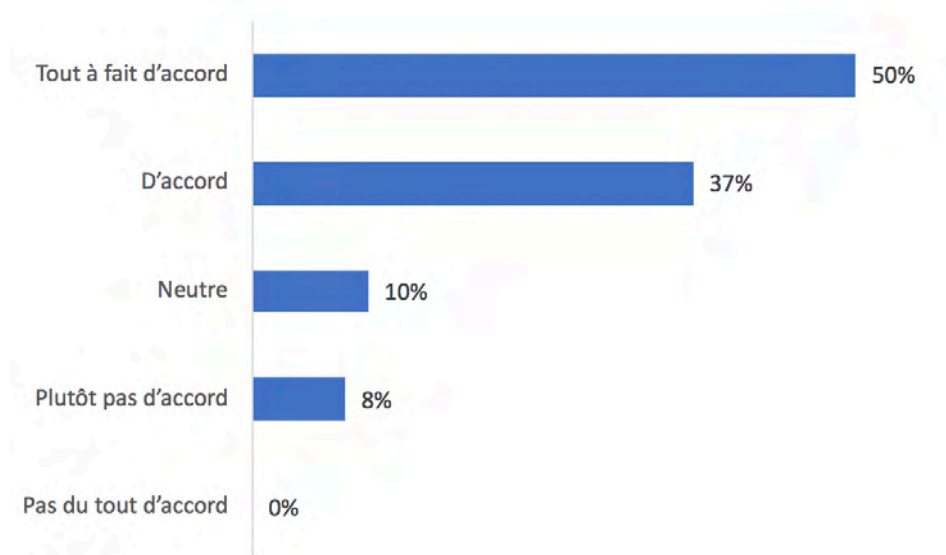


Figure 63. Niveau d'appréciation sur l'utilisabilité.

Concernant le niveau d'évaluation des élèves au sujet de leur perception de l'utilité de l'outil (Figure 64), 62% des élèves ont déclaré avoir compris l'utilité de l'outil avec une évaluation « Tout à fait d'accord », alors que 33% ont déclaré avoir moins compris l'utilité de l'outil et de ses fonctionnalisées, tandis que 4% ont été neutre dans leurs réponses, 2% des élèves ont trouvé qu'ils avaient besoin de plus d'explications afin de comprendre l'utilité de l'outil.

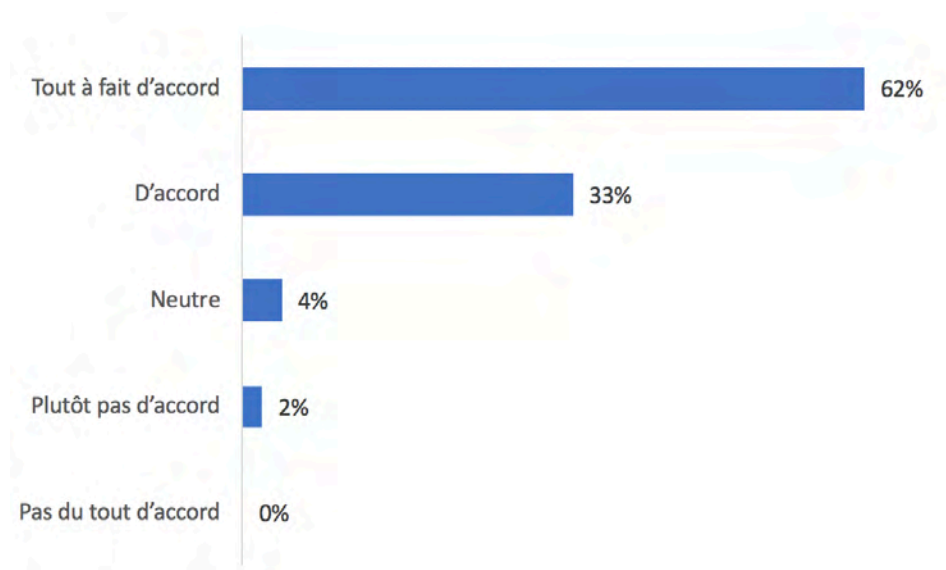


Figure 64. Niveau d'appréciation sur l'utilité.

Pour le niveau de satisfaction des élèves envers leur première utilisation de l'outil TaBAT (Figure 65), 64% des élèves ont été très satisfaits de leur utilisation de l'outil et le recommande favorablement, alors que 36% ont déclaré être satisfaits avec une évaluation « D'accord », aucun sujet n'a déclaré être insatisfait de l'utilisation de l'outil TaBAT.

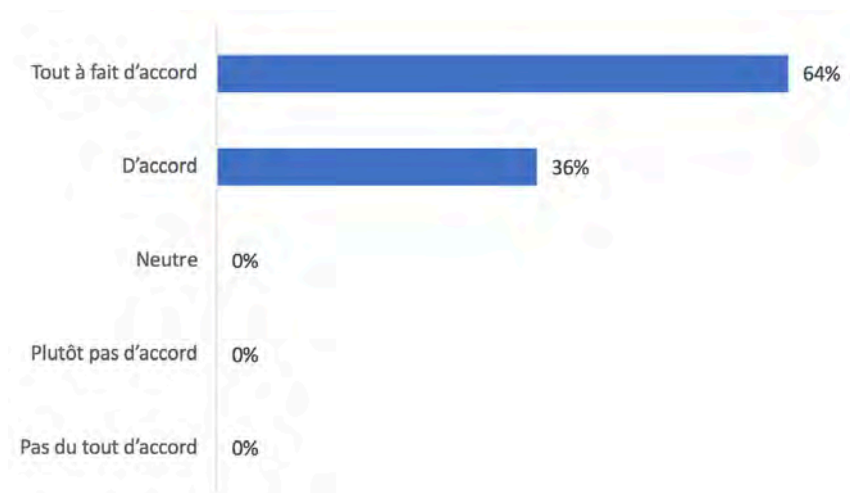


Figure 65. Niveau de satisfaction.

À propos de l'évaluation de l'impact de l'utilisation de l'outil sur la performance et l'autorégulation (Figure 66), 49% ont estimé que l'outil a permis de les motiver à adapter un comportement autonome, en les incitant à étudier plus efficacement et à modifier leurs habitudes d'apprentissage, 38% des élèves ont estimé que l'outil a peu contribué à changer leurs habitudes afin d'atteindre les objectifs d'apprentissage, 13% ont été neutres dans leurs réponses.

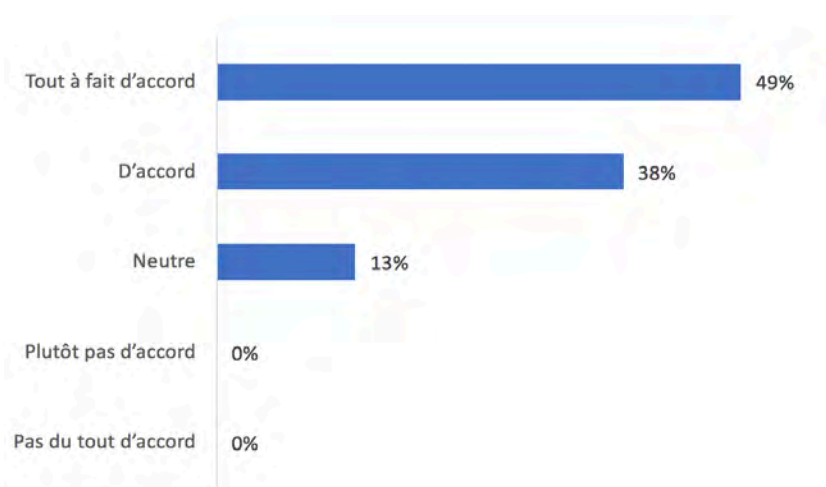


Figure 66. Évaluation de l'impact de TaBAT sur l'autorégulation.

Enfin, pour l'évaluation de l'impact de l'utilisation de l'outil sur la réussite scolaire des élèves (Figure 67), 65% ont jugé que l'utilisation de l'outil a pu améliorer leur performance dans le cours, améliorant ainsi leur résultat scolaire, 27% ont indiqué que l'utilisation de l'outil a peu influencé leur résultat scolaire, 8% ont été neutres dans leurs réponses.

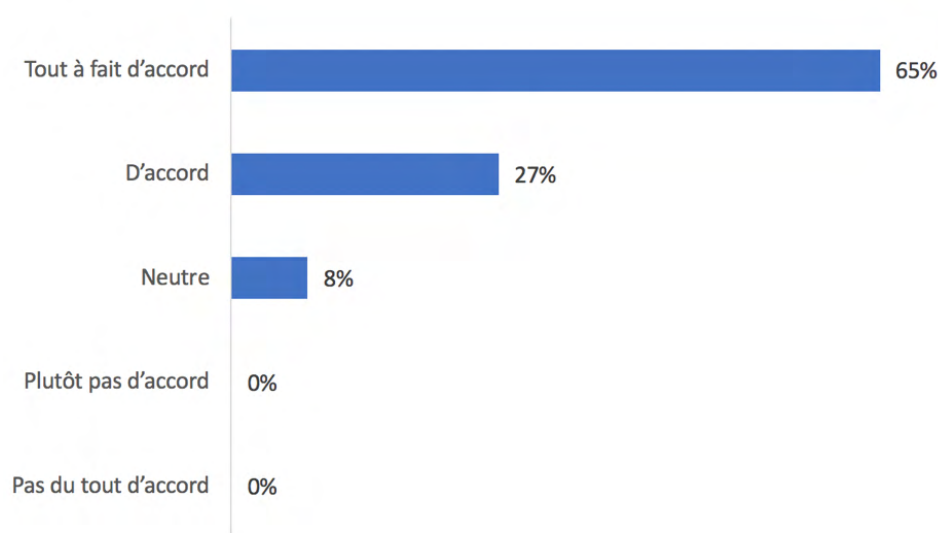


Figure 67. Évaluation de l'impact de TaBAT sur la réussite scolaire.

Soulignons à la fin que nous avons posé une question ouverte, pour permettre aux élèves de proposer d'autres éléments visuels (graphiques ou indicateurs) supplémentaires à intégrer dans TaBAT. Deux élèves ont fait une proposition, le premier a proposé de changer la couleur de l'arrière-plan et de choisir des couleurs plus attirantes, le second a proposé de généraliser l'utilisation de l'outil aux autres matières enseignées.

7.3.3. Interprétation des résultats de l'étude

Cette seconde étude avait pour objectif de vérifier et d'appuyer les résultats obtenus lors de la première étude sur l'utilisation de l'outil TaBAT. Nous remarquons que les élèves des deux groupes exposés ont déclarés avoir apprécié la représentation visuelle et la représentation des données proposées par l'outil. Ils ont jugé l'outil accessible, utile et utilisable sans effort. La grande majorité des élèves ont été satisfaits envers l'utilisation de l'outil TaBAT, ils ont aussi estimé que l'outil a permis

de les rendre plus autonome, plus motivé et à jouer un rôle positif sur leur réussite scolaire.

Vu que cette évaluation est très positive, on peut conclure à un effet positif de l'utilisation de TaBAT sur la persévérance et la réussite des élèves. Comme les informations proposées par TaBAT reposent sur notre modèle théorique e-LSAM (Safsouf, Mansouri, Poirier, 2020a), les résultats de ces deux études valident expérimentalement l'algorithme de prédiction du succès de l'étudiant lors du suivi d'un cours en ligne.

Conclusion

Le développement et la réalisation d'un outil d'analyse des traces d'apprentissage représente l'achèvement de notre travail de thèse, qui avait commencé au début par la modélisation des facteurs permettant de comprendre et de prédire le succès des élèves, ainsi que de réduire l'abandon scolaire.

Nous avons mené deux études avec cet outil, la première pour tester si TaBAT pouvait répondre aux questions de recherche que nous avons posées au début, à savoir : comment mesurer et améliorer le taux de réussite des apprenants dans les EAL. La seconde étude est de nature qualitative, elle recueille les appréciations sur les utilisateurs, dans le but de détecter les choses à améliorer. Les résultats des deux études ont été très positifs, au point de nous encourager à généraliser l'utilisation de cet outil à plus grand échelle.

Le chapitre suivant sera consacré à une synthèse générale des trois expériences, des recommandations et une scénarisation dans le contexte de l'enseignement supérieur public et privé au Maroc.

Chapitre 8 : Synthèse des résultats des études et scénarisation

8. Chapitre 8 : Synthèse des résultats des études et scénarisation

Introduction

Dans les chapitres précédents, nous avons mené et exposé les résultats de trois expériences dont le but d'améliorer la satisfaction et la réussite des apprenants dans des cours en ligne. Ceci a fait l'objet des trois chapitres précédents dans lesquels nous avons présenté séparément l'objectif, la méthodologie et les résultats obtenus.

Ce chapitre est consacré à la présentation des enseignements tirés et des recommandations inspirées des trois études que nous avons précédemment menées. Nous terminerons par une proposition d'un scénario d'application des contributions réalisées dans le contexte de l'enseignement supérieur au Maroc.

8.1. Difficultés rencontrées

Les trois études que nous avons menées sont présentées dans des chapitres isolés, nous allons dans un premier temps nous pencher sur les principales difficultés rencontrées dans le cadre de ces études, et comment nous les avons dépassées. Après, nous allons donner le lien existant entre les trois études.

8.1.1. Nombre de participants

La première difficulté majeure était le nombre de participants à chaque étude. En effet, pour la première étude, et afin de valider les hypothèses de notre modèle théorique, nous avons besoin d'un nombre important de participants pour l'analyse statistique utilisée. Dans l'établissement supérieur privé où je travaille, le nombre d'élèves pour chaque classe est toujours réduit, Pour augmenter le nombre de participants, nous avons mené cette expérience dans un établissement public où les effectifs sont plus importants.

Les deux autres expériences ont été menées par le biais d'une étude qualitative, ce type d'étude accepte un nombre plutôt réduit de participants, mais susceptibles de fournir l'information la plus pertinente.

8.1.2. Flexibilité des enquêtes

Les enquêtes lancées lors des trois études, nécessitaient une certaine flexibilité afin d'obtenir des données exploitables. La distance géographique nous séparant des participants de la première étude, a exigée l'utilisation d'un sondage en ligne. Aussi, la dimension temporelle, sur laquelle se base la seconde étude (utiliser du FASER LX Test sur plusieurs périodes), a aussi nécessitée l'accès en ligne afin d'augmenter le nombre de participants et qu'ils puissent en même temps compléter le sondage à leur rythme.

Pour répondre à ces différentes exigences, nous avons développé des enquêtes en ligne avec récupération de données numériques. Nous avons aussi alloué un espace de stockage sur Internet, et réservé un nom de domaine²⁸ pour héberger ces enquêtes en ligne et les rendre accessibles à tout moment aux participants. Sur ce même espace de stockage, nous avons déployé la plateforme d'apprentissage en ligne Moodle pour l'utiliser comme EAL pour les deux dernières études.

8.1.3. Vérification des hypothèses du modèle théorique

Sur la première étude, nous avons un modèle théorique qui contenait plusieurs hypothèses nécessitant leur vérification (acceptation ou rejet). Selon les recherches que nous avons menées et les articles que nous avons lus, cette vérification devait suivre deux étapes (Anderson, Gerbing, 1988). Une étape d'analyse confirmatoire, ou analyse factorielle, qui spécifie les relations entre les mesures observées et les constructions sous-jacentes supposées, suivie d'une étape de modélisation structurelle confirmatoire, qui spécifie ensuite les relations causales des constructions entre elles, telles qu'elles sont posées par la théorie.

8.1.4. Récupération des traces d'apprentissage

Le but de la troisième étude était d'analyser les traces d'apprentissage laissées par les apprenants, au cours de leurs interactions avec la plateforme d'apprentissage en

²⁸ <http://www.safsouf.net/>

ligne, grâce à l'outil TaBAT que nous avons développé auparavant. La difficulté que nous avons rencontrée, était de lier TaBAT à la plateforme d'apprentissage utilisée pour l'étude. En effet, TaBAT nécessite un accès total à la base de données de la plateforme, pour qu'il puisse récupérer et analyser les traces des apprenants.

L'institut où j'opère utilise la plateforme Moodle²⁹ pour créer les cours, et partager les documents d'apprentissage à travers Internet. Pour des raisons de sécurité d'accès et de confidentialité de données, nous n'étions pas autorisés à lier cette plateforme à TaBAT. Pour régler ce problème nous avons choisi de créer notre propre plateforme d'apprentissage³⁰ (basée aussi sur Moodle) sur le serveur web alloué pour les expériences précédentes. Sur cette plateforme, nous avons créé deux cours pour les deux classes évaluées pour la troisième étude. Nous avons pu aussi lier cette dernière plateforme à TaBAT, et en même temps le rendre disponible en ligne à tout moment pour les enseignants et les apprenants³¹.

8.2. Liens et synthèse des trois études

8.2.1. Rappels des objectifs

Notre objectif principal est de contribuer à améliorer la réussite et l'expérience des apprenants dans un système d'apprentissage en ligne. À partir des résultats de la première étude, cet objectif principal s'est décliné ensuite en 2 objectifs à atteindre, le premier étant l'amélioration de la satisfaction des apprenants vis-à-vis de leur expérience avec les EAL, le second consiste à favoriser l'engagement et l'autorégulation des apprenants.

Il convient également de rappeler que les trois études ont été menées dans le cadre de l'enseignement supérieur au Maroc, et que les conclusions auxquelles on parvient doivent être restreintes à ce contexte.

²⁹ <https://isga-clearning.ma/>

³⁰ <https://safsouf.net/edu/>

³¹ <https://safsouf.net/tabat/>

8.2.2. Synthèse des études

La première étude menée consistait essentiellement à vérifier et évaluer les hypothèses du modèle d'évaluation de la réussite des apprenants en ligne (e-LSAM). Les résultats de cette étude ont mis l'accent sur plusieurs facteurs déterminants de la réussite des apprenants, les principaux facteurs retenus étaient : l'intention de continuer à utiliser les EAL, la satisfaction et l'autorégulation des apprenants.

Cette première étude a donné naissance à un modèle validé dans le contexte de l'enseignement supérieur au Maroc (Safsouf, Mansouri, Poirier, 2020a), et capable d'expliquer la réussite des apprenants avec un taux de prédiction de 80.78 %. Les deux autres études qui ont suivi ont réutilisé les facteurs de ce modèle afin d'atteindre l'objectif fixé au début.

La seconde étude que nous avons menée consistait à tester l'efficacité d'une échelle d'évaluation que nous avons créée et nommée « FASER LX Test », pour suivre et évaluer l'expérience des apprenants vis-à-vis de leur utilisation des EAL dans le temps. Les graphiques proposés par le FASER LX Test, permettent de comparer l'expérience de chaque apprenant pendant deux ou plusieurs périodes (début, pendant, et même après).

Les constats de cette étude qui elle aussi a été menée dans le contexte de l'enseignement supérieur au Maroc, ont révélé l'efficacité de l'échelle d'évaluation à mesurer plusieurs qualités, à savoir, les qualités pragmatiques du système (utilité, utilisabilité, fiabilité, disponibilité, etc.), la satisfaction, la stimulation, l'effort fournis et la qualité des échanges sociaux.

La troisième étude faite consistait à expérimenter un tout autre outil que nous avons développé en ligne, destiné à analyser les traces d'apprentissage des apprenants, et que nous avons nommé TaBAT pour « Tableau de Bord d'Analyse des Traces d'apprentissage ». Cet outil a pour objectif de perfectionner le processus d'apprentissage des apprenants en améliorant la réussite et l'autorégulation, et en réduisant les décrochages dans des cours en ligne. Grâce à TaBAT, les enseignants

et les apprenants peuvent consulter ce qui s'est passé pendant le cours en ligne (aspect descriptif), avoir une prédiction de progression et de réussite (aspect prédictif), comprendre les raisons d'un décrochage (aspect diagnostique), ainsi que de recevoir des suggestions sur les actions à entreprendre pour améliorer la progression et la réussite (aspect proactif).

Tout comme pour les deux premières études, cette troisième étude a également été menée dans le cadre de l'enseignement supérieur marocain. Elle vise premièrement à tester l'efficacité de TaBAT à atteindre les objectifs fixés au début, ensuite, à comprendre l'impact de l'utilisation de TaBAT sur les participants. Nous avons conclu des résultats de l'étude que l'utilisation de TaBAT a permis d'augmenter les performances des élèves des deux groupes exposés, de renforcer leur autorégulation et enfin d'améliorer leur réussite dans des cours en ligne.

8.2.3. Lien entre les trois études

8.2.3.1. Lien entre la première et la seconde étude

Le modèle e-LSAM validé par la première étude a présenté plusieurs facteurs, regroupés en cinq dimensions (caractéristiques des apprenants, des instructeurs, du système, des cours, ainsi que les aspects sociaux). Ces facteurs ont permis de comprendre la satisfaction, la continuité d'utilisation ainsi que la réussite des apprenants dans un système d'apprentissage en ligne. Ces constats ont permis de lancer une seconde étude, ayant pour objectif d'évaluer et de mesurer l'expérience des apprenants vis-à-vis de leur utilisation des EAL afin d'améliorer leur satisfaction, et en même temps de réduire le décrochage scolaire.

Les facteurs tirés de la première étude ont été réutilisés dans la seconde étude, en reprenant les dimensions de la première étude : les caractéristiques des apprenants, des instructeurs, du système, des cours, ainsi que les aspects sociaux. Un second classement en qualité a aussi été proposé sur ces mêmes facteurs. Cinq qualités ont été proposées, à savoir : les qualités pragmatiques, les qualités hédonique-

satisfaction, les qualités hédonique-stimulation, les qualités de l'effort, et enfin, les qualités des échanges sociaux.

Ces deux classements (en dimensions et en qualités) ont permis de concevoir une échelle d'évaluation, capable d'évaluer l'expérience des apprenants de l'EAL au cours du temps.

8.2.3.2. Lien entre la première et la troisième étude

Les résultats obtenus de la première étude, ont révélé que le modèle e-LSAM était capable de prédire la réussite des apprenants à 80.78 % par deux facteurs direct, à savoir : l'autorégulation (d'une valeur de 24.1 %), et l'intention de continuer à utiliser les EAL (d'une valeur de 75.7 %), et plusieurs autres facteurs indirects comme : la satisfaction, l'effort individuel, la flexibilité des cours, les interactions sociales, etc. Il ne nous restait plus qu'à trouver les indicateurs de performance capables de représenter ces facteurs.

La troisième étude a été réalisée dans ce sens, en concevant un tableau de bord, nommé TaBAT, basé sur des indicateurs calculés sur la base des résultats du modèle théorique e-LSAM. TaBAT permet d'analyser les traces d'apprentissage, et d'afficher le résultat sous forme d'interfaces graphiques visualisant plusieurs indicateurs, tels que les indicateurs de participation, de progression (des cours et des sections), des interactions sociales, de la continuité d'utilisation, et enfin l'indicateur de succès.

8.2.3.3. Lien entre la deuxième et la troisième étude

La deuxième étude a évalué l'expérience d'apprentissage des apprenants en ligne, tandis que la troisième étude a analysé les traces laissées par les apprenants dans le processus d'apprentissage des cours en ligne, et a montré certains rapports pour améliorer l'autorégulation et réduire les abandons précoces. Ces deux études sont complémentaires et suivent le processus d'apprentissage des apprenants dans le but d'augmenter leur taux de réussite dans les cours en ligne.

8.3. Recommandations pour améliorer la réussite des apprenants en ligne

Sur la base des constats de nos études, nous proposons les recommandations suivantes dans le but d'améliorer la réussite des apprenants dans leurs formations en ligne.

8.3.1. Adopter un mode d'apprentissage mixte

Le mode d'apprentissage mixte est de plus en plus utilisé dans l'enseignement supérieur, vu qu'il combine les deux approches d'enseignement traditionnel et en ligne (Poon, 2014). Les constatations des études antérieures (Marc, 2014; Wisneski, Ozogul, Bichelmeyer, 2017; Cidral et al., 2018a; Ghazal, Al-Samarraie, Aldowah, 2018) ont révélé que cette approche améliore l'engagement et l'expérience d'apprentissage des apprenants, puisqu'elle déplace l'accent de l'enseignement vers l'apprenant, ce qui permet aux apprenants de s'impliquer davantage dans le processus d'apprentissage et d'être plus motivés.

Concernant le pourcentage d'adoption de ce mode d'apprentissage, les études donnent des valeurs très différentes. Bokolo Anthony et ses collègues de l'université norvégienne des sciences et de la technologie, recommandent la combinaison de 30% d'interaction face-à-face et 70% d'apprentissage via les EAL (Anthony et al., 2019). De même, Ron Owston et ses collègues ont recommandé que l'apprentissage mixte se compose de 80% d'apprentissage en ligne intégré avec 20% d'enseignement en classe (Owston, York, Malhotra, 2019).

Dans l'enseignement supérieur au Maroc, et selon nos études, nous pouvons recommander un intervalle de 40% à 60% au moins d'apprentissage en ligne, intégrant quelques chapitres des cours sous forme de capsules vidéos, des travaux dirigés ou même des travaux pratiques à rendre, des ressources à télécharger, et des quiz à passer, avec 60% à 40% d'enseignement en classe lié au contenu en ligne. L'intervalle peut s'adapter avec au niveau des apprenants, afin d'avoir plus de présentiel dans certains niveaux (exemple 1er cycle) et augmenter la part du

l'enseignement en ligne au fil des années. Cet intervalle est essentiel pour obtenir une expérience d'apprentissage fiable, offrir de la flexibilité aux apprenants et au professeur, encourager la croissance de l'autonomie, et enfin, garantir une meilleure personnalisation, et de meilleurs résultats pour les apprenants.

8.3.2. Expliquer l'utilité des EAL

L'adoption d'une nouvelle approche pédagogique est souvent une tâche difficile, en particulier si les acteurs principaux ne comprennent pas l'utilité de cette nouvelle approche. Il est donc important de présenter et d'exposer les avantages proposés par ces approches, tant pour les enseignants que pour les apprenants.

Les EAL permettent aux enseignants, de créer un contenu en fonction de leur emploi du temps et quand ils le souhaitent. Ils leur permettent d'apporter des changements éventuels à leur pratique pédagogique, ainsi que de soutenir leurs apprenants en dehors de la classe. Les apprenants, quant à eux, veulent un contenu pertinent, flexible, adapté au rythme de chacun et personnalisé. Ce besoin est comblé par le mode d'apprentissage en ligne. En effet, contrairement à l'enseignement en présentiel, les EAL permettent aux apprenants d'accéder au contenu quand ils le souhaitent et en nombre illimité de fois (Shackel, 2009), ce qui est important dans la phase de révision et de préparation d'un examen ou bien si un ou plusieurs apprenants ne peuvent pas assister au cours en présentiel.

Nous recommandons une campagne de sensibilisation et de formation en vue d'expliquer et de former les parties prenantes, sur l'utilité d'adopter les EAL dans le processus d'apprentissage, et essentiellement les avantages proposés par le mode d'apprentissage mixte, avec un modèle économique qui prend en compte le travail de l'enseignant sur l'EAL.

8.3.3. Former les acteurs (enseignant et apprenant)

Selon l'enquête PROFETIC de 2018, mise en place par le ministère français de l'éducation nationale français depuis 2011, fournissant des indications sur les usages

des enseignants du second degré et l'évolution de ces usages. Un quart des enseignants cite le manque de formation comme un frein à l'usage des EAL dans l'enseignement. Il déclarent aussi que la première modalité de formation pour apprendre à utiliser les EAL, est principalement l'apprentissage par soi-même (Profetic, 2018).

Le véritable défi à surmonter est celui de former les enseignants à dépasser les obstacles technologiques. Ils doivent aussi apprendre à s'habituer à de nouvelles pratiques pédagogiques, et utiliser facilement l'outil numérique. Une fois cet aspect technologique maîtrisé, les enseignants peuvent aborder les étapes suivantes, à savoir : créer des cours en ligne de qualité, former les apprenants sur l'outil numérique et interagir avec eux en ligne, donner un feedback personnalisé, instaurer une relation de confiance avec les apprenants, et enfin, mesurer la participation aux cours et la compréhension des apprenants.

Nous recommandons de programmer des formations permettant de recouvrir les besoins et les attentes des enseignants, pour leur permettre d'intégrer les EAL dans leurs pratiques pédagogiques. De plus, certains enseignants pourront avoir besoin d'une assistance personnalisée. Nous recommandons aussi de prévoir cette possibilité en mettant en œuvre les ressources nécessaires pour répondre aux demandes spécifiques.

8.3.4. Proposer un contenu diversifié et de qualité

Dans leur cours, les enseignants peuvent intégrer des contenus et des pratiques très variés dans le but d'accroître l'engagement des apprenants. Les EAL permettent d'atteindre cet objectif, ils donnent la possibilité aux enseignants d'intégrer une grande variété de ressources différentes, telles que des vidéos, des documents, des présentations et des quiz, qu'ils peuvent utiliser pour adapter leur pratique pédagogique aux styles d'apprentissage de leurs apprenants (Cidral et al., 2018a).

Nous recommandons aux enseignants en plus de concevoir des contenus de cours qui intègrent une variété de ressources (fichiers à télécharger, capsules vidéo,

images, documents, liens externes, quiz, etc.), de tenir compte des principes de conception universelle. Il peut s'agir simplement de prêter attention à la couleur et à la taille des polices, au volume de fichiers ou vidéos à intégrer, à la disposition des images, etc. Ces principes de conception permettent aux enseignants de réfléchir à la meilleure façon d'atteindre chaque apprenant, en mettant à sa disposition des supports, des techniques et des stratégies pédagogiques flexibles, améliorant ainsi l'autorégulation des apprenants (Winne, 2011; Panadero, 2017).

8.3.5. Fournir un soutien technique

Les EAL permettent aux enseignants d'obtenir un degré de couverture plus élevé afin de communiquer le savoir de manière cohérente, sans limite de temps ou de lieu. Dans ce mode d'enseignement, les enseignants ne sont séparés des apprenants que par l'espace. Cependant, ces avantages peuvent être rapidement mis en péril lorsque des difficultés techniques surviennent, chose qui peut rendre l'apprentissage en ligne encore plus distant (Nawaz, Zubair Khan, 2012).

Zane Berge classe les rôles d'un enseignant utilisant les EAL en trois catégories : pédagogique, sociale, managériale et technique (Berge, 1995). Ces trois rôles peuvent être remplis par une ou plusieurs personnes et sont affectés par plusieurs facteurs tels que le temps, le niveau de compétence, le type de cours et d'apprenants, etc. Bien que pour les enseignants, le rôle de soutien technique soit souvent moins prioritaire, il peut rapidement prendre le dessus lorsqu'une difficulté technique ralentit le processus d'apprentissage.

Le rôle du soutien technique proposé par Berge, peut être confié soit à une équipe, à un individu ou les deux. Dans le cadre d'une approche d'équipe, le rôle de soutien technique peut inclure une personne, un bureau ou un département de soutien technique, qui prépare les apprenants aux études en ligne et répond aux questions lorsqu'ils ont des difficultés. Cependant, même avec une approche d'équipe en place, les institutions et organisations d'apprentissage, dont le budget est limité, peuvent laisser certains enseignants dans une position de premier point de contact

avec les apprenants ayant des questions ou des problèmes techniques. L'enseignant est alors responsable des quatre rôles de Berge, à savoir, la conception, l'élaboration, la mise en œuvre, de l'enseignement et du soutien du cours en ligne (Anderson et al., 2001).

Qu'il aborde le soutien technique de manière individuelle ou en équipe, l'enseignant doit prendre une décision lorsqu'il est confronté à une difficulté technique de la part de l'apprenant. Nous recommandons donc aux enseignants, d'accepter ce rôle comme une caractéristique du travail et choisir de jouer un rôle positif en aidant personnellement l'apprenant à résoudre les problèmes techniques.

8.3.6. Encourager les interactions sociales

Les EAL permettent aux enseignants de rester en contact avec leurs apprenants en dehors des heures de cours afin d'échanger des ressources, des vidéos, des idées, des méthodologies ou des pratiques pédagogiques. Plusieurs études ont révélé que les interactions sociales via les EAL, jouent un rôle important pour accroître l'engagement et la motivation des apprenants, et contribuent à améliorer leurs performances (Lin, Lin, Laffey, 2008; Hong et al., 2016b; Al-Azawei, 2019).

Les interactions régulières entre les apprenants et les enseignants sont la base d'un apprentissage en ligne efficace. Les enseignants peuvent interagir avec les apprenants sur différents forums de discussion liés au cours, sur la messagerie instantanée et sur d'autres activités d'apprentissage. En outre, les enseignants peuvent fournir aux apprenants un retour d'information par écrit sur tous les travaux soumis, afin de les guider dans leur travail et de les encourager. Grâce à ces messages envoyés, les étudiants reçoivent toutes les mises à jour et les rappels nécessaires pour rester concentrés sur leur travail.

Les interactions sociales dans l'apprentissage en ligne ne sont pas seulement entre les enseignants et les apprenants, ils peuvent aussi être entre les pairs. Les discussions en ligne dirigées par les apprenants permettent de partager des idées sur divers sujets, ou même d'approfondir la compréhension sur des concepts et théories du

cours. Un apprenant peut également faire part de ses difficultés ou de ses réussites sur des forums de discussion afin d'obtenir des commentaires, des suggestions ou des félicitations de ses camarades de classe.

Nous recommandons aux enseignants de créer des opportunités d'interactions sociales animées et soutenues dans leurs cours en ligne. Nous conseillons aussi de demander aux apprenants de partager sur des forums de discussion, leurs expériences personnelles, leurs résultats scolaires et leurs perceptions des concepts étudiés. Ces opinions peuvent donner aux apprenants l'occasion d'interagir les uns avec les autres, et à l'enseignant des idées sur la façon d'améliorer la prestation et le contenu du cours. Ces interactions entre pairs peuvent également aider les apprenants à développer un réseau professionnel, ce qui les prépare à une partie intégrante de leur vie après l'obtention de leur diplôme.

8.4. Scénarisation d'application des approches proposées

En tant qu'enseignant, opérant dans l'enseignement supérieur privé au Maroc, et comme tous les enseignants qui exercent aussi bien dans le secteur privé que public et qui diffusent des contenus d'apprentissage en ligne, nous avons comme principaux soucis : d'améliorer la participation des apprenants, leurs engagements, leurs satisfactions et enfin leurs réussites. En combinant les résultats, recommandations et contributions de notre thèse, nous sommes en mesure de proposer un scénario d'application à suivre afin de remédier aux problèmes de l'abandon et de l'échec des apprenants dans les EAL.

Dans ce scénario, nous proposons de mettre en place dans le processus d'apprentissage une démarche basée sur trois phases, à savoir, la phase pré-formation ou avant le début du cours en ligne, la phase pendant le cours en ligne, et enfin la phase post-formation ou après le cours en ligne. La figure suivante présente les trois phases du scénario d'application proposé, des explications plus détaillées de ces phases seront données dans la suite.

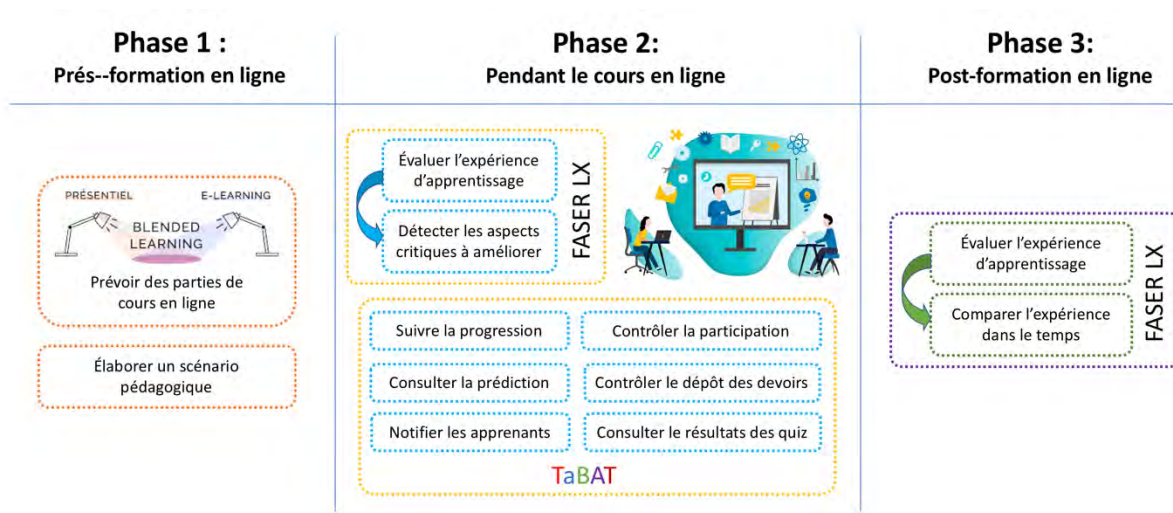


Figure 68. Phases du scénario d'application proposé.

8.4.1. La phase prés-formation en ligne

Dans cette première phase, nous proposons de mettre en place un processus d'apprentissage mixte présentiel et distanciel. L'enseignant a la possibilité de choisir parmi les chapitres du cours, ceux qui peuvent être mis en ligne, il doit intégrer cette information dans le syllabus du cours. Il pourra ensuite commencer à élaborer un scénario pédagogique, pour mettre en œuvre le déploiement des chapitres choisis auparavant.

Le scénario pédagogique doit décrire les activités ou les tâches d'apprentissage, les ressources (documents, vidéos, audios, etc.), ainsi que les attentes des acteurs principaux (enseignant et apprenants). L'enseignant pourra éventuellement prévoir les outils nécessaires et les modalités d'organisation à la réalisation d'un certain nombre de tâches (outils de chat ou de visioconférence).

Après l'élaboration des situations d'apprentissage, l'enseignant doit maintenant passer à l'étape de l'insertion des éléments du scénario pédagogique dans la plateforme utilisée par l'établissement. Cette étape pourra être réalisée soit par l'enseignant lui-même, ou bien grâce à l'appui de spécialistes en techno-pédagogie proposée par l'établissement. Il faut donc, identifier les différents outils pédagogiques qui sont offerts dans la plateforme (outils d'organisation, outils de production, outils de communication, outils de travail collaboratif, etc.), mais aussi

les outils externes qui peuvent être éventuellement utilisés (outil de présentation ou de communication).

8.4.2. La phase pendant le cours en ligne

Une fois le cours en ligne lancé, et quand les apprenants commencent à participer aux activités planifiées, l'enseignant doit les accompagner et les inciter à persévérer sur les activités en ligne. Le but de la seconde phase consiste à suivre le progrès des apprenants et l'évolution de leur expérience vis-à-vis de leur utilisation des EAL.

Pour ce faire, nous proposons d'utiliser les deux outils développés dans cette thèse, à savoir FASER LX Test et TaBAT. La figure suivante présente l'utilisation de ces outils par les acteurs principaux de notre scénario pédagogique.

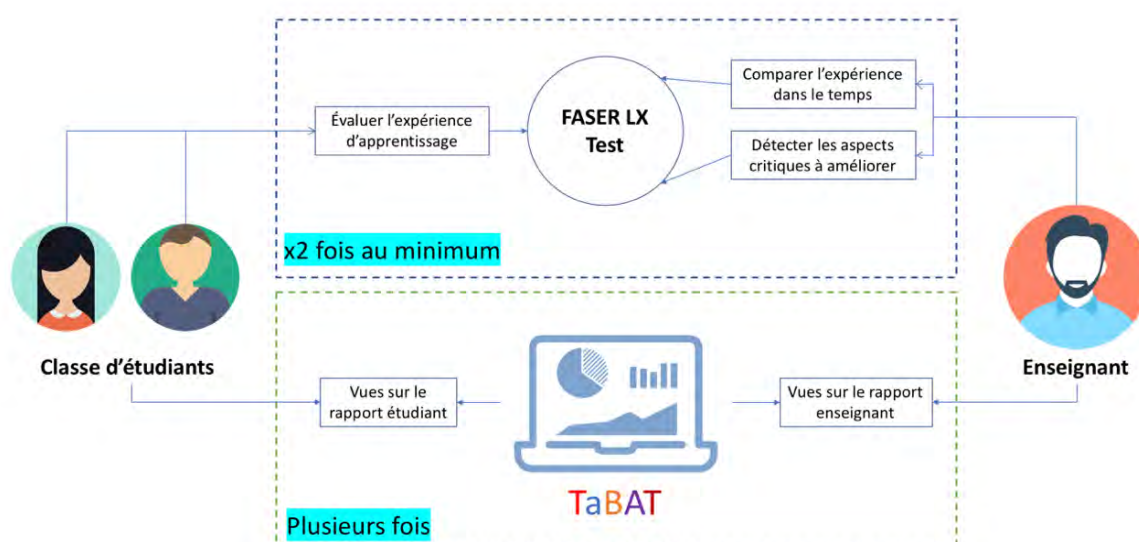


Figure 69. Utilisation des outils développés

8.4.2.1. Évaluer l'expérience avec FASER LX Test

Pour pouvoir évaluer, suivre et comparer l'expérience d'apprentissage des apprenants dans le temps, nous proposons l'utilisation du FASER LX Test comme échelle d'évaluation et d'analyse. Auto-administré par les apprenants, et simple à intégrer dans la plateforme comme ressource externe (sous forme de lien), le FASER LX Test permet aux enseignants de suivre l'évolution de l'expérience des apprenants. Il donne aussi la possibilité aux enseignants de consulter les niveaux de satisfaction, de l'effort, de stimulation et des échanges sociaux des apprenants, pour savoir

comment ils perçoivent les EAL. Enfin, il permet aussi de distinguer rapidement les aspects qui sont perçus comme critiques chez l'apprenant, et qui appellent ou non à des actions d'amélioration à court ou à long terme.

Dans ce scénario pédagogique, nous proposons l'utilisation du FASER LX test au minimum deux fois pendant le cours en ligne. La première utilisation pourra être dès la deuxième semaine du lancement du cours, tandis que la deuxième pourra être programmée deux à trois semaines avant la fin du cours.

8.4.2.2. Suivre la participation et le progrès avec TaBAT

Le suivi de la participation et du progrès, sont des composantes essentielles du processus d'apprentissage en ligne, à la fois pour les apprenants et les enseignants. L'analyse de l'apprentissage fournit à l'enseignant une vue sur les activités des apprenants à distance (parcours, temps passé sur chaque étape, historique, etc.), tout en lui permettant de juger les progrès globaux de sa classe et des compétences acquises. Cette analyse permet aussi aux apprenants de consulter leurs propres états de progrès, de se positionner par rapport aux autres apprenants, et d'apprendre à s'autoévaluer afin d'améliorer leurs prises de conscience de leurs actions.

Les rapports fournis par TaBAT permettent de répondre à ces deux aspects. En effet, le rapport étudiant (ou rapport élève) fournit une visualisation complète et synthétique des activités ou ressources accomplies par l'apprenant, il permet aussi de voir le progrès global de la classe, chose qui donne la possibilité à l'apprenant de la classe de se positionner par rapport aux autres. Tandis que le rapport enseignant rassemble une panoplie d'interfaces, qui permettent à l'enseignant de suivre la présence et la progression des apprenants, de consulter les remises des devoirs et les résultats des quiz, de visualiser les états de prédiction (réussite scolaire, risque d'échec minime ou élevé), ainsi que de contacter les apprenants ou de programmer un envoi automatique de notifications de rappel afin de les alerter en cas de besoin.

Nous proposons dans ce scénario pédagogique, le recours à TaBAT par les enseignants et les apprenants, afin de suivre le progrès et l'achèvement des activités pendant le cours en ligne. Nous conseillons aussi aux enseignants, de surveiller l'état des participations et de prédictions afin d'alerter les apprenants à temps, pour qu'ils puissent corriger leurs erreurs et s'améliorer en vue de l'évaluation finale.

8.4.3. La phase post-formation en ligne

Une fois que le cours en ligne est achevé, il est temps d'évaluer une dernière fois l'expérience d'apprentissage des apprenants pour la comparer aux résultats des autres expériences. Cette dernière phase est essentielle pour évaluer également la perception du cours et son impact sur les apprenants.

Pour cela, nous proposons de réutiliser l'échelle d'évaluation FASER LX Test, pour effectuer une dernière évaluation de l'expérience d'apprentissage. Le but étant d'identifier les différentes difficultés d'apprentissage rencontrées pendant le cours, pour les améliorer et proposer un cours de qualité.

Conclusion

Les contributions issues des études que nous avons menées dans notre thèse ont eu un impact positif sur la réussite des apprenants dans leurs formations en ligne. Dans ce chapitre, nous avons tout d'abord, présenté les différentes difficultés rencontrées, ensuite, nous avons synthétisé chaque étude et présenté les liens existants entre elles. Des recommandations ont aussi été proposées, pour aboutir enfin, à un scénario d'application des résultats et contributions de nos études dans le contexte du système de l'enseignement supérieur au Maroc.

Le scénario proposé met en place un processus d'apprentissage basé sur le mode mixte qui combine les aspects les plus intéressants de l'enseignement classique en classe avec les avantages offerts par l'apprentissage en ligne. Dans ce scénario, l'apprenant et l'enseignant jouent un rôle essentiel dans les 3 phases du cours identifiées : avant, pendant et après la formation.

La crise du COVID-19 a provoqué une perturbation sans précédent aux systèmes éducatifs, faisant réagir les états à adopter l'enseignement en ligne comme alternative des cours en présentiel. Néanmoins, face aux divers problèmes que connaît ce mode d'apprentissage, comme le taux élevé d'abandon, le manque de contact humain, ainsi que le faible taux de complétion des cours en ligne, qui peuvent freiner son intégration et sa généralisation, nous invitons à suivre la démarche proposée afin de bénéficier des avantages de ce mode d'apprentissage, et en même temps participer aux changements que connaît le système éducatif particulièrement au Maroc.

Conclusion générale et perspectives

1. Conclusion

Cette thèse veut contribuer à améliorer la réussite des apprenants dans les systèmes d'apprentissage en ligne. L'idée est de fournir des modèles et des outils décisionnels pour l'analyse de l'apprentissage et l'identification des facteurs permettant d'expliquer et de prédire la réussite des apprenants en ligne.

Dans le chapitre 1, nous avons commencé par étudier les principaux travaux de recherche sur les facteurs critiques de succès de l'apprentissage en ligne. Ces travaux nous ont conduit à présenter dans le chapitre 2, un modèle conceptuel associant les facteurs liés à l'apprenant, à l'enseignant, au système, au cours et à l'aspect social. L'intérêt de ce modèle est d'expliquer la continuité d'utilisation, la satisfaction et la réussite d'un apprenants en ligne, considérés désormais comme un des objectifs des établissements d'enseignement. Les hypothèses de ce modèle conceptuel ont été vérifiées par une première étude menée dans le chapitre 3, dont le but est de confirmer le choix des facteurs qui sont censés prédire la réussite des apprenants en ligne. Les résultats de cette étude dévoilent que l'apprentissage autorégulé, ainsi que la continuité à utiliser les systèmes d'apprentissage en ligne, sont principalement les deux facteurs qui permettent d'expliquer la réussite des apprenants en ligne.

À l'issue de cette démarche de modélisation, deux outils décisionnels ont été créés. Après une étude sur les modèles et les échelles de mesure de l'expérience utilisateurs présentée dans le chapitre 4, nous avons proposé un cadre théorique pour schématiser et détailler les facteurs ayant une influence sur cette expérience. Ensuite, une échelle d'évaluation de l'expérience d'apprentissage a été conçue sous forme d'un questionnaire auto-administré en ligne. Dans le chapitre 5, une deuxième étude a été menée pour tester l'efficacité de cet outil à évaluer et suivre l'amélioration de l'expérience d'apprentissage dans le temps. Le résultat de cette étude, combiné avec ceux d'une autre étude, menée à l'université d'Indonésie avec notre échelle

d'évaluation comme instrument de mesure, concluent que l'outil a été jugée efficace pour mesurer l'évolution de l'expérience d'apprentissage en ligne.

Nous nous sommes ensuite intéressés à l'analyse des traces pour comprendre et suivre le processus d'apprentissage, dans le but de soutenir la prise de décision en temps réel et améliorer ainsi la réussite des apprenants. Une analyse des applications du terme « analyse de l'apprentissage » (Learning Analytics) dans le domaine de l'apprentissage en ligne a été exposée. Cette analyse a révélé que les principales plateformes d'apprentissage ne permettent pas vraiment à l'enseignant de faire efficacement le suivi à partir des informations disponibles. En plus, ces plateformes ne guident pas les élèves pour améliorer leurs résultats. Nous avons donc développé un deuxième outil d'analyse sous forme de tableaux de bord en ligne pour les enseignants et les apprenants, consultable en temps réel et adaptable avec plusieurs plateformes d'apprentissage. Nous avons aussi présenté une troisième étude divisée en deux parties, la première vise à tester les tableaux de bord de cet outil à réduire l'abandon des cours en ligne, ainsi qu'à améliorer la performance et prédire la réussite des apprenants. La deuxième partie évalue les opinions et les appréciations des utilisateurs de l'outil, dans le but d'identifier les améliorations envisageables. Les résultats concluent que l'outil a contribué à améliorer le travail autorégulé, ainsi que le taux de réussite des apprenants.

Afin de contribuer à remédier aux problèmes de l'abandon et de l'échec des apprenants en ligne, une présentation des enseignements tirés et des recommandations inspirées des trois études menées précédemment a été proposée au chapitre 8. Un scénario d'application des contributions de cette thèse a aussi été détaillé dans ce chapitre. Ce scénario propose la mise en place d'un processus d'apprentissage mixte présentiel et distanciel, avec l'utilisation combinée de l'échelle d'évaluation développé pour mesurer l'évolution de l'expérience d'apprentissage et de l'outil d'analyse des traces d'apprentissage avant, pendant et après le cours en ligne.

En guise de conclusion, nous pouvons confirmer que les résultats des études menées, valident la stabilité des contributions et approches proposées et vont contribuer à l'amélioration de la réussite des apprenants dans les cours en ligne. Ces contributions vont sans doute aider aussi bien les enseignants que les apprenants dans leurs interactions quotidiennes, afin de donner plus de valeur et d'importance aux différents environnements d'apprentissage en ligne.

2. Perspectives

Tout travail de recherche n'est jamais achevé et présente certaines limites. Dans ce qui suit, nous allons dresser des perspectives envisageables à notre travail de recherche.

2.1 Améliorer l'échelle de mesure de l'expérience d'apprentissage « FASER LX Test »

L'un des objectifs de cette thèse est d'améliorer l'expérience d'apprentissage des apprenants. L'idée était de fournir aux enseignants un outil de mesure capable d'évaluer et de suivre l'amélioration de l'expérience des apprenants, lors de leur utilisation d'une plateforme pédagogique. Nous avons ainsi conçu et testé FASER LX Test sous la forme d'un questionnaire auto-administré. Cependant, le nombre de questions qui s'élève à 30, peut sembler trop lourd pour les participants. Plus la durée de participation est courte, plus le nombre de répondants qui complètent le questionnaire est élevé et plus les réponses sont de qualité³².

Une première perspective consisterait à proposer une version courte du FASER LX Test. Cette version devrait reprendre les mêmes facteurs que la première version, mais avec moins de questions et donc réduire le temps de réponse.

³² <https://www.dragnsurvey.com/blog/quel-est-le-nombre-maximum-de-questions-a-poser-dans-un-questionnaire/>

2.2 Adapter l’outil TaBAT avec d’autres systèmes d’apprentissage

Nous avons développé l’outil d’analyse des traces d’apprentissage « TaBAT » comme un outil interopérable, c'est-à-dire qui est sensé fonctionner avec plusieurs plateformes d’apprentissage. Cette notion d’interopérabilité est rendue possible par la séparation de l’analyse des données de leur présentation aux acteurs principaux, faite par les trois phases du processus de fonctionnement de TaBAT (Figure 33, cf. chapitre 6), à savoir les phases intermédiaires : analyse, préparation des données et présentation des résultats.

Actuellement, dans la première version de test de TaBAT, la phase d’analyse est adaptée à la plateforme Moodle. À court terme, nous souhaitons proposer une adaptation des classes métiers de la phase d’analyse, afin de généraliser l’utilisation de TaBAT aux autres plateformes utilisées.

2.3 Évaluer plus en détail l’autorégulation des apprenants

Le modèle causal d’évaluation de la réussite des apprenants en ligne (e-LSAM) présenté dans la figure 9 (cf. chapitre 2), illustre les facteurs qui permettent d’expliquer la réussite des apprenants. Ce modèle a validé l’hypothèse selon laquelle l’apprentissage autorégulé influence positivement la réussite des apprenants en ligne. Cette même hypothèse a été confirmée par l’analyse des traces d’apprentissage, faite par l’outil TaBAT. Toutefois, le modèle e-LSAM présente le facteur d’autorégulation, influencé par l’effort individuel, mais sans détailler ce dernier. En effet, la régulation de l’apprentissage s’effectue par des stratégies cognitives et métacognitives, mais également par des stratégies motivationnelles (Garcia, Pintrich, 1994).

Nous comptons poursuivre nos travaux de recherche pour mieux modéliser les stratégies d'autorégulation. Il serait intéressant de conduire des études pour valider cette modélisation et mesurer l’amélioration de la réussite scolaire.

Références

- AGUDO-PEREGRINA, Ángel F., HERNÁNDEZ-GARCÍA, Ángel and PASCUAL-MIGUEL, Félix J., 2014. Behavioral intention, use behavior and the acceptance of electronic learning systems: Differences between higher education and lifelong learning. *Computers in Human Behavior* [online]. May 2014. Vol. 34, p. 301–314. [Accessed 23 January 2018]. DOI 10.1016/j.chb.2013.10.035. Retrieved from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0747563213003853>
- AJZEN, Fishbein &, 1975. Belief , attitude , intention and behaviour : An introduction to theory and research. . 1975. No. May 1975.
- AL-ALAK, Basheer A. and ALNAWAS, Ibrahim A.M., 2011. Measuring the acceptance and adoption of e-learning by academic staff. *Knowledge Management and E-Learning*. 2011. Vol. 3, no. 2, p. 201–221. DOI 10.34105/j.kmel.2011.03.016.
- AL-AZAWEL, Ahmed, 2019. What drives successful social media in education and e-learning? A comparative study on Facebook and moodle. *Journal of Information Technology Education: Research*. 2019. Vol. 18, p. 253–274. DOI 10.28945/4360.
- AL-GAHTANI, Said S., 2016. Empirical investigation of e-learning acceptance and assimilation: A structural equation model. *Applied Computing and Informatics* [online]. 2016. Vol. 12, no. 1, p. 27–50. DOI 10.1016/j.aci.2014.09.001. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aci.2014.09.001>
- AL-SAMARRAIE, Hosam, TENG, Bee Kim, ALZAHIRANI, Ahmed Ibrahim and ALALWAN, Nasser, 2017. E-learning continuance satisfaction in higher education: a unified perspective from instructors and students. *Studies in Higher Education* [online]. 8 March 2017. P. 1–17. [Accessed 14 August 2018]. DOI 10.1080/03075079.2017.1298088. Retrieved from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03075079.2017.1298088>
- ALAIN FERNANDEZ, 2018. Les tableaux de bord du manager innovant: Une démarche en 7 étapes pour faciliter la prise de décision en équipe (Management). EYROLLES.
- ALBEN, Lauralee, 1996. Quality of experience: defining the criteria for effective interaction design. *Interactions - Studies in Communication and Culture*. 1996. Vol. 3, no. 3, p. 11–15. DOI 10.1145/235008.235010.
- ALENEZI, Abdulhameed Rakan, 2012. E-learning acceptance : Technological key factors for successful students ' engagement in e-learning system. *The 2012 International Conference on e_learning, e-Business, Enterprise Information Systems and e-Government*. 2012. P. 16–19.
- ALRAIMI, Khaled M., ZO, Hangjung and CIGANEK, Andrew P., 2015. Understanding the MOOCs continuance: The role of openness and reputation. *Computers and Education* [online]. 2015. Vol. 80, p. 28–38. DOI 10.1016/j.compedu.2014.08.006. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.006>
- ANDERSON, James and GERBING, 1988. Structural Equation Modeling in Practice: A Review and Recommended Two-Step Approach. *Psychological Bulletin* [online]. 1988. Vol. 103, no. 3, p. 411–423. Retrieved from: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.540.4887&rep=rep1&type=pdf>
- ANDERSON, Terry, ROURKE, Liam, GARRISON, D. Randy and ARCHER, Walter, 2001. ASSESSING TEACHING PRESENCE IN A COMPUTER CONFERENCING CONTEXT. *Journal of Asynchronous Learning Networks* [online]. 2001. Vol. 11, no. 2, p. 27–42. Retrieved from: <https://www.learntechlib.org/p/104046/>

- ANTHONY, Bokolo, KAMALUDIN, Adzhar, ROMLI, Awanis, RAFFEL, Anis Farihan Mat, NINCAREAN A/L EH PHON, Danakorn, ABDULLAH, Aziman, MING, Gan Leong, SHUKOR, Nurbiha A., NORDIN, Mohd Shukri and BABA, Suria, 2019. Exploring the role of blended learning for teaching and learning effectiveness in institutions of higher learning: An empirical investigation. *Education and Information Technologies*. 2019. Vol. 24, no. 6, p. 3433–3466. DOI 10.1007/s10639-019-09941-z.
- ANTHONY, Robert, DEARDEN, John and VANCIL, Richard, 1972. *Key Economic Variables, in Management Controls Systems*. Irwin. 1972.
- APARICIO, Manuela, BACAO, Fernando and OLIVEIRA, Tiago, 2017. Grit in the path to e-learning success. *Computers in Human Behavior* [online]. 2017. Vol. 66, p. 388–399. DOI 10.1016/j.chb.2016.10.009. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.10.009>
- ARENAS-GAITÁN, Jorge, RONDAN-CATALUÑA, F. Javier and RAMIREZ-CORREA, Patricio E., 2010. Gender influence in perception and adoption of E-Learning platforms. *International Conference on Data Networks, Communications, Computers - Proceedings*. 2010. P. 30–35.
- ARHIPAINEN, Leena and TÄHTI, Marika, 2003. Empirical evaluation of user experience in two adaptive mobile application prototypes. *Proceedings of the 2nd international conference ...* [online]. 2003. P. 27–34. Retrieved from: <http://www.ep.liu.se/ecp/011/007/ecp011007.pdf>
- AWIDI, Isaiah T. and PAYNTER, Mark, 2019. The impact of a flipped classroom approach on student learning experience. *Computers and Education* [online]. 2019. Vol. 128, p. 269–283. DOI 10.1016/j.compedu.2018.09.013. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.013>
- BAGOZZI, Richard P., 2006. Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error: A Comment. *Journal of Marketing Research*. 2006. Vol. 18, no. 3, p. 375.
- BARCLAY, Corlane, DONALDS, Charlette and OSEI-BRYSON, Kweku Muata, 2018. Investigating critical success factors in online learning environments in higher education systems in the Caribbean*. *Information Technology for Development* [online]. 2018. Vol. 24, no. 3, p. 582–611. DOI 10.1080/02681102.2018.1476831. Retrieved from: <https://doi.org/10.1080/02681102.2018.1476831>
- BARCLAY, Corlane and LOGAN, Derrick, 2013. Towards an Understanding of the Implementation & Adoption of Massive Online Open Courses (MOOCs) in a Developing Economy Context. *Proceedings of SIG GlobDev Sixth Annual Workshop*. 2013. No. December, p. 1–14.
- BASTIEN, J M Christian and SCAPIN, Dominique L, 1993. Critères Ergonomiques pour l'Évaluation d'Interfaces Utilisateurs. *Rapport technique INRIA* [online]. 1993. No. May, p. 83. Retrieved from: http://www.irit.fr/~Mathieu.Raynal/docs/Ergonomic%7B_%7DCriteria.pdf%0Ahttp://www.irit.fr/~Mathieu.Raynal/docs/Ergonomic_Criteria.pdf
- BAUER, Kent, 2004. *KPIs - The Metrics That Drive Performance Management*. DM Review; New York. 2004. Vol. 14, no. 9, p. 63.
- BAYLOR, Amy L. and RITCHIE, Donn, 2002. What factors facilitate teacher skill, teacher morale, and perceived student learning in technology-using classrooms? *Computers and Education*. 2002. Vol. 39, no. 4, p. 395–414. DOI 10.1016/S0360-1315(02)00075-1.
- BENIGNO, V. and TRENTIN, Guglielmo, 2000. The evaluation of online courses. *Journal of Computer Assisted Learning*. 2000. Vol. 16, no. 3, p. 259–270. DOI 10.1046/j.1365-2729.2000.00137.x.

- BERGE, Zane, 1995. The role of the online instructor/facilitator. Educational technology [online]. 1995. Vol. 35, no. 1, p. 22–30. Retrieved from: http://www.cordonline.net/mntutorial2/module_2/Reading 2-1 instructor role.pdf
- BERNERS-LEE, Tim, 1989. La naissance du Web. . 1989.
- BHATTACHERJEE, Anol, 2001a. Understanding Information Systems Continuance: An Expectation-Confirmation Model. MIS Quarterly. September 2001. Vol. 25, no. 3, p. 351. DOI 10.2307/3250921.
- BHATTACHERJEE, Anol, 2001b. An empirical analysis of the antecedents of electronic commerce service continuance. Decision Support Systems. December 2001. Vol. 32, no. 2, p. 201–214. DOI 10.1016/S0167-9236(01)00111-7.
- BHATTACHERJEE, Anol, 2001c. Understanding Information Systems Continuance: An Expectation-Confirmation Model. MIS Quarterly [online]. September 2001. Vol. 25, no. 3, p. 351. [Accessed 16 January 2018]. DOI 10.2307/3250921. Retrieved from: <http://www.jstor.org/stable/3250921?origin=crossref>
- BHUASIRI, Wannasiri, XAYMOUNGKHOUN, Oudone, ZO, Hangjung, RHO, Jae Jeung and CIGANEK, Andrew P, 2012. Critical success factors for e-learning in developing countries: A comparative analysis between ICT experts and faculty. Computers & Education [online]. 2012. Vol. 58, no. 2, p. 843–855. DOI 10.1016/j.compedu.2011.10.010. Retrieved from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360131511002545>
- BHUASIRI, Wannasiri, XAYMOUNGKHOUN, Oudone, ZO, Hangjung, RHO, Jae Jeung and CIGANEK, Andrew P., 2012. Critical success factors for e-learning in developing countries: A comparative analysis between ICT experts and faculty. Computers & Education [online]. February 2012. Vol. 58, no. 2, p. 843–855. [Accessed 15 October 2017]. DOI 10.1016/j.compedu.2011.10.010. Retrieved from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360131511002545>
- BLOOM, Benjamin S., 1984. The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. Educational Researcher. 1984. Vol. 13, no. 6, p. 4–16. DOI 10.3102/0013189X013006004.
- BOEKAERTS, Monique and CASCALLAR, Eduardo, 2006. How far have we moved toward the integration of theory and practice in self-regulation? Educational Psychology Review. 2006. Vol. 18, no. 3, p. 199–210. DOI 10.1007/s10648-006-9013-4.
- BOOMSMA, Anne, HOYLE, Rick H. and PANTER, A. T., 2012. The structural equation modeling research report. Handbook of Structural Equation Modeling. 2012. No. June, p. 341–358.
- BROOKE, John, 1996. SUS: A “Quick and Dirty” Usability Scale. Usability Evaluation In Industry. 1996. No. July, p. 207–212. DOI 10.1201/9781498710411-35.
- BRUNO, Albert V. and LEIDECKER, Joel K., 1984. Identifying and using critical success factors. Long Range Planning. 1984. Vol. 17, no. 1, p. 23–32. DOI 10.1016/0024-6301(84)90163-8.
- CAMPBELL, Donald T. and FISKE, Donald W., 1959. Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix. Psychological Bulletin. 1959. Vol. 56, no. 2, p. 81–105. DOI 10.1037/h0046016.
- CARMINES, Erward G and ZELLER, Richard A., 1988. Reliability and validity assessment. Sage publi.
- CHANG, Chi Cheng, LIANG, Chaoyun, SHU, Kuen Ming and CHIU, Yi Chun, 2015. Alteration of influencing factors of e-learning continued intention for different degrees of online participation. International Review of Research in Open and Distance Learning. 2015. Vol. 16, no. 4, p. 33–61.

- CHEAWJINDAKARN, Bussakorn, SUWANNATTHACHOTE, Praweenya and THEERAROUNGCHAI SRI, Anuchai, 2012. Critical Success Factors for Online Distance Learning in Higher Education: A Review of the Literature. *Creative Education*. 2012. Vol. 03, no. 08, p. 61–66. DOI 10.4236/ce.2012.38b014.
- CHENG, Yung-Ming, 2012. Effects of quality antecedents on e-learning acceptance. *Internet Research* [online]. June 2012. Vol. 22, no. 3, p. 361–390. [Accessed 15 October 2017]. DOI 10.1108/10662241211235699. Retrieved from: <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/10662241211235699>
- CHING-TER, Chang, HAJIYEV, Jeyhun and SU, Chia Rong, 2017. Examining the students' behavioral intention to use e-learning in Azerbaijan? The General Extended Technology Acceptance Model for E-learning approach. *Computers and Education* [online]. 2017. Vol. 111, p. 128–143. DOI 10.1016/j.compedu.2017.04.010. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.010>
- CHIU, Chao Min, HSU, Meng Hsiang, SUN, Szu Yuan, LIN, Tung Ching and SUN, Pei Chen, 2005. Usability, quality, value and e-learning continuance decisions. *Computers and Education*. 2005. Vol. 45, no. 4, p. 399–416. DOI 10.1016/j.compedu.2004.06.001.
- CHOW, Wing S. and SHI, Si, 2014. Investigating Students' Satisfaction and Continuance Intention toward E-learning: An Extension of the Expectation – Confirmation Model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. August 2014. Vol. 141, p. 1145–1149. DOI 10.1016/j.sbspro.2014.05.193.
- CHUMNEY, Frances L, 2013. Structural Equation Models With Small Samples : A Comparative Study of Four Approaches. . 2013. P. 146.
- CIDRAL, Wilmar Audye, OLIVEIRA, Tiago, DI FELICE, Massimo and APARICIO, Manuela, 2018a. E-learning success determinants: Brazilian empirical study. *Computers and Education* [online]. 2018. Vol. 122, no. July, p. 273–290. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.12.001>
- CIDRAL, Wilmar Audye, OLIVEIRA, Tiago, DI FELICE, Massimo and APARICIO, Manuela, 2018b. E-learning success determinants: Brazilian empirical study. *Computers and Education* [online]. 2018. Vol. 122, p. 273–290. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.12.001>
- CZEPIEL, John A. and Robert Gilmore, 1987. Exploring the Concept of Loyalty in The Services Marketing Challenge: Integrating for Competitive Advantage.
- DABBEBI, Ines, 2020. Conception et génération dynamique de tableaux de bord d ' apprentissage contextuels To cite this version : HAL Id : tel-02443909 Inès DABBEBI Conception et génération dynamique de tableaux de bord. . 2020.
- DANIEL, Ronald, 1961. Management Information Crisis. *Harvard Business Review*. 1961.
- DALHAN, Gökhan and AKKOYUNLU, Buket, 2016. Modeling the continuance usage intention of online learning environments. *Computers in Human Behavior*. 2016. Vol. 60, p. 198–211. DOI 10.1016/j.chb.2016.02.066.
- DAVIS, F D, 1986. A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results. *Management*. 1986. Vol. Ph.D., no. April, p. 291. DOI oclc/56932490.
- DELONE, W.h and MCLEAN, E.r., 2003. the Delone and Mclean model of information systems success: A ten-year update. *Journal of Management Information Systems*. 19, 4. 2003. p. 9–30.
- DELONE, William H. and MCLEAN, Ephraim R., 1992. Information Systems Success: The Quest for the Dependent Variable. *Information Systems Research*. March 1992. Vol. 3, no. 1, p. 60–95. DOI 10.1287/isre.3.1.60.

- DELONE, William H. and MCLEAN, Ephraim R., 2003. The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. *Journal of Management Information Systems*. Vol. 19, N. 2003.
- DRISCOLL, Margaret, 2002. *Web-based training: creating e-learning experiences*. 2nd ed. ISBN 0787956198 9780787956196 0999000063 9780999000069.
- EFKLIDES, Anastasia, 2011. Interactions of metacognition with motivation and affect in self-regulated learning: The MASRL model. *Educational Psychologist*. 2011. Vol. 46, no. 1, p. 6–25. DOI 10.1080/00461520.2011.538645.
- ESTRIEGANA, Rosa, MEDINA-MERODIO, José Amelio and BARCHINO, Roberto, 2019. Student acceptance of virtual laboratory and practical work. *Computers and Education*. 2019. Vol. 135, p. 1–14.
- FATIMAH, Anggun Nadia and IRWANSYAH, 2020. Indonesian version of FASER LX scale to measure Learner Experience: A validation study. *E3S Web of Conferences*. 2020. Vol. 211, no. December, p. 01013. DOI 10.1051/e3sconf/202021101013.
- FAZIL, Abdullah and RUPERT, Ward, 2016. Developing a General Extended Technology Acceptance Model for E-Learning (GETAMEL) by analysing commonly used external factors. *Computers in Human Behavior* [online]. 2016. Vol. 56, p. 238–256. DOI 10.1016/j.chb.2015.11.036. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2015.11.036>
- FINCHAM, Ed, JOKSIMOVIĆ, Srećko, ALEXANDER, VAN STAALDUINEN, Jan Paul, KOVANOVIĆ, Vitomir and GAŠEVIĆ, Dragan, 2019. Counting clicks is not enough: Validating a theorized model of engagement in learning analytics. *ACM International Conference Proceeding Series*. 2019. P. 501–510. DOI 10.1145/3303772.3303775.
- FINGER, Glenn, RUSSELL, Glenn, JAMIESON-PROCTOR, Romina and RUSSELL, Neil, 2007. *Transforming Learning with ICT: Making IT Happen* [online]. Pearson Ed. Australia. ISBN 0733974848. Retrieved from: https://books.google.co.ma/books/about/Transforming_Learning_with_ICT.html?id=PmiMAAAACAAJ&redir_esc=y
- FINSTAD, Kraig, 2010. The usability metric for user experience. *Interacting with Computers*. 2010. Vol. 22, no. 5, p. 323–327. DOI 10.1016/j.intcom.2010.04.004.
- FORNELL, C. and LARCKER, David, 1994. Structural equation models with unobservable variables and measurement error: Algebra and statistics. *Journal of marketing research*. *Advances Methods of Marketing Research*. 1994. Vol. 18, no. 3, p. 382–388.
- FRAERING, Martin and MINOR, Michael S., 2006. Sense of community: An exploratory study of US consumers of financial services. *International Journal of Bank Marketing*. 2006. Vol. 24, no. 5, p. 284–306. DOI 10.1108/02652320610681738.
- FREUND, York P., 1988. Critical success factors, *Planning Review*. *Planning Review* [online]. 1988. Vol. 16, no. 4, p. 20–23. Retrieved from: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/eb054225/full/html>
- GARCIA, Teresa and PINTRICH, Paul R., 1994. Regulating motivation and cognition in the classroom: The role of self-schemas and self-regulatory strategies. *Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications*. 1994. No. January 1994, p. 127–153.
- GAŠEVIĆ, Dragan, DAWSON, Shane, SIEMENS, George, GAŠEVIĆ, By Dragan and DAWSON, Shane, 2015. Let's not forget: Learning analytics are about learning. *TechTrends* [online]. 2015. Vol. 59, no. 1, p. 64–71. Retrieved from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84919797752&partnerID=tZotx3y1>

- GHAZAL, Samar, AL-SAMARRAIE, Hosam and ALDOWAH, Hanan, 2018. "i am Still Learning": Modeling LMS Critical Success Factors for Promoting Students' Experience and Satisfaction in a Blended Learning Environment. *IEEE Access*. 2018. Vol. 6, p. 77179–77201. DOI 10.1109/ACCESS.2018.2879677.
- GOVINDASAMY, Thavamalar, 2002. Successful implementation of e-Learning Pedagogical considerations. *Internet and Higher Education*. 2002. Vol. 4, no. 3–4, p. 287–299. DOI 10.1016/S1096-7516(01)00071-9.
- GROLNICK, WENDY S., RAFTERY-HELMER, Jacquelyn N, 2015. Contexts supporting self-regulated learning at school transitions [online]. *American P.* Retrieved from: <http://psycnet.apa.org/buy/2014-52059-012>
- HALILOVIC, Semina and CICIC, Muris, 2013a. Antecedents of information systems user behaviour-extended expectation-confirmation model. *Behaviour and Information Technology*. 2013. Vol. 32, no. 4, p. 359–370. DOI 10.1080/0144929X.2011.554575.
- HALILOVIC, Semina and CICIC, Muris, 2013b. Antecedents of information systems user behaviour – extended expectation-confirmation model. *Behaviour & Information Technology* [online]. April 2013. Vol. 32, no. 4, p. 359–370. [Accessed 16 January 2018]. DOI 10.1080/0144929X.2011.554575. Retrieved from: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0144929X.2011.554575>
- HANCOCK, Gregory R., 1997. Structural equation modeling methods of hypothesis testing of latent variable means. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*. 1997. Vol. 30, no. 2, p. 91–105. DOI 10.1080/07481756.1997.12068926.
- HASSANZADEH, Alireza, KANAANI, Fatemeh and ELAHI, Shában, 2012. A model for measuring e-learning systems success in universities. *Expert Systems with Applications* [online]. 2012. Vol. 39, no. 12, p. 10959–10966. DOI 10.1016/j.eswa.2012.03.028. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2012.03.028>
- HASSENZAHL, Marc, BURMESTER, Michael and KOLLER, Franz, 2003. AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität. J.Ziegler & G. Szwillus (Eds.), *Mensch & Computer*. 2003. P. 187–196.
- HASSENZAHL, Marc and MONK, Andrew, 2010. The inference of perceived usability from beauty. *Human-Computer Interaction*. 2010. Vol. 25, no. 3, p. 235–260. DOI 10.1080/07370024.2010.500139.
- HASSENZAHL, Marc and TRACTINSKY, Noam, 2006. User experience - A research agenda. *Behaviour and Information Technology*. 2006. Vol. 25, no. 2, p. 91–97. DOI 10.1080/01449290500330331.
- HENNESSY, John, 2016. Les Mooc ne fonctionnent pas comme prévu initialement. . 2016. P. <https://www.letudiant.fr/educpros/entretiens/stanf>.
- HONG, Jon Chao, HWANG, Ming Yueh, SZETO, Elson, TSAI, Chi Ruei, KUO, Yen Chun and HSU, Wei Yeh, 2016a. Internet cognitive failure relevant to self-efficacy, learning interest, and satisfaction with social media learning. *Computers in Human Behavior* [online]. 2016. Vol. 55, p. 214–222. DOI 10.1016/j.chb.2015.09.010. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2015.09.010>
- HONG, Jon Chao, HWANG, Ming Yueh, SZETO, Elson, TSAI, Chi Ruei, KUO, Yen Chun and HSU, Wei Yeh, 2016b. Internet cognitive failure relevant to self-efficacy, learning interest, and satisfaction with social media learning. *Computers in Human Behavior*. 2016. Vol. 55, p. 214–222. DOI 10.1016/j.chb.2015.09.010.

- HORNBAEK, Kasper and HERTZUM, Morten, 2017. Technology acceptance and user experience: A review of the experiential component in HCI. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*. 2017. Vol. 24, no. 5. DOI 10.1145/3127358.
- HOYLE, Rick H., 1995. The structural equation modeling approach: Basic concepts and fundamental issues. *Structural equation modeling: Concepts, issues, and applications*. 1995. P. 1–15.
- INGRAM, Hadyn, BIERMANN, Kathy, CANNON, Jacqueline, NEIL, Jane and WADDLE, Catherine, 2000. Internalizing action learning: A company perspective. Establishing critical success factors for action learning courses. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*. 2000. Vol. 12, no. 2, p. 107–114. DOI 10.1108/09596110010307369.
- ISO9241-11, 1998. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs). Part 11: Guidance on usability [online]. 1998. Retrieved from: <https://www.iso.org/fr/standard/16883.html>
- ISO9241-210, 2010. Ergonomics of human-system interaction. Part 210: Human-centred design for interactive systems [online]. 2010. Retrieved from: <https://www.iso.org/standard/52075.html>
- ISTIN, Mathilde, 2019. Les chiffres clefs du digital learning. L'INSTITUT DES MÉTIERS DU BLENDED LEARNING [online]. 2019. Retrieved from: https://www.fadio.net/wp-content/uploads/2019/03/livre_blanc_chiffres_digital_learning_2019-1.pdf
- IZARD, Carol, 1982. *Measuring Emotions in Infants and Children*. Cambridge. Press Synd. ISBN 0521241715.
- J. B. ARBAUGH, Rebecca Duray, 2002. Technological and Structural Characteristics, Student Learning and Satisfaction with Web-Based Courses: An Exploratory Study of Two On-Line MBA Programs. *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*. 2002. Vol. 33, no. 3, p. 122–136. DOI 10.1177/1350507602333003.
- J.F. HAIR, R.E. ANDERSON, R.L. TATHAM, W.C. Black, 1998. *Multivariate Data Analysis with Readings*. ISBN 9781292021904.
- JÄRVELÄ, Sanna, JÄRVENOJA, Hanna, MALMBERG, Jonna and HADWIN, Allyson Fiona, 2013. Part 1: Underexplored Contexts and Populations in Self-Regulated Learning. *Journal of Cognitive Education and Psychology*. 2013. Vol. 12, no. 3, p. 267–286.
- JIVET, Ioana, SCHEFFEL, Maren, DRACHSLER, Hendrik and SPECHT, Marcus, 2017. Awareness is not enough: Pitfalls of learning analytics dashboards in the educational practice. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. 2017. Vol. 10474 LNCS, no. July, p. 82–96. DOI 10.1007/978-3-319-66610-5_7.
- JOO, Young Ju, KIM, Nari and NAM, Hee, 2016. Factors predicting online university students' use of a mobile learning management system (m-LMS). *Educational Technology Research and Development*. 2016. Vol. 64, no. 4, p. 611–630.
- JÖRESKOG, K. G., 1971. Statistical analysis of sets of congeneric tests. *Psychometrika*. 1971. Vol. 36, no. 2, p. 109–133. DOI 10.1007/BF02291393.
- KARAPANOS, Evangelos, ZIMMERMAN, John, FORLIZZI, Jodi and MARTENS, Jean Bernard, 2009. User experience over time: An initial framework. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*. 2009. No. January, p. 729–738. DOI 10.1145/1518701.1518814.
- KEPPEL, Geoffrey, 1991. *Design and analysis: a researcher's handbook*. Englewood.
- KIM, Beaumie and REEVES, Thomas C., 2007. Reframing research on learning with technology: in search of the meaning of cognitive tools. *Instructional Science*. 2007. Vol. 35, no. 3, p. 207–256. DOI 10.1007/s11251-006-9005-2.

- KIM, Kihyun, TRIMI, Silvana, PARK, Hyesung and RHEE, Shanggeun, 2012. The Impact of CMS Quality on the Outcomes of E-learning Systems in Higher Education: An Empirical Study. *Decision Sciences Journal of Innovative Education* [online]. October 2012. Vol. 10, no. 4, p. 575–587. [Accessed 15 October 2017]. DOI 10.1111/j.1540-4609.2012.00360.x. Retrieved from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1540-4609.2012.00360.x>
- KREIJNS, Karel, VAN ACKER, Frederik, VERMEULEN, Marjan and VAN BUUREN, Hans, 2013. What stimulates teachers to integrate ICT in their pedagogical practices? the use of digital learning materials in education. *Computers in Human Behavior* [online]. 2013. Vol. 29, no. 1, p. 217–225. DOI 10.1016/j.chb.2012.08.008. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2012.08.008>
- LABARTHE, Hugues and LUENGO, Vanda, 2018. L'analytique des apprentissages numeriques. Rapport de recherche, LIP6 - Laboratoire d'Informatique de Paris 6 [online]. 2018. Retrieved from: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01714229>
- LABARTHE, Hugues, LUENGO, Vanda, BOUCHET, François, LABARTHE, Hugues, LUENGO, Vanda, BOUCHET, François and DE, Analyse, 2019. Analyse de l'hybridation entre les communautés LAK, EDM et AIED To cite this version: HAL Id: hal-02015848. Journée IA pour l'éducation, Nancy, France [online]. 2019. Retrieved from: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02015848>
- LALLEMAND, C., KOENIG, V., GRONIER, G. and MARTIN, R., 2015. Création et validation d'une version française du questionnaire AttrakDiff pour l'évaluation de l'expérience utilisateur des systèmes interactifs. *Revue Europeenne de Psychologie Appliquee* [online]. 2015. Vol. 65, no. 5, p. 239–252. DOI 10.1016/j.erap.2015.08.002. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.erap.2015.08.002>
- LEE, Jong-Ki and HWANG, Chae-Young, 2007. The effects of computer self-efficacy and learning management system quality on e-Learner's satisfaction. [online]. 2007. [Accessed 15 October 2017]. Retrieved from: https://www.lamsfoundation.org/lams2007/pdfs/Lee_Hwang_LAMS2007.pdf
- LEE, Ming-Chi, 2010. Explaining and predicting users' continuance intention toward e-learning: An extension of the expectation–confirmation model. *Computers & Education* [online]. February 2010. Vol. 54, no. 2, p. 506–516. [Accessed 16 January 2018]. DOI 10.1016/j.compedu.2009.09.002. Retrieved from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360131509002425>
- LEE, Ya-Ching, 2008. The role of perceived resources in online learning adoption. *Computers & Education* [online]. May 2008. Vol. 50, no. 4, p. 1423–1438. [Accessed 15 October 2017]. DOI 10.1016/j.compedu.2007.01.001. Retrieved from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360131507000127>
- LEWIS, James R., 1995. IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use. *International Journal of Human-Computer Interaction*. 1995. Vol. 7, no. 1, p. 57–78. DOI 10.1080/10447319509526110.
- LEWIS, James R., UTECH, Brian S. and MAHER, Deborah E., 2013. UMUX-LITE - When there's no time for the SUS. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*. 2013. No. October, p. 2099–2102. DOI 10.1145/2470654.2481287.
- LIAW, Shu-Sheng and HUANG, Hsiu-Mei, 2013. Perceived satisfaction, perceived usefulness and interactive learning environments as predictors to self-regulation in e-learning environments. *Computers & Education* [online]. January 2013. Vol. 60, no. 1, p. 14–24. [Accessed 15 October 2017]. DOI 10.1016/j.compedu.2012.07.015. Retrieved from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360131512001765>

- LIN, Kan Min, CHEN, Nian Shing and FANG, Kwoting, 2011. Understanding e-learning continuance intention: A negative critical incidents perspective. *Behaviour and Information Technology*. 2011. Vol. 30, no. 1, p. 77–89. DOI 10.1080/01449291003752948.
- LIN, Wen Shan and WANG, Chun Hsien, 2012. Antecedences to continued intentions of adopting e-learning system in blended learning instruction: A contingency framework based on models of information system success and task-technology fit. *Computers and Education* [online]. 2012. Vol. 58, no. 1, p. 88–99. DOI 10.1016/j.compedu.2011.07.008. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.008>
- LIN, Yi-Mei, LIN, Guan-Yu and LAFLEY, James M., 2008. Building a Social and Motivational Framework for Understanding Satisfaction in Online Learning. *Journal of Educational Computing Research* [online]. January 2008. Vol. 38, no. 1, p. 1–27. [Accessed 15 October 2017]. DOI 10.2190/EC.38.1.a. Retrieved from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.2190/EC.38.1.a>
- LIU, Ruitao and TAN, Aixin, 2020. Towards Interpretable Automated Machine Learning for STEM Career Prediction. *Journal of Educational Data Mining*. 2020. Vol. 12, no. 2, p. 19–32.
- LIU, Su Houn, LIAO, Hsiu Li and PRATT, Jean A., 2009. Impact of media richness and flow on e-learning technology acceptance. *Computers and Education* [online]. 2009. Vol. 52, no. 3, p. 599–607. DOI 10.1016/j.compedu.2008.11.002. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2008.11.002>
- LUENGO, Vanda, 2014. Projet ANR HUBBLE HUman oBservatory Based on anaLysis of e-Learning traces. . 2014.
- MAHLKE, Sascha, 2008. User Experience of Interaction with Technical Systems. Dissertation [online]. 2008. P. 144. Retrieved from: <http://opus.kobv.de/tuberlin/volltexte/2008/1783/>
- MAHWISH W, Malik, 2009. STUDENT SATISFACTION TOWARDS E-LEARNING: INFLUENTIAL ROLE OF KEY FACTORS. [online]. 2009. [Accessed 15 October 2017]. Retrieved from: [http://www.ciiitlahore.edu.pk/pl/abrc/proceedings/All_papers/STUDENT_SATISFACTION_TOWARDS_E-LEARNING_INFLUENTIAL_ROLE_OF_KEY_FACTORS_\(mahwish_w._malik\).pdf](http://www.ciiitlahore.edu.pk/pl/abrc/proceedings/All_papers/STUDENT_SATISFACTION_TOWARDS_E-LEARNING_INFLUENTIAL_ROLE_OF_KEY_FACTORS_(mahwish_w._malik).pdf)
- MAO, Ye, LIN, Chen and CHI, Min, 2018. Deep Learning vs. Bayesian Knowledge Tracing: Student Models for Interventions. *Journal of Educational Data Mining* [online]. 2018. Vol. 10, no. 2, p. 28–54. Retrieved from: <https://jedm.educationaldatamining.org/index.php/JEDM/article/view/318>
- MARC, J., 2014. Le recours aux formations à distance dans la formation professionnelle des salariés. [online]. 2014. P. 69 p., ill.bibliogr. Retrieved from: <https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-01427308/>
- MATZAT, U. and VRIELING, E.M., 2016. Self-regulated learning and social media – a ‘natural alliance’? Evidence on students’ self-regulation of learning, social media use, and student–teacher relationship. *Learning, Media and Technology*. 2 January 2016. Vol. 41, no. 1, p. 73–99.
- MCDONALD, Roderick P. and HO, Moon Ho Ringo, 2002. Principles and practice in reporting structural equation analyses. *Psychological Methods*. 2002. Vol. 7, no. 1, p. 64–82. DOI 10.1037/1082-989X.7.1.64.
- MCGILL, Tanya J., KLOBAS, Jane E. and RENZI, Stefano, 2014. Critical success factors for the continuation of e-learning initiatives. *Internet and Higher Education* [online]. 2014. Vol. 22, p. 24–36. DOI 10.1016/j.iheduc.2014.04.001. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.iheduc.2014.04.001>
- MILLECAMP, Martijn, GUTIÉRREZ, Francisco, CHARLEER, Sven, VERBERT, Katrien and DE LAET, Tinne, 2018. A qualitative evaluation of a learning dashboard to support advisor-Student dialogues. *ACM International Conference Proceeding Series*. 2018. No. 2, p. 56–60.

DOI 10.1145/3170358.3170417.

- MINGE, Michael and THUERING, Manfred, 2015. A modular approach to the evaluation of User Experience : The meCUE questionnaire . . 2015. No. December.
- MOHAMMADI, Hossein, 2015. Investigating users' perspectives on e-learning: An integration of TAM and IS success model. *Computers in Human Behavior*. April 2015. Vol. 45, p. 359–374. DOI 10.1016/j.chb.2014.07.044.
- MONLLAÓ, David and DALTON, Elizabeth, no date. Moodle Inspire. [online]. Retrieved from: https://moodle.org/plugins/tool_inspire
- Moodle Analytics, no date. [online]. Retrieved from: <https://docs.moodle.org/35/en/Analytics>
- MOORE, Gary C and BENBASAT, Izak, 1991. Development of an Instrument to Measure the Perceptions of Adopting an Information Technology Innovation. . 1991. No. January 2018.
- MORGAN, Glenda, 2003. Faculty Use of Course Management Systems.
- MTEBE, Joel S, 2015. Learning Management System success: Increasing Learning Management System usage in higher education. *International Journal of Education and Development using ICT*. 2015. Vol. 11, no. 2, p. 51–64.
- MTEBE, Joel S. and RAISAMO, Roope, 2014. A model for assessing learning management system success in higher education in sub-saharan Countries. *Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*. 2014. Vol. 61, no. 1. DOI 10.1002/j.1681-4835.2014.tb00436.x.
- MÜLLER, Nadja M. and SEUFERT, Tina, 2018. Effects of self-regulation prompts in hypermedia learning on learning performance and self-efficacy. *Learning and Instruction* [online]. December 2018. Vol. 58, p. 1–11. [Accessed 16 August 2018]. DOI 10.1016/j.learninstruc.2018.04.011. Retrieved from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S095947521730498X>
- MUSLIHAH WOOK, ZAWIYAH M. YUSOF, and Mohd Zakree Ahmad Nazri, 2015. The Acceptance of Educational Data Mining Technology among Students in Public Institutions of Higher Learning in Malaysia. *International Journal of Future Computer and Communication* [online]. 2015. Vol. vol 4, no. No. 2. [Accessed 16 January 2018]. Retrieved from: <http://www.ijfcc.org/vol4/367-CS003.pdf>
- NAWAZ, Allah and ZUBAIR KHAN, Muhammad, 2012. Issues of Technical Support for e-Learning Systems in Higher Education Institutions. *International Journal of Modern Education and Computer Science*. 2012. Vol. 4, no. 2, p. 38–44. DOI 10.5815/ijmecs.2012.02.06.
- NGAMKAMOLLERT, Teerapat and RUANGKANJANASES, Athapol, 2015. Factors Influencing Foreign Students' Satisfaction toward International Program in Thai Universities. *International Journal of Information and Education Technology* [online]. 2015. Vol. 5, no. 3, p. 170–178. DOI 10.7763/IJiet.2015.V5.497. Retrieved from: <http://search.proquest.com/docview/1557064603/fulltextPDF/9EC72C534E8B4CA2PQ/4?accountid=17242>
- NICHOLAS, Diana, GROVER, Shuchi, EAGLE, Michael, BIENKOWSKI, Marie, STAMPER, John and BASU, Satabdi, 2017. An instructor dashboard for real-time analytics in interactive programming assignments. *ACM International Conference Proceeding Series*. 2017. P. 272–279. DOI 10.1145/3027385.3027441.
- NIELSEN, J, 1993. Usability Engineering. AP Professional. . 1993. No. NY.
- NIELSEN, Jakob, 1999. Designing Web Usability: The Practice of Simplicity. New Riders Publishing Post Office Box 4846 Thousand Oaks, CA United States. ISBN 978-1-56205-810-4.
- NORMAN, DONALD A., 2003. Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things. New York: Basic Books.

- NORMAN, DONALD A., 2004. DESIGNERS AND USERS: TWO PERSPECTIVES ON EMOTION AND DESIGN.
- OGHUMA, Apollos Patricks, LIBAQUE-SAENZ, Christian Fernando, WONG, Siew Fan and CHANG, Younghoon, 2016a. An expectation-confirmation model of continuance intention to use mobile instant messaging. *Telematics and Informatics* [online]. 2016. Vol. 33, no. 1, p. 34–47. DOI 10.1016/j.tele.2015.05.006. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tele.2015.05.006>
- OGHUMA, Apollos Patricks, LIBAQUE-SAENZ, Christian Fernando, WONG, Siew Fan and CHANG, Younghoon, 2016b. An expectation-confirmation model of continuance intention to use mobile instant messaging. *Telematics and Informatics*. 2016. Vol. 33, no. 1, p. 34–47. DOI 10.1016/j.tele.2015.05.006.
- ORTÚZAR, Juan de Dios and WILLUMSEN, Luis G., 1994. *Modelling Transport*, 2nd Edition.
- OWSTON, Ron, YORK, Dennis and MALHOTRA, Taru, 2019. Blended learning in large enrolment courses: Student perceptions across four different instructional models. *Australasian Journal of Educational Technology*. 2019. Vol. 35, no. 5, p. 29–45. DOI 10.14742/ajet.4310.
- OZKAN, Sevgi and KOSELER, Refika, 2010. Multi-dimensional students' evaluation of e-learning systems in the higher education context: An empirical investigation. *Computers & Education* [online]. December 2010. Vol. 53, no. 4, p. 1285–1296. [Accessed 15 October 2017]. DOI 10.1016/j.compedu.2009.06.011. Retrieved from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360131509001584>
- PAJARES, Frank, 2002. Gender and Perceived Self-Efficacy in Self-Regulated Learning. *Theory into practice*. 2002. Vol. 41, no. 2, p. 64–67. DOI 10.1207/s15430421tip4102.
- PANADERO, Ernesto, 2017. A Review of Self-regulated Learning: Six Models and Four Directions for Research. *Frontiers in psychology* [online]. 2017. Vol. 8, no. April, p. 422. DOI 10.3389/fpsyg.2017.00422. Retrieved from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28503157> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5408091>
- PARK, Yoora, SON, Hyojoo and KIM, Changwan, 2012. Investigating the determinants of construction professionals' acceptance of web-based training: An extension of the technology acceptance model. *Automation in Construction* [online]. 2012. Vol. 22, p. 377–386. DOI 10.1016/j.autcon.2011.09.016. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2011.09.016>
- PASK, Gordon and MCKINNON-WOOD, R, 1961. Gordon Pask and His Maverick Machines. *The mechanical mind in history* [online]. 1961. P. 185–211. Retrieved from: http://www.sussex.ac.uk/Users/ezequiel/Husbands_08_Ch08_185-212.pdf
- PATRICK ROUSSEL, FRANÇOIS DURRIEU, ERIC CAMPOY, Assâad El Akremi, 2002. *Méthodes d'équations structurelles : recherche et applications en gestion*.
- PERES, S. Camille, PHAM, Tri and PHILLIPS, Ronald, 2013. Validation of the system usability scale (sus): Sus in the wild. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*. 2013. No. June, p. 192–196. DOI 10.1177/1541931213571043.
- PERSICO, Donatella, MANCA, Stefania and POZZI, Francesca, 2014. Adapting the technology acceptance model to evaluate the innovative potential of e-learning systems. *Computers in Human Behavior* [online]. 2014. Vol. 30, p. 614–622. DOI 10.1016/j.chb.2013.07.045. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2013.07.045>
- PICCOLI, Gabriele, AHMAD, Rami and IVES, Blake, 2007. *Web-Based Virtual Learning Environments: A Research Framework and a Preliminary Assessment of Effectiveness in Basic IT*

- Skills Training. *MIS Quarterly*. 2007. Vol. 25, no. 4, p. 401. DOI 10.2307/3250989.
- PINTRICH., Paul R. and GROOT, Elisabeth V. De, 1990. Motivational and Self-Regulated Learning Components of Classroom Academic Performance. *Anzeiger für Schädlingkunde*. 1990. Vol. 3, no. 2, p. 13–15. DOI 10.1007/BF02338175.
- PINTRICH, Paul R. and DE GROOT, Elisabeth V., 2003. A Motivational Science Perspective on the Role of Student Motivation in Learning and Teaching Contexts. *Journal of Educational Psychology*. 2003. Vol. 95, no. 4, p. 667–686. DOI 10.1037/0022-0663.95.4.667.
- PITUCH, Keenan A and LEE, Yao-kuei, 2006. The influence of system characteristics on e-learning use. . 2006. Vol. 47, no. March 2002, p. 222–244. DOI 10.1016/j.compedu.2004.10.007.
- POLSANI, Pithamber R., 2006. Use and Abuse of Reusable Learning Objects. 2006. usa.
- POON, Joanna, 2014. A cross-country comparison on the use of blended learning in property education. *Property Management*. 2014. Vol. 32, no. 2, p. 154–175. DOI 10.1108/PM-04-2013-0026.
- POWERS, Vicki, 2011. Business Intelligence Gets Smarter. *University Business Magazine*. 2011.
- PRESSEY, S. L, 1927. A machine for automatic teaching of drill material. *School & Society*. 1927. Vol. 25, p. 549–552.
- PROFETIC, 2018. Connaître les pratiques numériques des enseignants. . 2018.
- RADWAN, Nouran, 2014. Current Trends and Challenges of Developing and Evaluating Learning Management Systems. *International Journal of e-Education*. 2014.
- REICH, Justin and RUIPÉREZ-VALIENTE, José A, 2018. The MOOC pivot, what happened to disruptive transformation of education? *SCIENCE EDUCATION*. 2018. Vol. 5814, p. 130–132.
- ROBERT, Jean-Marc and LESAGE, Annemarie, 2011. Designing and Evaluating User Experience. *The Handbo*. ISBN 9781315557380.
- ROBERT, Jean Marc and LESAGE, Annemarie, 2011. Designing and evaluating user experience. *The Handbook of Human-Machine Interaction: A Human-Centered Design Approach*. 2011. No. January 2011, p. 321–338. DOI 10.1201/9781315557380-16.
- ROCKART, John F, 1978. A new approach to defining the chief executive's information needs. *MIT Working Paper*. 1978. Vol. CISR 37, no. 1008–78, p. 1–35.
- ROSEMAN, Ira J., ANTONIOU, Ann Aliki and JOSE, Paul E., 1996. Appraisal determinants of emotions: Constructing a more accurate and comprehensive theory. *Cognition and Emotion*. 1996. Vol. 10, no. 3, p. 241–278. DOI 10.1080/026999396380240.
- ROTO, Virpi, OBRIST, Marianna and VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA, Kaisa, 2009. User Experience Evaluation Methods in Academic and Industrial Contexts. *International Conference on Human-Computer Interaction (2009)*. 2009. P. 1–5.
- RUIPÉREZ-VALIENTE, José A., MUÑOZ-MERINO, Pedro J., LEONY, Derick and DELGADO KLOOS, Carlos, 2015. ALAS-KA: A learning analytics extension for better understanding the learning process in the Khan Academy platform. *Computers in Human Behavior*. 2015. Vol. 47, p. 139–148. DOI 10.1016/j.chb.2014.07.002.
- SAFSOUF, Y., MANSOURI, K. and POIRIER, F., 2019. Design of a new scale to measure the learner experience in e-learning systems. In: *Multi Conference on Computer Science and Information Systems, MCCSIS 2019 - Proceedings of the International Conference on e-Learning 2019*. 2019. ISBN 9789898533883.
- SAFSOUF, Yassine., MANSOURI, K. and POIRIER, F., 2019. A new model of learner experience in online learning environments. ISBN 9783030035761.

- SAFSOUF, Yassine, MANSOURI, Khalifa and POIRIER, Franck, 2017. Towards a Multidimensional Model to Study a Critical Success Factors Affecting Continuity and Success in E-Learning Systems. *Proceedings - International Conference on Developments in eSystems Engineering, DeSE*. 2017. P. 129–134. DOI 10.1109/DeSE.2017.26.
- SAFSOUF, Yassine, MANSOURI, Khalifa and POIRIER, Franck, 2018. A New Model of Learner Experience in Online Learning Environments. *Information Systems and Technologies to Support Learning* [online]. 2018. Vol. 111, no. Lx, p. 29–38. DOI 10.1007/978-3-030-03577-8. Retrieved from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-03577-8>
- SAFSOUF, Yassine, MANSOURI, Khalifa and POIRIER, Franck, 2019. Design of a new scale to measure the learner experience in e-learning systems. *Multi Conference on Computer Science and Information Systems, MCCSIS 2019 - Proceedings of the International Conference on e-Learning 2019*. 2019. P. 301–304. DOI 10.33965/el2019_201909c042.
- SAFSOUF, Yassine, MANSOURI, Khalifa and POIRIER, Franck, 2020a. An analysis to understand the online learners' success in public higher education in morocco. *Journal of Information Technology Education: Research*. 2020. Vol. 19, no. 2020, p. 87–112. DOI <https://doi.org/10.28945/4518>.
- SAFSOUF, Yassine, MANSOURI, Khalifa and POIRIER, Franck, 2020b. Development of a measurement tool to evaluate the learning experience in an e-learning system. *Proceedings of the 14th IADIS International Conference e-Learning 2020, EL 2020 - Part of the 14th Multi Conference on Computer Science and Information Systems, MCCSIS 2020*. 2020. P. 101–107.
- SAFSOUF, Yassine, MANSOURI, Khalifa and POIRIER, Franck, 2020c. Smart learning environment, measure online student satisfaction: A case study in the context of higher education in Morocco. *2020 International Conference on Electrical and Information Technologies, ICEIT 2020*. 2020. P. 0–4. DOI 10.1109/ICEIT48248.2020.9113189.
- SAFSOUF, Yassine, MANSOURI, Khalifa and POIRIER, Franck, 2021a. Experimental Design of Learning Analysis Dashboards for Teachers and Learners. *Learning at Scale 2021*. 2021. P. 6–9. DOI <https://doi.org/10.1145/3430895.3460990>.
- SAFSOUF, Yassine, MANSOURI, Khalifa and POIRIER, Franck, 2021b. Conception et expérimentation de tableaux de bord d'apprentissage pour les enseignants et les apprenants. *10ème Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*. 2021.
- SCHREIBER, James B, STAGE, Frances K, KING, Jamie, NORA, Amaury and BARLOW, Elizabeth A, 2006. Reporting SEM, CFA. *Journal of Educational Research* [online]. 2006. Retrieved from: <file:///C:/Users/mcardlem1/Downloads/reportingsem1.pdf>
- SCHUMACKER, R.E. AND LOMAX, R.G., 2004. A beginner's guide to structural equation modeling. 2nd Edition. . 2004.
- SCHWENDIMANN, Beat A., RODRÍGUEZ-TRIANA, María Jesús, VOZNIUK, Andrii, PRIETO, Luis P., BOROUJENI, Mina Shirvani, HOLZER, Adrian, GILLET, Denis and DILLENBOURG, Pierre, 2016. Understanding learning at a glance: An overview of learning dashboard studies. *ACM International Conference Proceeding Series*. 2016. Vol. 25-29-Apr, p. 532–533. DOI 10.1145/2883851.2883930.
- SECLIER, Benjamin, 2017. Learning Analytics : le big data au service de l'apprentissage. . 2017. P. 1–10.
- SEGARS, Albert H., 1997. Assessing the unidimensionality of measurement: A paradigm and illustration within the context of information systems research. *Omega*. 1997. Vol. 25, no. 1, p. 107–121. DOI 10.1016/S0305-0483(96)00051-5.
- SELIM, Hassan M., 2007. E-learning critical success factors: an exploratory investigation of student

- perceptions. *International Journal of Technology Marketing* [online]. 2007. Vol. 2, no. 2, p. 157. [Accessed 15 October 2017]. DOI 10.1504/IJTMKT.2007.014791. Retrieved from: <http://www.inderscience.com/link.php?id=14791>
- SHACKEL, Brian, 1991. Ergonomics in design and usability. In M. Harrison & A. Monk (Eds.), *People and computers*. Cambridge : Cambridge University Press. 1991. P. 24.
- SHACKEL, Brian, 2009. Usability - Context, framework, definition, design and evaluation. *Interacting with Computers* [online]. 2009. Vol. 21, no. 5-6, p. 339-346. DOI 10.1016/j.intcom.2009.04.007. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.intcom.2009.04.007>
- SHANNON, Claude E. and WEAVER, Warren, 1964. *THE MATHEMATICAL THEORY OF COMMUNICATION*. International Business. 1964. Vol. 8, no. 11, p. 21-33.
- SHEARD, Judy, CARBONE, Angela, CHINN, Donald and LAAKSO, Mikko Jussi, 2010. Study habits of CS 1 students: What do they say they do? *Proceedings - 2010 Learning and Teaching in Computing and Engineering, LaTiCE 2013*. 2010. No. January, p. 122-129. DOI 10.1109/LaTiCE.2013.46.
- SHU CHING, Yang and CHIN HUNG, Lin, 2011. Factors affecting the intention to use Facebook to support problem-based learning among employees in a Taiwanese manufacturing company. *African Journal of Business Management*. 2011. Vol. 5, no. 22, p. 9014-9022. DOI 10.5897/ajbm11.1191.
- SIEMENS, George and BAKER, Ryan S.J.D., 2012. Learning analytics and educational data mining: Towards communication and collaboration. *ACM International Conference Proceeding Series*. 2012. No. December, p. 252-254. DOI 10.1145/2330601.2330661.
- SIEMENS, George, DRAGAN, Gasevic, HAYTHORNTHWAITE, Caroline, DAWSON, Shane, BUCKINGHAM SHUM, Simon, FERGUSON, Rebecca, DUVAL, Erik, VERBERT, Katrien and BAKER, Ryan S. J. d., 2011. Open Learning Analytics: an integrated & modularized platform. [online]. 2011. P. 145-150. Retrieved from: <https://solaresearch.org/wp-content/uploads/2011/12/OpenLearningAnalytics.pdf>
- SIEMENS, Georges, 2011. Analytics in learning and education. In: *1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge* [online]. 2011. p. 31-40. Retrieved from: <https://tekri.athabasca.ca/analytics/call-papers>
- SNYDER, Thomas D., DE BREY, Cristobal and DILLOW, Sally A., 2019. Digest of Education Statistics 2018 (NCES 2020-009). National Center for Education Statistics [online]. 2019. P. 474. Retrieved from: <https://nces.ed.gov/fastfacts/display.asp?id=80%0Ahttps://nces.ed.gov/pubs2020/2020009.pdf>
- SREĆKO, Joksimović, KOVANOVIĆ, Vitomir and DAWSON, Shane, 2019. The Journey of Learning Analytics. *Mind, Culture, and Activity*. 2019. Vol. 26, no. 4, p. 371-382. DOI 10.1080/10749039.2019.1686028.
- STONE, Robert W. and BAKER-EVELETH, Lori, 2013a. Students' expectation, confirmation, and continuance intention to use electronic textbooks. *Computers in Human Behavior* [online]. 2013. Vol. 29, no. 3, p. 984-990. DOI 10.1016/j.chb.2012.12.007. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2012.12.007>
- STONE, Robert W. and BAKER-EVELETH, Lori, 2013b. Students' expectation, confirmation, and continuance intention to use electronic textbooks. *Computers in Human Behavior*. 2013. Vol. 29, no. 3, p. 984-990. DOI 10.1016/j.chb.2012.12.007.
- SUN, Pei-Chen, TSAI, Ray J., FINGER, Glenn, CHEN, Yueh-Yang and YEH, Dowming, 2008. What

- drives a successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction. *Computers & Education* [online]. May 2008. P. 1183–1202. [Accessed 15 October 2017]. DOI doi:10.1016/j.compedu.2006.11.007. Retrieved from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360131506001874>
- TÄHTI, Marika and NIEMELÄ, Marketta, 2006. 3E-Expressing emotions and experiences. WP9 Workshop on Innovative Approaches for Evaluating Affective Systems. 2006.
- TARHINI, Ali, HONE, Kate and LIU, Xiaohui, 2013. Factors Affecting Students' Acceptance of e-Learning Environments in Developing Countries: A Structural Equation Modeling Approach. *International Journal of Information and Education Technology*. 2013. No. May 2014, p. 54–59. DOI 10.7763/ijiet.2013.v3.233.
- TINTO, V. L., 2002. Eprimer-Edu.Pdf (Application/Pdf Object). Ict in Education [online]. 2002. P. 34. Retrieved from: <http://www.apdip.net/publications/iespprimer/eprimer-edu.pdf>
- ULLMAN, Jodie B., 2006. Structural equation modeling: Reviewing the basics and moving forward. *Journal of Personality Assessment*. 2006. Vol. 87, no. 1, p. 35–50. DOI 10.1207/s15327752jpa8701_03.
- URBACH, Nils, SMOLNIK, Stefan and RIEMPP, Gerold, 2010. Journal of Strategic Information Systems An empirical investigation of employee portal success. *Journal of Strategic Information Systems* [online]. 2010. Vol. 19, no. 3, p. 184–206. DOI 10.1016/j.jsis.2010.06.002. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsis.2010.06.002>
- VENKATESH, Viswanath, 2000. Determinants of Perceived Ease of Use: Integrating Control, Intrinsic Motivation, and Emotion into the Technology Acceptance Model. *Information Systems Research* [online]. 2000. Vol. 11, no. 4, p. 342–365. [Accessed 16 January 2018]. Retrieved from: <https://pdfs.semanticscholar.org/5837/c48dc665b0de393e1de3a9bc1994d5dc3f12.pdf>
- VENKATESH, Viswanath and BALA, Hillol, 2008. Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences* [online]. May 2008. Vol. 39, no. 2, p. 273–315. [Accessed 16 January 2018]. Retrieved from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>
- VENKATESH, Viswanath and DAVIS, Fred D., 2000. A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science* [online]. February 2000. Vol. 46, no. 2, p. 186–204. [Accessed 16 January 2018]. Retrieved from: <http://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- VENKATESH, VISWANATH, DAVIS, FRED and DECISION, 1996. A model of the antecedents of perceived ease of use: Development and test. Summer [online]. 1996. Vol. 27, no. 3. [Accessed 16 January 2018]. Retrieved from: http://www.vvenkatesh.com/wp-content/uploads/2015/11/19963_DS_Venkatesh_Davis.pdf
- VERBERT, Katrien, DUVAL, Erik, KLERKX, Joris, GOVAERTS, Sten and SANTOS, José Luis, 2013. Learning Analytics Dashboard Applications. *American Behavioral Scientist*. 2013. Vol. 57, no. 10, p. 1500–1509. DOI 10.1177/0002764213479363.
- VOYER, Pierre, 2006. Tableaux de bord de gestion et indicateurs de performance. Presses de l'Université du Québec. ISBN 9788578110796.
- WALTER, Aaron, 2011. Designing for emotion. N.Y: Book. New York.
- WENGLINSKY, Harold, 1999. The Relationship Between Educational Technology and Student Achievement in Mathematics. Educational Testing Service, Princeton, New Jersey. 1999.
- WILLY LENS, Léandre Bouffard and Maarten Vansteenkiste, 2006. A quoi sert d'apprendre? [online]. France. [Accessed 7 August 2019]. Retrieved from: <https://biblio.ugent.be/publication/1899987>

- WILSON, Brenda Cantwell and SHROCK, Sharon, 2001. Contributing to success in an introductory computer science course: A study of twelve factors. SIGCSE Bulletin (Association for Computing Machinery, Special Interest Group on Computer Science Education). 2001. P. 184–188. DOI 10.1145/366413.364581.
- WINNE, Philip H., 2011. A Cognitive and Metacognitive Analysis of Self-Regulated Learning. Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance. 2011. No. 13109. DOI 10.4324/9780203839010.ch2.
- WISNESKI, John E., OZOGUL, Gamze and BICHELMAYER, Barbara A., 2017. Investigating the impact of learning environments on undergraduate students' academic performance in a prerequisite and post-requisite course sequence. Internet and Higher Education [online]. 2017. Vol. 32, p. 1–10. DOI 10.1016/j.iheduc.2016.08.003. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.iheduc.2016.08.003>
- WU, Bing and ZHANG, Chenyan, 2014. Empirical study on continuance intentions towards E-Learning 2.0 systems. Behaviour and Information Technology. 2014. Vol. 33, no. 10, p. 1027–1038. DOI 10.1080/0144929X.2014.934291.
- YA-CHING LEE, 2006. An empirical investigation into factors influencing the adoption of an e-learning system. . 2006. Vol. 30 No.5, no. Online Information Review, p. 517–541. DOI 10.1108/14684520610706406.
- YANG, Junfeng, PAN, Hui, ZHOU, Weiying and HUANG, Ronghuai, 2018. Evaluation of smart classroom from the perspective of infusing technology into pedagogy. Smart Learning Environments. 2018. Vol. 5, no. 1, p. 1–11. DOI 10.1186/s40561-018-0070-1.
- YANG, Tao, LINDER, Jared and BOLCHINI, Davide, 2012. DEEP: Design-oriented evaluation of perceived usability. International Journal of Human-Computer Interaction. 2012. Vol. 28, no. 5, p. 308–346. DOI 10.1080/10447318.2011.586320.
- YIGITBASIOGLU, Ogan M. and VELCU, Oana, 2012. A review of dashboards in performance management: Implications for design and research. International Journal of Accounting Information Systems [online]. 2012. Vol. 13, no. 1, p. 41–59. DOI 10.1016/j.accinf.2011.08.002. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.accinf.2011.08.002>
- ZHANG D, 2004. Powering E-Learning In The New Millenium: An Overview of E-Learning and Enabling Technology, Information System Frontiers. . 2004. Vol. 5, no. 2, p. 201–212.
- ZIMMERMAN, Barry J., 2013. From Cognitive Modeling to Self-Regulation: A Social Cognitive Career Path. Educational Psychologist. 2013. Vol. 48, no. 3, p. 135–147.
- ZIMMERMAN, Barry J and CAMPILLO, Magda, 2003. Motivating Self-Regulated Problem Solvers. . 2003. P. 233–262.
- ZIMMERMAN, Barry J and MOYLAN, Adam R, 2009. Self-Regulation, Where Metacognition and Motivation Intersect. HANDBOOK OF METACOGNITION IN EDUCATION [online]. 2009. P. 299–315. [Accessed 13 January 2018]. DOI 10.4324/9780203876428.ch16. Retrieved from: <https://www.routledgehandbooks.com/doi/10.4324/9780203876428.ch16>

Annexe A. Questionnaire de la première enquête avec les sources documentaires.

Facteur	Code	Questions	Sources
Computer self-efficacy	CSE1	Je me sens à l'aise avec les environnements d'apprentissage en ligne	(Liaw & Huang, 2013; Venkatesh & Bala, 2008)
	CSE2	Je suis plus efficace dans mon apprentissage lorsque j'utilise le système d'apprentissage en ligne	
Computer anxiety	CAX1	Travailler sur un ordinateur me rend mal à l'aise et stressé	(Sun et al., 2008; Venkatesh & Bala, 2008)
	CAX2	Utilisez le système d'apprentissage me rend mal à l'aise et stressé	
Perceived enjoyment	PEJ1	Je trouve du plaisir à utiliser le système d'apprentissage en ligne.	(Liaw & Huang, 2013; Venkatesh & Bala, 2008)
	PEJ2	Je trouve divertissant d'utiliser un système d'apprentissage en ligne	
Perceived ease of use	PEU1	Je trouve que le système d'apprentissage en ligne est facile à utiliser.	(Sun et al., 2008; Lee, 2006)
	PEU2	L'interaction avec le système d'apprentissage en ligne ne me demande pas beaucoup d'effort mental.	
	PEU3	Le système d'apprentissage en ligne fournit toutes les fonctionnalités requises qui rendent ma tâche d'apprentissage facile.	
	PEU4	L'utilisation de l'enseignement en ligne est utile pour l'enseignement	
Perceived usefulness	PUS1	Le système d'apprentissage en ligne m'a été utile pour augmenter ma productivité	(Liaw & Huang, 2013; Lee, 2008)
	PUS2	L'utilisation du système d'apprentissage en ligne me permettrait d'apprendre rapidement.	
	PUS3	L'utilisation du système d'apprentissage en ligne est une bonne idée.	
Attitude toward LMS	ATT1	Le système d'apprentissage en ligne a permis d'améliorer ma motivation	(Piccoli et al., 2007; Cheng, 2012)
	ATT2	Le système d'apprentissage en ligne offre un environnement d'apprentissage attrayant	
	ATT3	Fournir un peu d'effort m'a beaucoup aidé pour réussir ma formation en ligne	
Self-effort	SEF1	Fournir un effort est très important pour bien progresser	(Ozkan, Koseler, 2010)
	SEF2	Me fixer des objectifs m'a beaucoup aidé pour réussir ma formation en ligne	
Self-regulation	SRG1	Dans ma formation, je suis autodiscipliné et je trouve facile de consacrer du temps à la lecture et aux devoirs.	(Urbach, Smolnik, & Riemp, 2010; Delone & Mclean, 2003)
	SRG2	L'instructeur est toujours prêt à m'aider à chaque fois que j'en ai besoin	
Service quality	SVQ1	L'intervention de l'instructeur est claire et directe	(Cidral et al., 2018; Ozkan & Koseler, 2009; Delone & Mclean, 2003)
	SVQ2	Le système d'apprentissage en ligne est bien organisé	
	STQ1	Je peux trouver facilement les informations requises sur le système d'apprentissage en ligne	
	STQ2	Le système d'apprentissage en ligne utilise toutes les fonctionnalités dont j'ai besoin pour mon apprentissage (Texte, figures, audio et vidéo)	
System quality	STQ3		
	STQ4		

Course and information quality	CIQ1	Les cours proposés par le système d'apprentissage en ligne est riche en quantité	(Delone, Mclean, 2003)
	CIQ2	Les cours proposés par le système d'apprentissage en ligne est riche en qualité	
	CIQ3	Les cours proposés par le système d'apprentissage en ligne sont toujours mis à jour	
Course Flexibility	CFX1	Les cours proposés par le système d'apprentissage en ligne est disponible tout le temps	(Ozkan, Koseler, 2010)
	CFX2	Les cours proposés par le système d'apprentissage en ligne est disponible de n'importe où	
Diversity in assessments	DIA1	Le système d'apprentissage en ligne me propose différentes façons d'évaluer mon apprentissage (quiz, travail écrit, etc.)	(Sun et al., 2008)
	DIA2	La diversité d'évaluation me permet d'obtenir de meilleurs résultats	
Subjective norm	SBN1	Les personnes qui sont importants pour moi (membres de ma famille, enseignants ou amis) pensent que je devrais utiliser le système d'apprentissage en ligne	(Venkatesh, Bala, 2008)
	SBN2	Les personnes qui influencent mon comportement pensent que je devrais utiliser le système d'apprentissage en ligne	
	SBN3	Les personnes importantes pour moi (membres de ma famille, enseignants ou amis) m'aident à utiliser le système d'apprentissage en ligne.	
Image	IMG1	Les personnes de mon entourage qui utilisent le système d'apprentissage en ligne ont plus de notoriété que ceux qui ne l'utilisent pas	(Venkatesh, Bala, 2008)
	IMG2	L'utilisation du système d'apprentissage en ligne a amélioré mon statut social	
Social interactions	SIT1	Le système d'apprentissage en ligne m'offre la possibilité d'interagir avec mes camarades	(Sun et al., 2008; Pituch & Lee, 2006)
	SIT2	Le système d'apprentissage en ligne m'offre la possibilité d'interagir avec mon instructeur	
	SIT3	Les outils de communication dans le système d'apprentissage en ligne sont efficaces (chat room, email, etc.)	
Intention to continue using LMS	ICU1	L'expérience d'apprentissage en ligne m'a encouragé à suivre un nouveau cours	(Bhattacharjee, 2001)
	ICU2	Je recommande aux autres personnes d'utiliser les systèmes d'apprentissage en ligne	
Learner satisfaction	LST1	Je suis satisfait de ma décision de suivre ce cours en ligne	(Sun et al., 2008; Delone & Mclean, 2003)
	LST2	Je suis satisfait du rendement du système d'apprentissage en ligne	
	LST3	Je me réjouis de l'expérience d'utilisation du système d'apprentissage en ligne	
e-Learner Success	LSC1	Suivre le cours en ligne a contribué à la réussite de ma formation	
	LSC2	Le système d'apprentissage m'a aidé pour bien réussir	

Annexe B. Questionnaire FASER LX Test.

Choisissez spontanément pour chaque paire de mots le niveau de satisfaction vis-à-vis de votre expérience d'apprentissage en ligne.

Je trouve que le système m'a permis de me sentir :

	-3	-2	-1	0	1	2	3	
Autonome	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Non autonome
Méfiant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Confiant
Valorisé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Non valorisé

Je trouve que le système est plutôt :

Peu disponible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Très disponible
Rapide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lent
Déplaisant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Plaisant
Peu fiable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Très fiable
Ennuyeux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Captivant
Peu exigeant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Exigeant
Apaisant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Stressant
Non recommandable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Recommandable
Peu interactif	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Très interactif
Personnalisable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Non personnalisable
Efficace	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fastidieux
Contraignant à l'usage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	D'un usage libre
Dépendant du dispositif	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Indépendant du dispositif
Maîtrisable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Incontrôlable
Me rapproche des apprenants	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Me sépare des apprenants
Me sépare des enseignants	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Me rapproche des enseignants
Sépare les enseignants	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rapproche les enseignants

Je trouve que l'enseignant offre :

Communication facile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Communication difficile
Faible réactivité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Forte réactivité
Réponse très compréhensible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Réponse peu compréhensible
Peu équitable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fortement équitable

Je trouve que le cours est :

Clair	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Confus
Peu diversifié	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Très diversifié
Flexible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rigide
Statique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dynamique
Agréable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Désagréable
Évaluation pas diversifiée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Évaluation diversifiée

Questions individuelles :

Quel est votre genre ?

☐ Femme ☐ Homme

Quelle est votre tranche d'âge ?

☐ Moins de 18 ans ☐ 18-25 ☐ 26-35 ☐ 36-45 ☐ Au-dessus de 46

Pourriez-vous estimer votre niveau d'expertise informatique ?

☐ Pas d'expérience ☐ Débutant ☐ Intermédiaire ☐ Avancé ☐ Expert

Quelle est votre niveau d'études ?

☐ 1ere année ☐ 2eme année ☐ 3eme année ☐ 4eme année ☐ 5eme année

Combien de temps, en moyenne, passez-vous à utiliser des ordinateurs/Internet par jour ?

☐ Moins d'une heure ☐ Entre une et deux heures ☐ Entre deux et cinq heures
☐ Entre cinq et dix heures ☐ plus de dix heures

Annexe C. Questionnaire d'évaluation de l'outil TaBAT

Partie 1 : Questions sur la qualité de l'outil TaBAT

	Questions	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	D'accord	Tout à fait d'accord
Visuel/informations	Les éléments visuels de l'outil sont disposés de manière à permettre une perception rapide ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	L'outil comprend des représentations graphiques appropriées ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	L'outil affiche correctement les informations, tant sur les ordinateurs de bureau que sur les appareils mobiles ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	L'outil fournit des informations de manière concise, directe et claire ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilisabilité	L'outil est facile d'accès ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	L'outil était toujours accessible quand j'en avais besoin ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	J'ai pu utiliser l'outil sans trop d'effort ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Je savais comment utiliser l'outil sans les conseils de l'instructeur ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilité perçue	Je considère l'outil comme utile ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Il est utile de comparer mes performances à celles des autres apprenants à l'aide du tableau de bord ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Les notifications fournis par l'outil sont utiles pour contrôler mon progrès ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Il est utile d'utiliser l'outil afin de surveiller l'amélioration de ma performance ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Satisfaction	J'aimerais utiliser à nouveau l'outil pour un autre cours ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Je suis satisfait des différents éléments visuels fournis par l'outil ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Je recommande l'utilisation de cet outil à des fins pédagogique ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autorégulation	L'outil m'a permis de mieux évaluer mes performances par rapport aux autres ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	L'outil me pousse à réfléchir sur mon comportement d'apprentissage passé ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	L'outil me motive à adapter mon comportement d'apprentissage si nécessaire ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	L'outil m'incite à étudier plus efficacement ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Je suis en mesure d'évaluer facilement mes performances individuelles grâce au tableau de bord ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	L'outil m'a permis de surveiller mon propre processus d'apprentissage de manière cohérente ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	L'outil m'a poussé à modifier mes habitudes d'apprentissage ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	L'outil m'a aidé à atteindre mes objectifs d'apprentissage ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Réussite scolaire	Les informations affichées par l'outil m'ont permis d'améliorer mes performances dans le cours ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	L'outil a amélioré mes résultats scolaires ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	L'outil m'a motivé à compléter mon apprentissage en ligne ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Partie 2 : Question ouverte

Afin d'exprimer vos préférences sur votre utilisation de l'outil TaBAT, avez-vous d'autres éléments visuels (graphiques ou indicateurs) que vous souhaitez intégrer ?

☐ Oui

☐ Non

Si oui, quels sont ces éléments ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....