HAL
open science

L'usage des logiciels de simulation dans les dispositifs hybrides en formation des sciences pour élèves ingénieurs : étude évaluative à l'ENSP - Ecole Nationale Supérieure Polytechnique- de Yaoundé

Janvier Fotsing

To cite this version:

Janvier Fotsing. L'usage des logiciels de simulation dans les dispositifs hybrides en formation des sciences pour élèves ingénieurs : étude évaluative à l'ENSP - Ecole Nationale Supérieure Polytechnique- de Yaoundé. Education. Université de Cergy Pontoise, 2019. Français. NNT : 2019CERG1040 . tel-02897970

HAL Id: tel-02897970

https://theses.hal.science/tel-02897970

Submitted on 13 Jul 2020

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.

École doctorale n° 284

Unité de recherche : laboratoire BONHEURS – EA 7517

Thèse de doctorat

Présentée en vue de l'obtention du

grade de Docteur en Sciences de l'Education parcours ingénierie de formation et des technologies éducatives

de

UNIVERSITÉ CERGY-PONTOISE

par

Janvier FOTSING

USAGES DES LOGICIELS DE SIMULATION DANS LES DISPOSITIFS HYBRIDES EN FORMATION DES SCIENCES POUR ELEVES INGENIEURS : ETUDE EVALUATIVE A L'ENSP DE YAOUNDE

Dirigée par **Pierre FONKOUA**

Soutenue le **18 Décembre 2019**

Devant le jury composé de :

Bernard COULIBALY : Maître de conférences, Université de Haute Alsace, France, **Examinateur**

Georges-Louis BARON: Professeur des Universités, Université Paris Descartes, France, **Rapporteur**

Pascale BRANDT-POMARES: Professeur des Universités, Université d'Aix-Marseille, France, **Président**

Pierre FONKOUA : Professeur des Universités, Université Cergy Pontoise, France, **Directeur**

Rodica AILINCAI: Professeur des Universités, Université de la Polynésie française, France, **Rapporteur**

DEDICACE

Je dédie ce travail à mon
épouse FOTSING Anne

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier le responsable de la Chaire UNESCO de l'Université Cergy Pontoise, Pr Alain JAILLET, pour son accompagnement incessant tout au long de ce voyage à la découverte du monde de la recherche.

Je tiens à remercier mon directeur de thèse le Pr Pierre FONKOUA, Professeur associé à la Chaire UNESCO de l'Université Cergy Pontoise et entre autre responsable de la Chaire UNESCO du pôle Afrique Centrale, pour son soutien incessant tout au long de ce voyage à la découverte du monde de la recherche.

Mes remerciements vont également à l'ensemble des membres du jury : le Pr Pascale BRANDT-POMARES, le Pr Georges-Louis BARON, le Pr Rodica AILINCAI et le Maître de conférences Bernard COULIBALY, d'avoir accepté d'évaluer mon travail de recherche et d'être présents à cette soutenance.

Mes vifs remerciements au Pr Georges-Louis BARON, un des rapporteurs de cette thèse, qui par ses critiques et conseils avisés, nous ont permis d'améliorer la mouture finale de ce manuscrit.

Je remercie tout particulièrement le Pr Emmanuel TONYE, Enseignant Emérite à l'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique (ENSP) de l'Université de Yaoundé I, initiateur des programmes MASTEL & MASSICO, pour m'avoir dès le démarrage des programmes intégré dans l'équipe pédagogique et m'avoir recommandé comme coordonnateur exécutif auprès de l'autorité dirigeante de l'Université de Yaoundé I. Je lui suis également reconnaissant pour sa disponibilité en dépit de ses multiples occupations, ses soutiens multiformes, tant sur le plan scientifique, matériel, moral que financier.

Je remercie le Pr Remy Magloire ETOUA, Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique pour m'avoir fait confiance en acceptant sans hésiter ma recommandation comme Coordonnateur Exécutif des dispositifs MASTEL & MASSICO de l'institution dont il a charge.

Je remercie le Pr Benoît NDZANA, Coordonnateur Administratif des programmes MASTEL & MASSICO pour la collaboration franche à la gestion quotidienne desdits dispositifs et pour ses conseils avisés.

Je remercie le Pr Abbé Michel KOUAM, Président Fondateur de la FAKA pour ses marques d'encouragement et pour avoir été toujours présent par ses conseils vifs chaque fois que le désespoir s'installait.

J'exprime toute ma gratitude à toute l'équipe pédagogique de la Chaire UNESCO de l'Université Cergy Pontoise et tous les collègues du laboratoire des Technologies numériques et éducatives (TECHEDULAB) et du laboratoire BONHEURS qui m'ont aidé d'une manière ou d'une autre et sans qui cette thèse ne serait pas ce qu'elle est : aussi bien par les discussions que j'ai eu la chance d'avoir avec eux, leurs suggestions et leurs contributions multiples.

Merci également au Pr Claude TANGHA de l'Université Protestante d'Afrique Centrale, Pr Alain Moise DIKANDE de l'Université de Buea pour leurs multiples conseils.

Je remercie le Dr Marcel NGIRINSHUTI, enseignant à la faculté de théologie de l'Université Protestante d'Afrique Centrale, le Dr Théodore NJINGANG MBADJOIN de l'Université Cergy Pontoise, pour leurs multiples encouragements et leurs participations à la rédaction des documents scientifiques.

Toute ma gratitude à tous les collègues du Département de Physique de l'Université de Buea pour toutes les marques de sympathies qu'ils ont toujours manifestées à mon endroit.

Je remercie tous les fakais et fakaises pour tout le soutien qu'ils m'ont apporté à moi et à ma famille tout au long de ce travail quand nous étions en pleine tempête d'eau trouble.

Toute ma gratitude à ma très chère épouse, Mme Anne FOTSING, pour le soutien multiforme qu'elle m'a apporté tout au long de la réalisation de ces travaux sans ménager aucun effort. J'adresse des clins d'œil particuliers à nos chers enfants : Ange Diana FOTSING, Cyprien Dimitri FOTSING, Hillary Grâce FOTSING, Jude II Divin FOTSING et Bonfils Janvier FOTSING qui ont su la réconforter pendant ses moments de détresse.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE i
REMERCIEMENTS ii
TABLE DES MATIERES iv
RESUME xi
ABSTRACT xiii
LISTE DES FIGURES xv
LISTE DES TABLEAUX xvi
GLOSSAIRE xix
INTRODUCTION GENERALE 1
CHAPITRE 1 : SITUATION DU NUMERIQUE DANS L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR AU CAMEROUN 9
Introduction 9
1.1. Accessibilité au numérique 11
1.1.1. TIC et enseignement supérieur : des injonctions globales 12
1.1.2. TIC et enseignement supérieur : spécificités camerounaise 17
1.2. Boîtes à outils innovants de formation 20
1.2.1. L'Université Pan Africaine 20
1.2.2. L'Institut de la Francophonie pour la Gouvernance Universitaire 20
1.2.3. L'African Institut for Mathematical Sciences 21
1.2.4. Les 02 Universités virtuelles de l'Union Africaine 21
1.2.5. Un institut de la gouvernance numérique universitaire 21
1.2.6. Campus numériques francophones 21
1.3. Dispositifs de formation professionnelle 22
1.3.1. Ingénierie de la formation 23
1.3.2. La notion de "dispositifs" 27
1.3.3. Quelques applications de l'ingénierie de la formation 32
1.3.3.1. En contexte de formation camerounaise 32
1.3.3.2. Autres expériences en ingénierie de formation 36
Conclusion 38
CHAPITRE 2 : PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE 39
Introduction 39
2.1. Constats des chercheurs autour du sujet 41
2.1.1. Insuffisance ou inexistence des dispositifs appropriés en formation dans le domaine de l'ingénierie 41

2.1.2. Ressource humaine pas toujours qualifiée à opérer un choix judicieux et aux usages pas toujours efficientes des logiciels en ingénierie de formation 42
2.1.3. Atouts, désavantages et enjeux pédagogique et didactique des logiciels de simulation en formation 43
2.2. Questions, hypothèses et objectifs de recherche 47
2.2.1. Questions de recherche 47
2.2.2. Hypothèses de recherche 48
2.2.3. Objectifs de recherche 49
2.3. Dimensions, domaines, variables et axes de recherche 49
2.3.1. Dimensions, domaines et variables de recherche 50
2.3.1.1. Dimension : dispositifs ou environnements de formation 50
2.3.1.2. Dimension : usages des logiciels 51
2.3.1.3. Dimension : apprentissage (perspective cognitiviste) 53
2.3.1.4. Dimension : logiciels et apprentissage 54
2.3.1.5. Dimension : autodétermination 55
2.3.1.6. Dimension : design pédagogique 56
2.3.1.7. Dimension : géographique 57
2.3.2. Axes de recherche liés au contexte d'étude 58
2.3.3. Relation entre axes et hypothèses de recherche 60
Conclusion 61
CHAPITRE 3 : CADRAGE THEORIQUE 63
Introduction 63
3.1. Dispositifs hybrides et innovation en ingénierie de formation 63
3.1.1. Dispositifs hybrides et ingénierie de conception 66
3.1.1.1. Médiation 66
3.1.1.2. Médiatisation 67
3.1.1.3. Ingénierie de conception 68
3.1.2. Dispositifs hybride et innovation pédagogique 71
3.2. Cadres conceptuels pour décrire les dispositifs hybrides et en comprendre les effets 73
3.2.1. Cadre conceptuel pour décrire les dispositifs hybrides 73
3.2.2. Cadre conceptuel pour en comprendre les effets 75
3.2.3. Typologie des dispositifs hybrides 79
3.3. Usages des logiciels de simulation dans les dispositifs hybrides 80
3.3.1. Typologie des usages 80
3.3.1.1. Typologie centrée sur l'acte d'enseignement/apprentissage 81
3.3.1.2. Typologies centrées sur l'école 84

3.3.1.3. Typologies centrées sur l'apprenant 84
3.3.2. Choix d'une typologie 84
3.3.3. Impacts des usages des logiciels sur la formation des élèves ingénieurs en EAD 86
3.3.3.1. Impacts sur l'apprentissage des élèves ingénieurs en EAD 86
3.3.3.2. Impacts de l'usage des logiciels sur la motivation des élèves ingénieurs en EAD 89
3.3.3.3. Impacts sur les travaux pratiques en formation classique 91
3.3.3.4. Impacts sur les travaux pratiques en FAD/EAD 92
3.4. Angles d'analyse des dispositifs et des logiciels de simulation en EAD 92
3.4.1. Angles d'analyse des dispositifs en EAD 92
3.4.2. Angles d'analyse des logiciels de simulation en formation en science des ingénieurs 93
3.5 Synthèse des cadres théoriques en lien avec nos objets d'étude 93
Conclusion 96
CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE DE RECHERCHE 97
Introduction 97
4.1. Cadre conceptuel des facteurs d'analyse : axes, dimensions, variables et indicateurs 97
4.1.1. Axes de recherches et questionnements 98
4.1.2. Synthèse des dimensions, variables et indicateurs du cadre conceptuel d'analyse des résultats de la recherche 98
4.1.2.1. Synthèse dimensions et variables de l'axe 1 de recherche 99
4.1.2.2. Synthèse dimensions et variables de l'axe 2 de recherche 99
4.1.2.3. Synthèse dimensions et variables de l'axe 3 de recherche 99
4.1.2.4. Synthèse des dimensions et variables de l'axe 4 de recherche 102
4.2. Démarche et justification de la stratégie de recherche aux réponses des différents questionnements 103
4.2.1. Justification du type de recherche 103
4.2.2. Approche par enquête en ligne et théorie des représentations 104
4.2.3. Approche par traces et théorie de l'activité 104
4.2.3.1. Traces d'interactivité et mode de codage 105
4.2.3.2. Codage par traces des actes de langage en contexte d'échange synchrone et asynchrone 107
4.2.3.3. Codage et analyse interactionnelle en contexte d'EAD 108
4.2.3.4. Synthèse des indicateurs de dimensions de codage interactionnel 109
4.2.4. Approche par codage et analyse par la technique d'observation participante 112
4.2.4.1. Un processus à formaliser et à systématiser 112
4.2.4.2. Le codage comme étape essentielle à l'analyse qualitative des enregistrements vidéo . 113
4.2.4.3. Stabilisation de la grille de codage 117

4.2.4.4. Fiabilité et validité du codage 117
4.3. Terrain d'étude 118
4.3.1. Dispositifs étudiés 118
4.3.1.1. Dispositif MASTEL 119
4.3.1.2. Dispositifs MASSICO 123
4.3.2. Modèles des dispositifs FOAD 124
4.3.3. Evaluation des dispositifs MASTEL & MASSICO 128
4.3.4. Constitution du corpus expérimental 128
4.3.4.1. Etudiants de l'EAD participant à l'expérimentation 130
4.3.4.2. Enseignants de l'EAD participants à l'expérimentation 132
4.4. Outils de recherche de collecte et de traitement des données 132
4.4.1. De l'élaboration du questionnaire au traitement des données 133
4.4.1.1. Procédure d'élaboration associées aux enquêtes 134
4.4.1.2. Procédure de l'enquête EAD en direction des étudiants 135
4.4.1.3. Procédure de l'enquête EAD en direction des enseignants 135
4.4.2. Elaboration du guide d'entretien semi-directif 136
4.4.3. De l'élaboration de l'enquête par observation à la réalisation du kit d'encodage 136
4.4.3.1. Technique d'enregistrement vidéo 137
4.4.3.2. De la grille de transcription au kit d'encodage vidéo 138
4.4.4. De l'élaboration de la grille d'analyse au kit d'encodage des traces 138
4.4.4.1. Analyse catégorielle des messages (MAS) 139
4.4.4.2. Analyse de comportement d'apprentissage en fonction des actes de langage 140
4.4.5. Synthèse des outils de collecte des données 140
Conclusion 141
CHAPITRE 5 : PLAN DE RECHERCHE 142
Introduction 142
5.1. Plan de recherche d'expérimentation 142
5.2. Plan de faisabilité 143
5.3. Protocole expérimental 145
5.3.1. Délimitation du champ expérimental 145
5.3.2. Organigramme de la démarche expérimental 146
Conclusion 147
CHAPITRE 6 : RESULTATS ET ANALYSES 149
Introduction 149
6.1. Résultats de l'axe 1 : Etude évaluative des dispositifs hybrides : MASTEL et MASSICO de l'ENSP 149

6.1.1. Description des dispositifs MASTEL et MASSICO 149
6.1.1.1. Analyse des traces liées à la conception et diffusion des contenus sur la plateforme 150
6.1.1.2. Analyse des traces d'opérations incitatives (ou activités individuelles) médiatisés en EAIH 151
6.1.1.3. Analyse des traces d'opérations interactives (création et dépôt contenus collaboratifs/interactionnels) médiatisés en EIAH 152
6.1.1.4. Analyse des traces d'intervention socioaffectives 153
6.1.1.5. Analyse des traces d'opérations comportementale (Initiatif, Réactif, Evaluatif, Auto-Réactif) 154
6.1.2. Etude évaluative des dispositifs de formation en EAD de l'ENSP 154
6.1.2.1. Profil des acteurs questionnés 155
6.1.2.2. Motifs ayant motivé leur choix à s'inscrire en EAD 157
6.1.2.3. Les outils de l'EAD sur lesquels ils ont travaillé 157
6.1.2.4. Nature des supports de cours fournis aux apprenants toutes formations EAD confondues 159
6.1.2.5. Perception des étudiants des dispositifs de formation 160
6.2. Résultats de l'axe 2 : Etude d'impact des dispositifs hybrides sur le développement des compétences professionnelles des apprenants en formation en ingénierie 164
6.2.1. Impact des outils transmissifs, interactifs et incitatifs des apprenants sur le développement des compétences professionnelles en formation en ingénierie 164
6.2.1.1. Impact lié à l'usage des outils de communication sur le développement des compétences professionnelles en formation en ingénierie 165
6.2.1.2. Analyse d'impact des traces liées à l'utilisation des outils sur les plateformes MASTEL & MASSICO et le développement des compétences des apprenants en formation en ingénierie 166
6.2.2. Impact des ressources des cours sur le développement des compétences professionnelles en formation en ingénierie 170
6.2.2.1. Effet des supports de cours sur le développement des compétences professionnelles des apprenants 170
6.2.2.2. Effet des traces d'interaction liées aux échanges interactifs sur le développement des compétences professionnelles des apprenants 172
6.2.2.3. Effet des contenus des MAS sur le développement des compétences professionnelles des apprenants 174
6.3. Résultats de l'axe 3 : Etude d'impact des logiciels de simulation sur le développement des compétences professionnelles des apprenants en formation en ingénierie 179
6.3.1. Liste des logiciels utilisés par les étudiants courant leur formation à distance 179
6.3.2. Mobiles des choix des logiciels utilisés 180
6.3.3. Catégorisation des logiciels utilisés par les étudiants 180
6.3.4. Impact des logiciels en formation des sciences des ingénieurs 181
6.3.4.1. Impact sur le mode d'apprentissage des apprenants 181

6.3.4.2. Impact des logiciels sur la virtualisation des travaux pratiques 182
6.3.4.3. Impact des logiciels sur la formation en sciences des ingénieurs en général 184
6.4. Résultats de l'axe 4 : Perceptions des apprenants sur l'efficacité des usages des logiciels de simulation pour l'apprentissage des sciences pour ingénieurs 186
6.4.1. En matière de développement personnel 186
6.4.1.1. Sentiment d'efficacité personnel 186
6.4.1.2. Sentiment d'aide à l'autodétermination 186
6.4.1.3. Sentiment d'aide à la motivation 187
6.4.2. En matière des usages des logiciels de simulation et leurs efficacités comme support d'apprentissage 187
6.4.3. En matière de perception des logiciels comme des outils incitants/obstacles pour l'enseignement 189
6.4.3.1. Logiciels comme outils incitants positivement l'enseignement 189
6.4.3.2. Logiciels comme obstacles pour l'enseignement 189
6.5. Résultats de l'axe 5 : Les usages des logiciels en contexte d'enseignement des télécommunications dans les dispositifs hybrides 190
6.5.1. Niveau d'appréciation de l'usage des logiciels comme outil d'enseignement des télécommunications par les étudiants 190
6.5.2. Facteurs liés à l'utilisation des logiciels d'enseignement des télécommunications 191
6.5.2.1. Facteur transmissif 191
6.5.2.2. Facteur incitatif 191
6.5.2.3. Facteur interactif 192
6.5.2.4. Facteur didactique 192
6.5.3. Usages et catégories des logiciels mobilisés en enseignement des télécommunications 192
6.5.3.1. Les usages découlant de la catégorie conceptuelle 193
6.5.3.2. Les usages découlant de la catégorie implémentation 193
6.5.3.3. Les usages découlant de la catégorie simulation didactique 194
6.5.4. Observation in situ des apprenants en regroupement présentiel 195
Conclusion 196
CHAPITRE 7: INTERPRÉTATIONS DES RÉSULTATS 197
Introduction 197
7.1. Interprétation des résultats au regard de l'axe 1 197
7.2. Interprétation des résultats au regard de l'axe 2 200
7.3. Interprétation des résultats au regard de l'axe 3 206
7.4. Interprétation des résultats au regard de l'axe 4 210
7.5. Interprétation des résultats au regard de l'axe 5 213
7.6. Résumé des interprétations 215

Conclusion 217
CONCLUSION GENERALE 218
Objet d'étude 1 : Description et évaluation des dispositifs MASTEL & MASSICO de l'ENSP 218
Objet d'étude 2 : effets des usages des logiciels de simulation sur la formation des élèves ingénieurs en contexte EAD 220
Forces et faiblesses de la recherche 223
Porté scientifique de la recherche 224
Recommandation de la recherche 225
Perspectives de la recherche 226
BIBLIOGRAPHIE 228
ANNEXES 245
Annexe 1 : Tableaux illustratifs 245
Annexe 2: Questionnaire étudiant 301
Annexe 3: Questionnaire enseignant 309
Annexe 4 : Guide d'entretien 317
Annexe 5 : Grille d'analyse logicielle 322
Annexe 6 : Kit d'encodage vidéo 325
Annexe 7 : Kit d'encodage activité 244
Annexe 8 : Exemple d'extrait résultant une trace d'activité d'un cours en MASTEL 250

RESUME

La présente recherche explore deux objets d'étude. Le premier objet porte sur l'étude et l'évaluation des dispositifs hybrides. Nous prenons comme cas spécifique les dispositifs MASTEL & MASSICO offerts par l'ENSP dans le cadre de ses programmes de formation à distance en vue d'apprécier le niveau de satisfaction des apprenants sur ce mode d'enseignement. Le deuxième objet quant à lui porte sur l'étude des impacts découlant des usages des logiciels de simulation dont a recours les contenus pédagogiques desdits dispositifs sur l'efficacité de la formation en vue d'apprécier le développement des compétences des élèves ingénieurs en contexte d'enseignement à distance.

L'analyse diagnostique des dispositifs MASTEL & MASSICO montre que le design pédagogique adopté lors de la conception des dispositifs MASTEL & MASSICO s'est davantage orienté vers un schéma interactionnel plus ouvert entre le tuteur et les apprenants via les outils incitatifs ou interactifs. Il a été observé que 91% des répondants à l'enquête sont satisfaits de l'utilisation de ces outils embarqués dans la plateforme Moodle choisi par l'ENSP comme environnement numérique virtuel d'apprentissage. Il ressort également que les réponses des apprenants sont guidées par la facilité de son usage. En effet, 96% déclarent que Moodle est facile d'usage. L'usage des logiciels en contexte de formation favorise une pédagogie par compétence et un apprentissage plus individualisé assorti du développement cognitif et/ou métacognitif de l'apprenant. Force est de constater que si l'usage des logiciels apporte satisfaction auprès des acteurs, il n'en demeure pas moins vrai que le manque des activités distantes faisant recours aux logiciels dans la pratique de l'EAD dans les dispositifs MASTEL&MASSICO, constitue une limite majeure des usages relevée par tous les acteurs. Et même si le dispositif intégrait des possibilités de simulation à distance, le problème devrait persister en ce sens que le savoir-faire développé à distance ne confère pas le savoir-être (attitude et comportement) exigé dans la discipline. Par exemple, l'observation in-situ des apprenants des dispositifs MASTEL & MASSICO lors de la phase du regroupement présentiel, permet de constater que la réussite au test via le logiciel ne confère pas absolument une compétence manipulatoire d'objet réel en contexte d'entreprise.

L'analyse de l'impact de l'usage des logiciels de simulation en contexte de formation en sciences des ingénieurs a permis selon notre étude de constater qu'il favorise l'acquisition d'un grand nombre de compétences, dont la capacité de synthèse (compétence procédurale), d'analyse (compétence exploratoire) et opérationnelle (compétence manipulatoire). Il a été donné d'observer que les dispositifs déployés à l'ENSP en phase à distance conféraient plus

aux apprenants une compétence procédurale et à la phase présentielle une compétence manipulatoire. Cette dernière, étant celle davantage recherchée en milieu d'entreprise ne s'étendaient malheureusement que sur une courte durée de deux semaines sur les deux semestres que dure la formation. Ce qui n'est pas du goût des apprenants. Une recommandation se dégage de cette étude, celle de solutionner ce grand déséquilibre en envisageant des scénarios visant à investir dans la recherche développement ou on axera les efforts vers l'industrialisation des dispositifs intégrant les concepts de laboratoire virtuel seul gage de garanti d'un développement des compétences professionnelles des apprenants formés.

Mots clés : Dispositif hybride, logiciel, apprentissage, sciences de l'ingénieur, MASTEL/MASSICO, pédagogie, formation à distance.

ABSTRACT

This research explores two subjects of study. The first subject concerns the study and evaluation of hybrid devices by considering as a specific case the MASTEL & MASSICO devices offered by the ENSP as part of its eLearning programs in order to assess the level of satisfaction of learners on this mode of education. The second subject relates to the study of the impacts arising from the use of simulation software used in the educational content of these devices on the effectiveness of training in order to assess the development of skills of engineering students in the context of eLearning.

The diagnostic analysis of the MASTEL & MASSICO devices shows that the educational design adopted in the design of the MASTEL & MASSICO devices was more oriented towards a more open interactional scheme between the tutor and the learners via the incentive or interactive tools. It has been observed that 91% of survey respondents are satisfied with the use of these embedded tools in the Moodle platform chosen by the ENSP as a virtual digital learning environment. It also appears that learners' responses are guided by the ease of use. Indeed, 96% say that Moodle is easy to use. The use of software in the context of training favors a pedagogy by skill and a more individualized learning together with the cognitive and / or metacognitive development of the learner. It is clear that while the use of software brings satisfaction to the actors, it is nonetheless true that the lack of remote activities using software in the practice of EAD in hybrid devices, is a limit major use identified by all actors. And even if the device incorporated possibilities of remote simulation, the problem should persist in the sense that the know-how developed at a distance does not confer the well-being (attitude and behavior) required in the discipline. For example, the in-situ observation of the learners of the MASTEL & MASSICO devices during the phase of the face-to-face grouping makes it possible to note that the success of the test via the software does not absolutely confer a real object manipulative skill in a context of business.

The analysis of the impact of the use of simulation software in the context of training in engineering sciences has made it possible, according to our study, to encourage the acquisition of a large number of skills, including the ability to synthesize (procedural competence), analysis (exploratory competence) and operational (manipulative competence). It was observed that the devices deployed at the remote phase to ENSP gave the learners more procedural competence and at the face-to-face stage a manipulative skill. The latter, being the most sought after in a business environment, unfortunately only lasted for a short period of two weeks over the two semesters of the course, which is not to the taste of the learners. A recommendation emerges

from this study, which is that of solving this major imbalance by considering scenarios to invest in development research or efforts will focus on the industrialization of devices incorporating the concepts of virtual laboratory the only way to guarantee professional development skills of trainees.

Key words: Hybrid device, software, learning, engineering sciences, MASTEL/MASSICO, eLearning.

LISTE DES FIGURES

Figure 2. 1: Liens entre axes et hypothèses de recherche 60
Figure 3. 1: Les étapes dans la conception d'un dispositif, d'après Blepp (1999 : P.47) 69
Figure 3. 2: Classroom-based theories of learning including institutional constraints" (Bigg, 1994; Deschryver et Charlier, 2012: P.10). 76
Figure 3. 3: Cadre conceptuel pour analyser les effets (Deschryver et al., 2012: P.12) 77
Figure 3. 4: Variables prises en compte pour analyser les effets des dispositifs hybrides (Deschryver et al., 2012) 79
Figure 3. 5: Hiérarchie des niveaux d'activités selon Bloom (1956), revue par Lorin Anderson (2001 :P.3) 87
Figure 3. 6: Schéma de synthèse des cadres théoriques 94
Figure 4. 1: Page d'accueil de la plateforme de formation du MASTEL 122
Figure 4. 2: Page d'accueil de la plateforme de formation MASSICO 124
Figure 4. 3: Synoptique du modèle FOCAD à 20 référentiels (source Tonye, 2010 : P.76) 125
Figure 4. 4: Cartographie des étudiants MASTEL depuis la première année de lancement 129
Figure 4. 5:Cartographie MASSICO depuis la première année de lancement 130
Figure 4. 6: Synthèse des instruments de collecte des données 141
Figure 5. 1: Cadre conceptuel d'analyse et d'évaluation du dispositif de formation 145
Figure 5. 2: Organigramme du protocole expérimental suivi dans le cadre de l'étude 147
Figure 6. 1: Représentation par secteur et par pourcentage de la situation professionnelle des étudiants 156
Figure 6. 2: Compilation des différents usages des outils de communication identifiés par les apprenants MASTEL & MASSICO 166
Figure 6.3: Variation de la fréquence de participation de chaque apprenant et performance académique des cours « Radiocommunication mobiles et concepts » et « Antennes et propagation » du dispositif MASTEL. 178
Figure 6. 4: Variation de la fréquence de participation de chaque apprenant et performance académique des cours « Réseaux IPv4/IPv6 routage et commutation» et « Signature électronique » du dispositif MASSICO. 179
Figure 6. 5: Organigramme des séquences de conception d'une application 193
Figure 6. 6: Réponse transitoire du modèle déterministe avec arrivée externe 194
Figure 6. 7: Exemple de simulations avec la Didactique de Radiocommunications Mobile 195

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2. 1: Point de vue des acteurs sur l'accessibilité, la disponibilité et la transmission des contenus dans les dispositifs en EAD à l'ENSP 50
Tableau 2. 2: Analyse des traces d'opérations incitatives (ou activités individuelles) médiatisés en EIAH 52
Tableau 2. 3: Analyse des traces d'opérations interactives (création et dépôt contenus collaboratifs/interactionnels) médiatisés en EIAH 53
Tableau 2. 4: Outil de collecte des données servant à traduire la temporalité et le nombre de connexion de l'acteur au sein du dispositif de formation 54
Tableau 2. 5: Grille de collecte des données relatives aux outils mobilisés par un acteur au sein du dispositif pour réaliser une activité 55
Tableau 2. 6: Fréquence des appréciations des étudiants sur la pertinence des usages des logiciels en FAD au regard des facteurs d'ordre incitatif 56
Tableau 2. 7: Fréquence des appréciations des étudiants sur la pertinence de la scénarisation d'un cours au regard des facteurs d'ordre transmissif 57
Tableau 2. 8: Distribution géographique et par pays des étudiants ayant participé à l'enquête 58
Tableau 2. 9: Situation professionnelle des étudiants toutes FAD confondues à l'ENSP 58
Tableau 2. 10: Synthèse des dimensions conceptuelles, domaines et variables liées au cadre théorique de l'étude. 245
Tableau 3. 1: Typologie des logiciels éducatifs de De Vries (2001) 83
Tableau 3. 2: Synthèse de la typologie de De Vries en harmonie avec notre étude 85
Tableau 4. 1: Le modèle LOTI d'après Moersch (1995) et repris par Claire Peltier en 2010 101
Tableau 4. 2: Dimensions et indicateurs de codage des catégories messages interactionnels (synchrones, asynchrones) 109
Tableau 4. 3: La synthèse du processus des dimensions de codage du protocole interactionnel selon les unités d'actes de langage 110
Tableau 4. 4: Indicateurs d'appréciation du niveau de compétence développé par les apprenants grâce à l'analyse des traces 111
Tableau 4. 5: Les catégories et sous catégories de codes émanant des interactions enseignants-étudiants 115
Tableau 4. 6: Extrait des catégories et sous catégories de codes émergents des usages des logiciels et leurs effets en formation des élèves ingénieurs 116
Tableau 4. 7: Extrait du tableau de la catégorie « effets des logiciels de simulation en formation 117
Tableau 4. 8: Effectifs et par promotion des étudiants inscrits en MASTEL 131
Tableau 4. 9: Effectifs et par promotion des étudiants inscrits en MASSICO 131
Tableau 4. 10: Synthèse des étudiants inscrits en MASTEL & MASSICO espérés pour l'étude 132
Tableau 4. 11: Synthèse des enseignants ayant faisant ou ne faisant plus partie du collège pédagogique au moment de l'étude 132
Tableau 4. 12: Synthèses dimensions, variables et indicateurs en liaison avec l'axe 1 de recherche 248
Tableau 4. 13: Synthèses dimensions, variables et indicateurs en liaison avec l'axe 2 de recherche 249
Tableau 4. 14: Synthèse des dimensions et les indicateurs liés à l'axe 3 de recherche 252
Tableau 4. 15: Synthèse des dimensions et les indicateurs liés à l'axe 4 de recherche 255
Tableau 4. 16: Base chronologique de transcodage d'un enregistrement vidéo 258
Tableau 4. 17: Grille d'analyse et d'identification des traces d'opérations et d'interaction avec les outils de la plateforme 258
Tableau 4. 18: Outil de collecte des données servant à traduire la temporalité et le nombre de connexion de l'acteur au sein du dispositif de formation 259
Tableau 4. 19: Grille de collecte des données relatives aux outils mobilisés par un acteur au sein du dispositif pour réaliser une activité 259
Tableau 4. 20: Grille répartition des salons de discussion par fréquence des messages 260
Tableau 6. 1: Distribution des traces d'opérations de création et dépôt sur les plateformes de formation MASTEL & MASSICO de l'ENSP 261
Tableau 6. 2: Effectif observé des traces d'opérations liées à la conception des contenus et leurs diffusions dans les dispositifs (LOT1) 263

Tableau 6. 3: Fréquences observés des traces d'opérations incitatives (ou activités individuelles) médiatisés en EIAH (LOT2) 263
Tableau 6. 4: Fréquences observées des traces d'opérations interactives (création et dépôt contenus collaboratifs/interactionnels) médiatisés en EIAH (LOT3) 264
Tableau 6. 5:Effectifs observés par les traces d'opérations socioaffectives d'interventions médiatisées en EAIH 264
Tableau 6. 6: Effectifs observés des traces d'opérations comportementales 265
Tableau 6. 7: Distribution géographique et par pays des étudiants ayant participé à l'enquête 265
Tableau 6. 8: Situation professionnelle des étudiants toutes formations confondues à l'ENSP 266
Tableau 6. 9: Plages d'années d'expérience professionnelle en EAD des enseignants interrogés 266
Tableau 6. 10: Différentes institutions d'appartenance des enseignants 266
Tableau 6. 11: Raisons principales déclarées par les étudiants pour s'inscrire à une formation à distance 266
Tableau 6. 12: Outils utilisés par les étudiants lors de la formation à distance 267
Tableau 6. 13: Outils utiles selon les étudiants pour la formation à distance 268
Tableau 6. 14: Synthèse des réponses d'étudiants sur les exemples d'objets pédagogiques ou outils technologiques utilisés sur les plateformes de formation MASTEL & MASSICO 268
Tableau 6. 15: Synthèse des perceptions des étudiants sur l'efficacité des supports de cours disponible en ligne des plateformes de formation MASTEL & MASSICO 269
Tableau 6. 16: Evaluation de Moodle comme environnement de formation en EAD à l'ENSP 270
Tableau 6. 17: Perception de la difficulté ou facilité d'utilisation de Moodle 271
Tableau 6. 18: Appréciation globale des dispositifs FOAD toutes formations confondues à l'ENSP 272
Tableau 6. 19: Synthèse des perceptions des étudiants sur l'efficacité de leur accompagnement en ligne 273
Tableau 6. 20: Effectifs observés déclarés par les étudiants concernant leur accompagnement en ligne . 274
Tableau 6. 21: Effectifs observés déclarés par les étudiants des usages des outils de l'environnement techno pédagogique proposé par les enseignants 274
Tableau 6. 22: Fréquences des usages des outils numériques liés aux échanges d'ordre transmissifs, incitatifs et interactifs des acteurs du dispositif MASTEL 275
Tableau 6. 23: Résultat du test Student de ddl 28 et de seuil de signifiance 5% 277
Tableau 6. 24: Fréquences des usages des outils numériques liés aux échanges d'ordre transmissifs, incitatifs et interactifs des acteurs du dispositif MASSICO 277
Tableau 6. 25: Résultat test Student de ddl 28 et de seuil 5% 279
Tableau 6. 26: Synthèse des réponses des apprenants 280
Tableau 6. 27: Effectifs observés des différents usages des outils numériques liés aux échanges d'ordre transmissifs, incitatifs et interactifs des acteurs des dispositifs MASTEL & MASSICO 281
Tableau 6. 28: Perceptions des apprenants sur l'impact de chaque cours du dispositif MASSICO sur le développement de leurs compétences professionnelles 282
Tableau 6. 29: Perceptions des apprenants MASTEL sur l'impact de chaque cours sur le développement de leurs compétences professionnelles 283
Tableau 6. 30: Répartition fréquences d'échanges interactives par fil des salons de discussion du cours Radiocommunication Mobiles et concepts du dispositif MASTEL 285
Tableau 6. 31: Répartition fréquences d'échanges interactives par fil des salons de discussion du cours Antenne et Propagation du dispositif MASTEL 285
Tableau 6. 32: Répartition fréquences d'échanges interactives par fil des salons de discussion du cours signature électronique du dispositif MASSICO 285
Tableau 6. 33: Répartition fréquences d'échanges interactives par fil des salons de discussion du cours Réseaux IPv4/IPv6 routage et commutation du dispositif MASSICO 286
Tableau 6. 34: Distribution Messages Ayant un Sens (MAS) et de Faux Messages (FM) en fonction des codes types salons de discussion du cours radiocommunications mobile du dispositif MASTEL 286
Tableau 6. 35: Distribution des fréquences des messages ayant un sens « MAS » par catégorie et par code type de salon de discussion du cours « Radiocommunication mobile et concepts » 287
Tableau 6. 36: Distribution Messages Ayant un Sens (MAS) et de Faux Messages (FM) en fonction des codes types salons de discussion du cours antenne et propagation du dispositif MASTEL 287

Tableau 6. 37: Distribution des fréquences des messages ayant un sens « MAS » par catégorie et par code type de salon de discussion du cours « Antennes et propagation » du dispositif MASTEL 287
Tableau 6. 38: Distribution Messages Ayant un Sens (MAS) et de Faux Messages (FM) en fonction des codes types salons de discussion du cours « Réseaux IPv4/IPv6 routage et commutation » du dispositif MASSICO 288
Tableau 6. 39: Distribution des fréquences des messages ayant un sens « MAS » par catégorie et par code type de salon de discussion du cours « Réseaux IPv4/IPv6 routage et commutation » du dispositif MASSICO 288
Tableau 6. 40: Distribution Messages Ayant un Sens (MAS) et de Faux Messages (FM) en fonction des codes types salons de discussion du cours « Signature électronique » du dispositif MASSICO 288
Tableau 6. 41: Fréquence de participation des apprenants par cours et scores/notes y sanctionnant à l'issu de l'évaluation desdits cours du dispositif MASTEL 289
Tableau 6. 42: Fréquence de participation des apprenants par cours et scores/notes y sanctionnant à l'issu de l'évaluation desdits cours du dispositif MASSICO 289
Tableau 6. 43: Liste des logiciels utilisés par les étudiants toutes formations confondues en MASTEL / MASSICO de l'ENSP 290
Tableau 6. 44: Mobiles des choix des apprenants des différents logiciels utilisés dans le cadre de leur formation en MASTEL et/ou MASSICO 291
Tableau 6. 45: Avis des apprenants sur l'impact des logiciels sur leur manière d'apprendre 291
Tableau 6. 46: Justificatifs des apprenants sur le fait que les logiciels modifient leur manière d'apprendre 291
Tableau 6. 47: Synthèses des avis des apprenants toutes formations EAD confondues à l'ENSP sur l'éventualité d'une formation ou tout se ferait qu'en mode à distance grâce aux logiciels. 293
Tableau 6. 48: Récapitulatif des justificatifs avancés par les apprenants 293
Tableau 6. 49: Fréquences observées des différents items en fonction du niveau de satisfaction des apprenants en relation avec le sentiment d'efficacité personnelle 294
Tableau 6. 50: Fréquences observées des différents items en fonction du niveau de satisfaction des apprenants en relation avec le sentiment d'aide à l'autodétermination 294
Tableau 6. 51: Fréquences observées des différents items en fonction du niveau de satisfaction des apprenants en relation avec le sentiment d'aide à la motivation 294
Tableau 6. 52: Fréquences observées des différents items au regard des usages des logiciels de simulation et leurs efficacités comme support d'apprentissage 295
Tableau 6. 53: Synthèse des réponses et par item au regard des usages des logiciels de simulation et leurs efficacités comme support d'apprentissage 295
Tableau 6. 54: Récapitulatif de la perception des apprenants des usages des logiciels et leur efficacité comme support d'apprentissage 296
Tableau 6. 55: Fréquences observées des différents items au regard de la perception des apprenants sur les effets incitatifs de l'usage des logiciels sur la manière d'enseigner 297
Tableau 6. 56: Fréquences observées des différents items au regard de la perception des apprenants de l'usage des logiciels comme obstacle sur la manière d'enseigner 297
Tableau 6. 57: Fréquence des appréciations des étudiants MASTEL/MASSICO de l'usage des logiciels proposés par les enseignants et leur adaptation aux objectifs pédagogiques visés 298
Tableau 6. 58: Fréquence des appréciations des étudiants MASTEL/MASSICO sur la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications au regard des facteurs d'ordre transmissif 298
Tableau 6. 59: Fréquence des appréciations des étudiants MASTEL/MASSICO sur la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications au regard des facteurs d'ordre incitatif 299
Tableau 6. 60: Fréquence des appréciations des étudiants MASTEL/MASSICO sur la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications au regard des facteurs d'ordre interactif 299
Tableau 6. 61: Fréquence des appréciations des étudiants MASTEL/MASSICO sur la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications au regard des facteurs d'ordre didactique 300

GLOSSAIRE

ANTIC : Agence Nationale des Technologies de l'Information et de la Communication

BAD : Banque Africaine de Développement

BONHEURS : Bien-être, Organisations, Numérique, Habitabilité, Education, Universalité, Relation, Savoirs

CFTAC : Carte des Formations Technologiques en Afrique Centrale

CEMAC : Communauté Economique et Monétaire de l'Afrique Centrale

CITIC : Centre Interuniversitaire des Technologies de l'Information et de la Communication

CIRD : Centre Interuniversitaire de Ressources Documentaires

CMES : Conférence Mondiale sur l'Enseignement Supérieur

EAD : Enseignement A Distance

EAIH : Environnement d'Apprentissage Interactif Humain

ENSP : Ecole Nationale Supérieure Polytechnique

ENT : Environnement Numérique de Travail

ESIREM : Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Recherche en Matériaux

FOAD : Formation A Distance

IAI : Institut Africain d'Information

MASTEL : Master Professionnel en Télécommunications

MASSICO : MAster professionnel en Sécurité des Systèmes d'Information et de Communication

MINESUP: Ministère de l'Enseignement Supérieur

MOODLE : Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment

OCDE: Organisation pour la Coopération et le Développement Économiques

PETU : Pôles d'Excellence Technologiques Universitaire

RIC : Réseau Interuniversitaire du Cameroun

SIG: Système d'Information Géographique

SIGE : Systèmes d'Information pour la Gestion de l'Education

SP : Situation Problème

TéléTP : Travaux Pratiques à Distance

TIC : Technologie de l'Information et Communication

TICE : Technologie de l'Information et de Communication en Enseignement

UA : Union Africaine

UNESCO: Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture

UVA : Université Virtuelle Africaine

UY I : Université de Yaoundé I

INTRODUCTION GENERALE

Les écrits sur l'Education en Afrique dans la quasi-totalité tendent à affirmer que l'Enseignement à Distance (EAD) est « *paré de toutes les vertus et serait susceptible de moderniser les systèmes éducatifs, d'ouvrir l'université à de nouveaux publics, de réduire les coûts de l'enseignement, de remettre à niveau les enseignants, de massifier l'accès à l'enseignement supérieur* » (Loiret, 2007 : P.12). Selon Fonkoua (2007), le contexte des politiques éducatives africaines, ne répond pas toujours concrètement aux demandes sociales de développement durable du continent avec les enjeux d'intégration du numérique aux besoins actuels des acteurs dans son système. Il se dégage également du rapport de suivi et d'évaluation du Forum mondial sur l'Education Pour Tous (EPT) tenu à Dakar au Sénégal en Avril 2000, que les pays africains dans leur majorité, accuse un retard important, quant aux objectifs fixés en ce qui concerne, entre autres l'enseignement et l'amélioration de la qualité du système éducatif intégrant le numérique. Ce point de vue est également partagé par l'acte UNESCO-AUF (2010) sur l'enseignement à distance dans les formations des enseignants des pays d'Afrique Francophone.

En fait, l'efficacité de l'innovation pédagogique via l'intégration du numérique dans la formation et particulièrement dans la formation des élèves ingénieurs à travers des dispositifs hybrides ou FAD/e-Learning est loin de faire l'unanimité au sein de la communauté éducative. Ceci est d'autant plus criard que dans la conception de ses FAD/e-Learning se mêle et de façon concurrentiel plusieurs items « *intérêts et idéaux, valeurs et objectifs commerciaux, économie de l'éducation et pédagogie, mouvement de fonds et effets de mode, initiatives individuelles et volontés institutionnelles* » (Loiret, 2007 : P.12). On assiste aussi à une pluralité des projets à vocation continentale comme l'Université Virtuelle Africaine (UVA) financé à hauteur de plusieurs milliards par la Banque Mondiale (BM) côtoyant des dispositifs plus ciblés géographiquement et culturellement comme celui du Campus Numérique Francophone (CNF) de l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF) soutenu majoritairement par l'Organisation Internationale de la Francophonie (OIF), sans oublier des projets d'initiatives locales soutenus par des individus plus que par les institutions. Rien qu'à l'AUF, 25% de FOAD offerte en 2015 à travers le monde le sont avec des universités africaines[1], ce qui pour Depover et Orivel (2012), fait de l'Afrique un terrain privilégié de ce nouveau mode de formation. Tonye (2013) dans le même ordre d'idée souligne que bien que peu développées par rapport aux

[1] http://www.foad-mooc.auf.org/+-Afrique-+.html?type=FOAD (consulté le 05 janvier 2019).

FOAD occidentales, ces formations se répandent considérablement en Afrique Subsaharienne Francophone (ASSF). Pour Tiemtoré (2008), ces modes de formation constituent l'un des sujets les plus abordés dans les discours, projets et politiques éducatifs des États et universités de cette partie du globe. Outre ces initiatives aux niveaux institutionnels et autres, on note également un fort engouement des étudiants africains pour les FOAD. En 2014, par exemple, 77,25 % de dossiers d'admission à une FOAD à l'AUF émanent de l'Afrique subsaharienne, dont 43,4 % de l'Afrique de l'Ouest et 30,67 % de l'Afrique centrale. Les deux pays les plus représentés sont d'ailleurs francophones: le Cameroun (13,65 %) et le Burkina Faso (10 %)[2]. Ce sont là quelques éléments contextuels qui font aujourd'hui des FOAD en ASSF un des sujets d'actualités de recherche en science de l'éducation.

Submergé par la masse des étudiants que l'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique (ENSP) de l'Université de Yaoundé I a admis en son sein sans que ses ressources humaines et son infrastructure ne puisse toujours être capable de faire face. Et en outre, compte tenu de la demande croissante des aspirants élèves ingénieurs aussi bien de l'intérieur qu'à l'extérieur du pays, l'ENSP est également intégré dans un processus international de normalisation dont le point saillant est la mise en œuvre du système Licence-Master-Doctorat (LMD) avec comme corollaire une rénovation curriculaire et pédagogique de ces différents cycles de formation. Pour combler ce déficit et poursuivre sa marche vers le respect des standards internationaux en matière de formation, l'ENSP s'est résolument tourné vers l'EAD pour la vulgarisation de son cycle Master. C'est pour ainsi dire l'adoption et la mise en œuvre par l'Université de Yaoundé I (UYI) via l'ENSP des résolutions prises lors de la conférence mondiale sur l'enseignement supérieur organisée à Paris par l'UNESCO du 5 au 9 octobre 1998. Une des résolutions recommandait « *l'élargissement de l'accès à l'enseignement supérieur en se fondant sur le critère du mérite et de qualité, en rénovation du système des établissements universitaires, en tendant au renforcement des liens avec la société et notamment le monde du travail* » (Njingang Mbadjoin, 2015 : P.13). Pour explorer les facteurs de changement dans les formations professionnelles de l'enseignement supérieur en système LMD, ce même auteur recommande de prendre en compte deux couples de variables : l'innovation numérique et la pédagogie active. Ce couple de variable nous paraît également judicieux pour notre recherche ou la variable innovation par numérique est rattachée à la stratégie pédagogique et la technologie. La variable pédagogie active rattachée aux dispositifs hybrides permet quant à elle de décrire

[2] http://www.foad-mooc.auf.org/Bilan-des-appels-a-candidatures-de.html (consulté le 05 janvier 2019)

l'environnement techno pédagogique. Toutes les deux variables contribuent à la compréhension des modèles d'apprentissage voir aussi de leur influence dans les environnements numérique informatique ou espace virtuel de travail. Ainsi la mise en étroite relation des deux variables permettra d'appréhender ce qui influence la qualité des apprentissages d'une part et la perception que font les apprenants des dispositifs hybrides de formation. Nous nous situons ici dans la perspective des propos de Lebrun (2011b : P.1) pour qui « *les potentiels des technologies éducatives, des logiciels d'apprentissage aux plateformes d'e-Learning en passant par le cédérom interactif, ont vite fait croire, qu'une couche technologique rajoutée aux formes d'enseignement habituel allait produire l'amalgame salutaire au renouvellement d'une école en quête de résonance avec une société elle-même en quête de savoir-faire, de compétences…* » (repris par Njingang Mbadjoin, 2015 : P.14). Ces propos de Lebrun nous plonge dans le débat entre les défis de l'innovation dans les institutions de formation avec les nouvelles infrastructures technologiques et le savoir-faire voir l'acquisition des compétences par l'apprenant grâce à ce système de formation. En d'autre termes, est-ce-que les formations obtenues par les apprenants dans le domaine de l'ingénierie à partir des dispositifs hybrides ou FAD/e-Learning leurs procurent véritablement des compétences professionnelles recherchées en milieu de l'entreprise ? Selon Fonkoua (2002), il serait possible, à condition de faire un usage efficace de la pédagogie numérique pour changer et améliorer durablement l'évolution et l'efficacité des formations professionnelles. En dépits de toutes les controversent que peut soulever la FOAD, elle se positionne sur l'intégration des technologies de l'information, libère les apprenants des contraintes de lieux et de temps et peut ainsi être partiellement ou intégralement à distance.

La construction d'une problématique peut se réaliser de manière plus ou moins consciente et plus ou moins spontanée. Comment se déploie l'EAD à l'ENSP ? Les produits de l'EAD de l'ENSP sont-ils aptes à être directement opérationnel dans le monde de l'entreprise après leur formation ou les exigences en termes de compétences professionnelles se font plus que pressantes? Cette multitude de questionnement peut faire débat étant donné la diversité des problématiques soulevées. A partir de là, un travail de déconstruction s'est initié. Fort de tout ce qui précède, nous nous interrogeons sur la pertinence des usages des logiciels de simulation en contexte de formation à distance dans le domaine des sciences de l'ingénieur. Il convient de signaler que notre recherche est tout d'abord animé du désir d'identifier les impacts des usages des logiciels de simulation comme alternative des travaux pratiques en contexte de formation à distance des élèves ingénieurs à l'ENSP, nous a imposé une question centrale de recherche :

En quoi l'utilisation des logiciels de simulation dans les dispositifs hybrides comme MASTEL & MASSICO participent-t-elles de la formation significative aux compétences professionnelles exigée en enseignement des sciences pour élèves ingénieurs ? Telle est notre question principale de recherche que nous essayons de répondre à travers cette étude.

Partant de cette question principale de recherche, notre hypothèse principale qui s'en est dégagée se fonde sur l'affirmation selon laquelle les logiciels de simulation dans les dispositifs hybrides impactent de manière significative sur le niveau de satisfaction des apprenants d'une part et sur la transformation efficiente des compétences professionnelles exigée en contexte de formation des élèves ingénieurs d'autre part. Notre démarche s'inscrit dans une volonté d'évaluation des dispositifs hybrides en considérant comme cas spécifique les dispositifs MASTEL & MASSICO offerts par l'ENSP dans le cadre de ses programmes de formation à distance en vue d'apprécier le niveau de satisfaction des apprenants sur ce mode d'enseignement d'une part, et l'étude des impacts découlant des usages des logiciels de simulation dont a recours les contenus pédagogiques desdits dispositifs sur l'efficacité de la formation en vue d'apprécier le développement des compétences des élèves ingénieurs en contexte d'enseignement à distance d'autre part. Notre recherche se situe alors en plein cœur de l'investissement des sciences des ingénieurs dans le domaine de l'EAD. Le domaine des développements technologiques ou des environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH)[3] (Gloria Cortès Buitrago, 1999 ; Barette, 2014 ; Mbadjoin Njingang, 2015), ceux des interfaces homme-machine (IMH)[4] sont donc des nôtres puisque faisant tous recours aux simulations didactiques et même au développement des didacticiels pour l'enseignement des télécommunications.

La formation en science fondamentale doit impérativement obéir au respect d'une dose de théorie et de pratique. Et particulièrement dans le domaine des sciences appliquées, ou le savoir théorique s'accompagne systématiquement de savoir pratique, expérimental et manipulatoire dont la mise en accès global est plus que difficile à opérer. Faute donc, de disposer des laboratoires de pointes, une ruée vers des logiciels de simulation dans les dispositifs de formation (Ngunu, 2013). Une grande diversité des logiciels caractérisée par différents types d'usage pédagogique d'outils numériques incitatifs et interactifs ou les enseignants faute d'être

[3] Voir par exemple les actes (cédérom) du colloque EIAH 2007 de Lausanne : http://www2.unil.ch/eiah2007/ (consulté en décembre 2018)

[4] Voir par exemple Baudoin-Lafon Michel, 40 ans d'interaction homme-machine : point de repère et perspectives, disponible [en ligne] sur : http://interstices.info/display.jsp?id=c_23015 (dernière consultation en décembre 2018)

préparés aux nouveaux usages se trouvent confronter au choix efficient des outils didactiques pour un meilleur accompagnement de leurs enseignements, avec comme objectif visé, de contribuer à la réussite des apprenants au regard des facteurs motivationnels et de leurs sentiments de compétences. La stratégie pédagogique vise à faire non pas un simple usage des logiciels, mais un usage efficace de son potentiel pédagogique dans le contexte des télémanipulations, des travaux pratiques voir des activités professionnelles, ce qui impacterait les représentations, les compétences des acteurs et la valeur ajoutée des dispositifs. Le constat qui se dégage globalement est donc que les cursus de formations professionnelles d'ingénieurs sont en général handicapés dans la réalisation de projet impliquant difficilement les séances d'activités de travaux professionnels et pratiques en télémanipulation d'objet réel ou virtuel à distance (Mhiri et al. 2012 ; Loisier, 2011; Njingang Mbadjoin, 2015). Les auteurs Mhiri et al. (2012) et Njingang Mbadjoin (2015), affirment aussi de leur part que la formation bimodale (hybride) a besoin d'articuler les outils spéciaux de télé laboratoires ou de télémanipulations d'objets réels à distance impliquant les plateformes techniques adaptées à la spécialité, pour réaliser pleinement certains travaux d'ordre professionnels.

L'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique (ENSP) de l'Université de Yaoundé I à travers son dispositif de formation à distance en Master Professionnel en Télécommunication (MASTEL) et en Master Professionnel en Sécurité des Systèmes d'Information et de Communication (MASSICO) n'est pas en marge de ce contexte peu reluisant. Dans la phase de conception desdits dispositifs MASTEL & MASSICO, les principaux acteurs ont opté pour une pédagogie par compétence. Pour ce faire, chaque cours du programme de formation est bouclé par une activité globale qui est un microprojet pour les étudiants. Pour ces microprojets en général, l'étudiant est plongé dans le monde socioprofessionnel réel et grâce aux logiciels adaptés doit solutionner le problème qui lui est posé. Ces microprojets qui font office des travaux pratiques à distance peuvent être mise en œuvre à l'aide de logiciels propriétaires tels que Matlab (Szyperski, 2002) et LabVIEW (Paquette, 1996) dans un contexte d'exécution de laboratoire. Pour Njingang Mbadjoing (2015), on assiste à une grande diversité des types d'usage pédagogique d'outils numériques incitatifs et interactifs dans les dispositifs de formation en sciences des ingénieurs. Nous essayons de mettre en évidence les impacts de ces logiciels sur la formation et ceci à partir d'une enquête menée auprès des acteurs desdits dispositifs de l'ENSP. Nous avons comme source, outre nos connaissances professionnelles nos

«savoirs action[5] », mais enrichis ou remis en question par une importante somme de revue de littérature et d'enquêtes par la plupart des organismes et coopérations opérant en Afrique dans l'enseignement supérieur et l'enseignement à distance en particulier. Notre domaine d'analyse est varié et se caractérise en effet par une telle abondance de littérature grise qu'il est parfois possible de s'y perdre, en langue française surtout mais également en anglais. Nous avons aussi recensé et analysé un nombre relativement important d'articles, de thèses, d'ouvrages et de travaux universitaires traitant de notre sujet et avons constaté que peu de recherches africaines avaient traité notre thématique. Une série d'entretiens avec les étudiants en Formation à Distance (FOAD) de l'ENSP sur des promotions MASTEL & MASSICO s'étalant sur une dizaine d'année vient enrichir notre base d'analyse. Les traces d'activités laissées par les acteurs sur la plateforme sont utilisées comme éléments à conviction servant à confronter les discours déclaratifs des acteurs des pratiques réelles observées. Enfin une série d'observations in situ des apprenants en situation des travaux pratiques permettent de trianguler nos analyses et/ou nos résultats.

L'objectif général vise à analyser l'effet des dispositifs hybrides MASTEL & MASSICO sur le développement des compétences professionnelles des étudiants à l'ENSP. Plus spécifiquement, identifier le lien entre l'usage et la satisfaction en termes de plus-value sur les apprentissages. Il sera aussi question d'analyser l'impact découlant de l'usage des logiciels de simulation dans de tels dispositifs hybride de formation sur la motivation d'apprentissage des étudiants ainsi que le niveau de satisfaction en termes de transfert des compétences pratiques acquis par ces derniers tout au long de leur formation. En vue d'atteindre cet objectif, nous avons par une succession d'allers et retours sur nos questions de recherches, hypothèses et plan de variables, élaboré les outils de collecte des données comme des questionnaires adressés aux acteurs de la formation, les guides d'entretien semi-directifs, des grilles d'observation et les différents kit d'encodage des vidéos et traces d'activités laissées par les différents acteurs intervenant sur la plateforme de formation. En vue de tester et afin d'éprouver nos instruments de collecte et d'analyse des données plusieurs expérimentations ont été conduites entre les pairs du laboratoire et par des échantillons prélevés de manière aléatoire dans notre terrain d'étude. Les résultats et les manquements relevés dans cette ultime phase d'essais expérimentaux ont servi à peaufiner notre méthodologie. Notre démarche méthodologique s'inscrit dans le cadre d'une recherche de type mixte. Les recherches de méthodes mixtes ont ceci comme atout ; elles

[5] Voir Wittorski Richard, Formation, travail et professionnalisation, L'Harmattan, Paris, 2005

permettent de mettre en œuvre parallèlement voir séquentiellement les méthodes descriptives, expérimentales et compréhensibles. Ainsi, le choix d'une méthodologie mixte nous permet de combiner les analyses quantitatives avec les analyses qualitatives pour la triangulation de certains résultats. Aussi, non seulement le choix d'une méthodologie mixte semble-t-il justifié au regard des différents objectifs spécifiques que nous voulons atteindre, mais il permet aussi d'enrichir et de renforcer notre recherche. Les recherches adoptant une méthode quantitative « *se limitent à la mise en évidence de relations entre variables sans prendre en compte des dimensions importantes comme les caractéristiques et le contexte* » (Deschryver N. et Charlier B., 2012 : P.19). L'approche quantitative se veut déductive dans la mesure où, elle contribue à démontrer à partir des données empiriques la validité de nos hypothèses (Ouellet, 1981; Gauthier, 1997). Pour décrire et analyser le cadre conceptuel systémique tel que celui des dispositifs hybrides comme nous entrevoyons ici, choisir un seul paradigme et une seule méthode de recherche ne suffit plus. Il s'agira pour nous et selon les phénomènes étudiés, d'adopter l'approche épistémologique la mieux adaptée (constructiviste ou post-positiviste), ceci dans le but de prendre en compte la complémentarité de ces approches. Cette approche qualitative se justifie également par le fait que l'objectif est, d'éclairer une problématique relative aux usages par de nouvelles pratiques avec les dispositifs modernisant la formation d'ingénieurs du système universitaire. Comme il s'agit d'une recherche en enseignement à distance dont les résultats doivent intéresser les acteurs des autres institutions universitaires, les témoignages sous forme d'entretiens semi-directifs, enregistrés ou filmés, des traces vont constituer notre base de données qualitatives importantes pour la présentation de la typologie, elle-même issue d'une analyse quantitative.

Le manuscrit est subdivisé en chapitre encadré par une introduction générale et une conclusion générale. Au chapitre 1, consacré à la description de la situation du numérique au Cameroun, nous présentons d'une part l'état réglementaire des TIC au Cameroun, les engagements prisent par le Cameroun pour s'arrimer aux standards internationaux ainsi que les projets initiés par le gouvernement en vue d'éradiquer la fracture numérique dont est confronté son système éducatif universitaire. Le chapitre 2 est consacré à la présentation de la problématique de notre recherche. Ceci via un recensement des écrits servant de cadre des constats des autres recherches. Nous nous en servons pour dégager notre question principale de recherche suivie des questions spécifiques servant de cadrage à l'élaboration de nos objectifs et de nos hypothèses recherche. A partir de la détermination des différentes dimensions, domaines et variables de la recherche, nous avons retenu 5 axes de recherche servant à couvrir toutes les

déclinaisons de notre recherche. Le chapitre 3 est consacré au cadrage théorique. Nous avons repéré les différents courants idéologiques sur lesquels repose notre recherche. Nous nous en servons pour élaborer nos outils de collecte des données, de traitement, d'analyse voir de triangulation de nos résultats. Le chapitre 4 présente le cadre méthodologique de notre recherche. Dans ce chapitre, il a été question de présenter nos protocoles de collecte, de traitement et d'analyse de nos données. Le chapitre 5 est consacré au plan de recherche. A travers ce chapitre, nous présentons la démarche chronologique suivie depuis le démarrage de la recherche à la soutenance en passant par les différentes étapes clés exigées en recherche en sciences sociales et particulièrement en sciences de l'éducation. Le Chapitre 6 repose sur la présentation des résultats et les différentes analyses qui en découlent. Les résultats sont présentés selon les axes que nous avons identifiés à l'entame de notre recherche. Le chapitre 6 est consacré à l'interprétation ou la discussion de nos résultats à la lumière de nos hypothèses de départ et les conclusions des autres recherches que nous avons indexées au chapitre 3. La conclusion générale vient conclure notre recherche en dégageant les principaux résultats, les forces et faiblesses de notre recherche, les recommandations ainsi que les pistes futures qu'ouvrent les résultats actuels à travers les perspectives de recherche.

CHAPITRE 1 : SITUATION DU NUMERIQUE DANS L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR AU CAMEROUN

Introduction

Les universités du Sud et notamment celle de l'Afrique subsaharienne connaissent aujourd'hui les contraintes évolutives du monde socioprofessionnelles nées des progrès fulgurantes des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC). Comme le soulève Tonye (2008 : P.73) : «*Les universités du Sud se trouvent aujourd'hui confrontées à une série de défis, notamment, la concurrence accrue des universités étrangères (américaines, européennes, chinoises, coréennes, indiennes et brésiliennes …) qui frappe de plein fouet ces universités, de taille trop modeste, aux modes de sélection et de gouvernance singulièrement dépassées, surtout que le financement, déjà mal réparti et largement insuffisant, ne parvient pas à suivre l'accroissement du coût de l'enseignement et de la recherche*». La modernisation de nos institutions universitaires par le numérique passe irrésistiblement par la maîtrise des injonctions hiérarchiques, administratives et stratégiques des technologies en éducation. Surtout que le 21ème siècle apparaît comme « *un facteur crucial de développement économique et socioprofessionnel* » (Njingang Mbadjoin, 2015 : P.134).

Pour réduire la fracture numérique dans les pays du sud, plusieurs organismes internationaux ont initié des programmes d'aide à l'insertion et au développement de l'éducation dans les pays du Sud. Les dirigeants du monde ont lors du sommet des nations unies en 2015 adopté 17 objectifs de développement durable. Il apparaît clairement dans les résolutions prises lors de ce sommet que l'éducation occupe une place de choix et avec comme objectifs à l'horizon 2030 une promotion de l'éducation pour tous, un accès à tous à une éducation de qualité ainsi que la promotion des possibilités d'apprentissage tout au long de la vie. La Conférence Mondiale sur l'Enseignement Supérieur (CMES), tenue à Paris en 1998, a conduit à l'élaboration et la diffusion d'une déclaration consacrant la nouvelle vision mondiale de l'éducation tertiaire. Au niveau sous régional, à la suite du processus initié par la déclaration de Bologne en Juin 1999 par les pays européen avec lesquels l'Afrique a des liens historiques, les Chefs d'État de la CEMAC, réunis à Libreville, le 11 février 2005, adoptent l'option de mettre en place le système LMD dans l'enseignement supérieur, la Recherche et la Formation Professionnelle. Cet esprit d'universalité est sous-jacente à la déclaration portant création des Pôles d'Excellence Technologiques Universitaire (PETU) et le renforcement des Systèmes d'Information pour la Gestion de l'Education (SIGE), tenu à Yaoundé du 26 au 29 Juin 2012, conforté par la présence

des Ministres de la CEEAC, et soutenue par des Partenaires Techniques et Financiers (BAD, UNESCO, AUF, CEEAC), à l'effet d'aboutir à la mise en œuvre du projet intégrateur de la Carte des Formations Technologiques en Afrique Centrale (CFTAC).

En contexte camerounais, le ministère de l'enseignement supérieur s'efforce, depuis la réforme de 1993, de créer des conditions de travail favorables au sein des campus. Outre l'opération « un enseignant - un ordinateur » lancée par le ministère de tutelle dans chacune des universités publiques, tous les établissements sont équipés d'un centre de ressource multimédia connecté à Internet (MINESUP, 2009). Le Chef d'Etat Camerounais a en 2015 institué une opération « d'un étudiant-un ordinateur » avec concomitamment la construction d'un réseau des centres universitaire des technologies de l'information et de communication dans les huit universités d'état que compte le Cameroun. Depuis 2018, plusieurs étudiants des différentes universités publiques et instituts privés sont entrés en possession desdits ordinateurs. Cette initiative financée par les fonds du contribuable camerounais ne cesse de faire l'objet de plusieurs critiques au sein de la communauté universitaire voire mêmes des acteurs politiques et la société civile pour qui la qualité des appareils, leurs caractéristiques ne correspondent pas toujours aux sommes alloués à l'initiative.

À ce jour, le système universitaire camerounais s'oriente vers la formule du Licence Master Doctorat (LMD). Adjointes à cela, des structures de formation à distance, des unités d'appui à l'enseignement et la recherche axées sur les Technologies de l'Information et Communication (TIC) comme le CITI[6], le CIRD[7] et le RIC[8], dont les rôles sont de faciliter l'usage des TIC et des ressources documentaires électroniques. L'état du Cameroun par la loi n° 005 du 16 avril 2001 portant orientation de l'Enseignement Supérieur au Cameroun consacre le mode d'enseignement à distance comme capable de contribuer à la croissance de l'accès à l'enseignement supérieur, ainsi qu'à la formation tout au long de la vie par une délocalisation virtuelle bénéfique à bon nombre de camerounais contraints d'être éloignés des campus universitaires. L'alinéa 4 de l'article 11 de ladite loi stipule que: « *L'enseignement à distance est reconnu et encouragé comme mode alternatif de développement de l'enseignement…* » (Tonye, 2008 : P.73). L'implémentation de ces formations à distance s'accompagne par la mise en œuvre des plateformes ou dispositifs de formation professionnelle en sciences sociales ou en sciences des ingénieurs. Ces dispositifs intègrent des stratégies d'innovation pédagogique

[6] Centre Interuniversitaire des Technologies de l'Information et de la Communication
[7] Centre Interuniversitaire de Ressources Documentaires
[8] Réseau Interuniversitaire du Cameroun

par les technologies numériques dans les établissements d'enseignement supérieur et notamment des écoles d'ingénieurs.

Dans les paragraphes qui vont suivre, nous présenterons au premier plan, la vision globale de l'accessibilité du numérique à travers le monde et en particulier les injonctions en contexte africain. Au second plan, nous présenterons les boîtes à outils innovants de formation en contexte camerounais. Enfin, nous présenterons les dispositifs de formation professionnelle en contexte de formation en sciences de l'ingénieur assorti de quelques exemples de dispositifs encours de fonctionnement au Cameroun.

1.1. Accessibilité au numérique

Pour Depover et Orivel (2012), la dernière moitié des années 1990 en Afrique Subsaharienne Francophone a été un tournant décisif vers le développement des FOAD. Ce début a été marqué que par certaines institutions universitaires comme l'université virtuelle africaine (UVA), l'université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD) ou le Centre national de télé-enseignement de Madagascar. Malgré les lacunes techniques, socioéconomiques et pédagogiques qui ont marqué leurs débuts dans ce contexte, Etats et Institutions Universitaires de cette partie de l'Afrique ont marqué leurs intérêts à la promotion de ces modes de formation de troisième génération utilisant les TIC.

Dans le contexte de crise et réformes de l'université camerounaise, les TIC constituent un élément particulièrement intéressant pour notre analyse de l'appropriation. Leur introduction dans l'université constitue en effet un facteur d'innovation, dont nous voudrions mesurer les conséquences.

La convergence de l'informatique, des télécommunications et de l'audiovisuel est à l'origine des TIC (Ngnoulayé, 2010). Par TIC, on désigne aussi l'ensemble des technologies de la communication faisant appel à un support numérique et dont le but est de traiter l'information. Ces technologies concernent aussi bien l'ordinateur, le réseau Internet que les logiciels d'utilité courante, les cédéroms, et tout autre matériel à caractère numérique (Poellhuber & Boulanger, 2001 ; Ngnoulayé, 2010). Au regard des usages des TIC, on peut dire qu'il s'agit des technologies numériques de collecte, de stockage, de traitement et de communication des informations.

Aujourd'hui, plusieurs centaines d'initiatives institutionnelles locales que des projets coopératifs sont en actifs dans cette partie de l'Afrique. Parmi ces derniers, on peut citer ceux

menés avec l'UVA, l'AUF ou les universités indiennes à travers le « Pan African e-Network Project » (PANP). Nous allons dans les paragraphes qui vont suivre, nous intéresser aux différentes initiatives menées globalement en Afrique d'une part et la spécificité camerounaise d'intégration des TIC en formation en milieu universitaire d'autre part.

1.1.1. TIC et enseignement supérieur : des injonctions globales

Pour mener à bien cette étude, nous partons des usages des TIC tels qu'ils sont proposés et mise en œuvre par les instances de coopération internationale. La société de l'information, ou société de savoirs, est ainsi le fruit d'un mouvement global, qui vient se répercuter au plan local. Nous soupçonnons qu'il en va de même s'agissant des innovations en termes d'enseignement et de diffusion des connaissances. A ce titre, nous parlons d'une boîte à outils proposée par les organisations de coopération, en conformité avec le discours en vigueur sur la scène internationale depuis déjà quelques années.

Au niveau mondial, à New York en 2015 lors du sommet des Nations Unies, les dirigeants mondiaux ont défini les ambitions des 15 prochaines années en adoptant 17 objectifs de développement durable. Dans les résolutions prises, l'éducation occupe une place de choix, et l'objectif fixé à l'horizon 2030 en matière d'éducation est d'« *assurer l'accès de tous à une éducation de qualité, sur un pied d'égalité, et [de] promouvoir les possibilités d'apprentissage tout au long de la vie* »[9]. Cet objectif est assorti de dix cibles qui, ensemble, expriment l'engagement ambitieux de développer de meilleures compétences pour une vie meilleure. Ce qu'il y a de neuf dans ce programme en faveur de l'éducation à l'horizon 2030, c'est la priorité qu'il accorde à l'amélioration de l'accessibilité, de l'inclusion, de l'équité, de la qualité et des résultats de l'apprentissage à tous les niveaux d'enseignement – et à tous les âges. Cinq des dix cibles visent à améliorer la qualité de l'éducation pour les enfants, les jeunes et les adultes, afin de faire en sorte qu'ils acquièrent des savoirs et des savoir-faire plus pertinents (OCDE, 2015). Afin d'assurer un accès à l'enseignement supérieur fondé sur le mérite, la directrice générale de l'UNESCO, Irina Bokova déclare que « *La demande pour l'enseignement supérieur va continuer d'augmenter. Les gouvernements doivent s'y préparer en élaborant de nouveaux programmes qui garantiront que cette augmentation ne laisse pas les plus marginalisés de côté, et que l'accès à l'enseignement soit fondé sur le mérite et non sur un privilège* »[10]. L'analyse de la situation mondiale montre qu'au 20 avril 2017, « *le nombre d'étudiants inscrits dans des*

[9] https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/education/ (consulté le 02 janvier 2019)
[10] https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/2017/04/20/lunesco-propose-une-serie-de-mesures-pour-rendre-lenseignement-superieur-plus-equitable-et-abordable/ (consulté le 02 janvier 2019)

établissements d'enseignement supérieur a plus que doublé entre 2000 et 2014, passant de 100 à 207 millions »[11]. Pour lutter contre la massification des salles de classe, une solution pour plusieurs institutions universitaires a été l'adoption de l'EAD comme offre alternative de formation. Ce mode d'enseignement peut contribuer à remédier aux diverses inégalités qui barrent l'accès à l'enseignement supérieur. Nous donnons quelques exemples de disparité en matière d'accès dans l'enseignement supérieur et pour plusieurs pays du monde « *En Afrique du Sud, en 2013, environ un élève noir ou métis sur six était inscrit dans l'enseignement supérieur, contre plus de la moitié pour les élèves blancs (55%) De même, au Mexique, où moins d'1% de la population autochtone était inscrit dans des établissements supérieurs. En Chine, les jeunes vivant en zone rurale ont sept fois moins de chances d'aller à l'université que les jeunes vivant en zone urbaine.*»[8]

D'autre part, la Conférence Mondiale sur l'Enseignement Supérieur (CMES), tenue à Paris en 1998, a conduit à l'élaboration et la diffusion d'une déclaration consacrant la nouvelle vision mondiale de l'éducation tertiaire. Exploitée par la loi d'orientation de l'enseignement supérieur de 2001, celle-ci réaffirme les missions traditionnelles de l'enseignement supérieur à savoir : l'éducation et la formation, la recherche et les services à la communauté. Dans le même ordre d'idée, riche des enseignements tirés des OMDs, dans l'agenda 2030 de développement durable, l'objectif 4 à son alinéa 4b stipule que :

> « *D'ici à 2020, augmenter considérablement à l'échelle mondiale le nombre de bourses d'études offertes aux pays en développement, en particulier aux pays les moins avancés, aux petits États insulaires en développement et aux pays d'Afrique, pour financer le suivi d'études supérieures, y compris la formation professionnelle, les cursus informatiques, techniques et scientifiques et les études d'ingénieur, dans des pays développés et d'autres pays en développement* »[12]

Les dispositifs MASTEL & MASSICO faisant l'objet d'étude dans la présente recherche sont des exemples typiques des cursus de formation dans le domaine de l'ingénierie ayant bénéficié du soutien de l'AUF à travers les allocations attribués aux étudiants, l'hébergement des deux dispositifs, assistance technique dans la maintenance des plateformes, l'intégration des offres de formation dans son réseau de promotion des FOAD-MOOC, etc. Les deux programmes sont

[11] Rapport mondial de suivi sur l'éducation (GEM) et l'Institut international de planification de l'éducation (IIPE) : https://fr.unesco.org/gem-report/ (consulté en décembre 2018)
[12] https://www.eda.admin.ch/agenda2030/fr/home/agenda-2030/die-17-ziele-fuer-eine-nachhaltige-entwicklung/ziel-4-inklusive-gleichberechtigte-und-hochwertige-bildung.html (consulté le 02 janvier 2019)

également des exemples de projet mettant en collaboration les universités du nord à travers l'Université de Bourgogne (resp Université Paris 13) pour le programme MASSICO (resp MASTEL) et les universités du sud via l'université de Yaoundé I.

L'émergence des TIC offre certes des innovations pédagogiques, des facilitations d'apprentissage et permet le développement de la formation à distance. D'après le Rapport mondial de suivi de l'Education pour tous, « *Les TIC offrent le potentiel voulu pour améliorer la qualité de l'éducation par de nouveaux modes d'apprentissage qui sont plus interactifs et plus participatifs que les modes classiques* » (EPT, 2008, P.35; cité par Ngnoulaye, 2010). Cependant, dans les pays en développement, les préalables relatifs à la présence des infrastructures et des ressources humaines qualifiées en TIC doivent être satisfaits pour observer de façon substantielle ces avantages de l'usage pédagogique des TIC. Le même Rapport mondial souligne en effet que «*malgré l'enthousiasme que suscitent les TIC, leur impact sur l'apprentissage n'a guère été étudié sérieusement à ce jour et les résultats des études sont nuancés, surtout dans les pays en développement. Les études de pays donnent à penser que les efforts fructueux pour intégrer les TIC dans les salles de classe s'appuient sur une approche holistique englobant le programme d'enseignement, la formation des enseignants et les besoins en infrastructures*» (2008, P.35 ; cité par Ngnoulaye, 2010). Malgré ces difficultés liées au financement et au manque d'infrastructures qui retardent le développement de l'enseignement supérieur en Afrique subsaharienne, quelques projets innovants basés sur les TIC résistent et soutiennent les universités classiques de cette sous-région, à savoir : l'Université Virtuelle Africaine (UVA) et les Campus Numériques Francophones (CNF). Nous y reviendrons plus loin.

Il ressort par ailleurs, du rapport d'évaluation du Forum mondial sur l'éducation pour tous (EPT) tenu à Dakar (Sénégal, 2000) que la majorité des pays africains accusent un retard considérable pour atteindre les objectifs fixés par l'UNESCO, visant à améliorer la qualité de l'éducation de l'enseignement supérieur (UNESCO, 2007). La question d'équité d'accès à l'éducation de qualité reste cruciale en Afrique. Par exemple, dans la situation du système LMD en Afrique centrale et notamment au Cameroun, l'enjeu est considérable avec la dynamique autonome des universités qui a du mal à contenir le flux d'étudiants dans le système du fait d'une augmentation considérable des effectifs depuis 1990 et une dégradation des conditions d'enseignement. (DSEC. 36, 37). Les actions institutionnelles organisant les formations avec le numérique ont encore du mal à stimuler l'engagement des enseignants comme acteurs principaux, pour implanter durablement les dispositifs avec un impact sur la qualité des

formations professionnelles du système universitaire LMD. Ce qui pourrait expliquer la timide évolution de la décentralisation au niveau du système éducatif avec l'impact sur son niveau d'efficacité surtout lorsque les TIC sont impliqués dans cette décentralisation pour le développement socio-économique des différents pays d'Afrique subsaharienne (Fonkoua et Marmoz, 2011 ; cité par Njingang Mbadjoin, 2015 : P.31).

Au niveau sous régional, à la suite du processus initié par la déclaration de Bologne en Juin 1999 par les pays européen avec lesquels l'Afrique a des liens historiques, les Chefs d'État de la CEMAC, réunis à Libreville, le 11 février 2005, adoptent l'option de mettre en place le système LMD dans l'enseignement supérieur, la Recherche et la Formation Professionnelle. Cet esprit d'universalité est sous-jacente à la déclaration portant création des Pôles d'Excellence Technologiques Universitaire (PETU) et le renforcement des Systèmes d'Information pour la Gestion de l'Education (SIGE), tenu à Yaoundé du 26 au 29 Juin 2012, conforté par la présence des Ministres de la CEEAC, et soutenue par des Partenaires Techniques et Financiers (BAD, UNESCO, AUF, CEEAC), à l'effet d'aboutir à la mise en œuvre du projet intégrateur de la Carte des Formations Technologiques en Afrique Centrale. On le retrouve également dans l'avènement de l'Université Panafricaine dont le Cameroun héberge le pôle Thématique Gouvernance, Humanités et Sciences Sociales à Yaoundé, ainsi que dans l'African Institute for Mathematical Sciences (AIMS) de l'initiative Next Einstein dont le Cameroun héberge un campus à Limbé, pour ne citer que ces exemples.

Les TIC figurent également parmi les stratégies prioritaires des africains par les africains, à travers le Nouveau Partenariat Économique pour le Développement de l'Afrique (NEPAD). Il vise à assurer son développement durable au 21e siècle. C'est dans ce cadre que les gouvernements africains s'étaient engagés à doubler le nombre de lignes téléphoniques au-delà de 2005, à diminuer les coûts des services de télécommunication et à améliorer la fiabilité. Ainsi, pour y parvenir et notamment, réduire de moitié l'incidence de l'extrême pauvreté (c'est-à-dire moins de 1 $ par jour) entre 1990 et 2015, le rapport d'Étude de Faisabilité pour une dorsale Internet (EFI) ouverte en République démocratique du Congo, indique que les pays d'Afrique subsaharienne devront faire en sorte que leur PIB réel progresse durablement de 7-8 % par an, soit à peu près le double du taux enregistré dans la seconde moitié des années quatre-vingt-dix (EFI, 2010 :P.17 ; cité par Njingang Mbadjoin, 2015).

Les universités du sud peuvent se mettre à niveau en saisissant sans hésiter ces opportunités offertes par les TIC. D'ailleurs, Koffi Annan à la tribune des Nations Unies en 2000, avec

insistance recommande que: « *Information technology should be used to tap knowledge from the greatest universities in the world, and bring their learning to all. In fact, information technology can facilitate progress across a wide range of issues. In order to make the most effective use of these new opportunities, however, African universities must be strengthened, financially and technologically* ».

Le rapport de l'UNESCO (2005) sur les sociétés du savoir annonçait par exemple la disparition du « modèle plus ou moins standardisé des universités du 20e siècle », celui-ci cédant la place à « des structures décentralisées, organisées selon le principe de mise en réseaux ». A l'évidence, les TIC sont alors promues comme l'outil essentiel de cette mise en réseaux.

En 1994, la Banque Mondiale définissait par exemple les universités comme des institutions qui « *produisent un savoir nouveau à travers la recherche, servent de conduits pour le transfert, l'adaptation et la dissémination des connaissances générées ailleurs dans le monde et appuient le gouvernement et les entreprises par des services de conseil et de consultance* »[13]. Dans le même temps, elle recommandait certaines stratégies de réformes, dont la différenciation des formes institutionnelles, encourageant entre autre le développement d'institutions privées ou offrant des programmes à distance. En 2002, la Banque réitérait, parlant de construction des sociétés de la connaissance et du rôle de l'enseignement tertiaire. Elle insistait notamment sur certaines tendances nouvelles, dont « *l'apparition de nouveaux fournisseurs d'éducation tertiaire dans un environnement d'éducation sans frontière* » et « *la transformation des modes de livraison et des modèles organisationnels dans l'enseignement tertiaire, comme le résultat de la révolution informationnelle et communicationnelle* »[14]. La réflexion de la Banque Mondiale et les différents rapports produits donneront naissance, en 1997, à l'Université Virtuelle Africaine (UVA), sous la plume d'Etienne Baranshamaje, alors expert spécialiste de l'Education à la Banque Mondiale.

Dans le même temps, l'Organisation Internationale de la Francophonie (OIF) et son opérateur direct, l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF) s'engagent aussi dans cette voie. En 1995, lors du 6e Sommet des Chefs d'Etat et des gouvernements de Cotonou (Bénin), l'OIF

[13] « These institutions produce new knowledge through research, serve as conduits for the transfer, adaptation, and dissemination for knowledge generated elsewhere in the world, and support government and business with advice and consultancy services. » *The World Bank, Higher Education, the lessons of experience, Washington D.C*, The World Bank, 1994 :1

[14] The World Bank, Constructing knowledge societies: new challenges for tertiary education, Washington D.C., The World Bank, 2002: xix

affirme sa volonté de promouvoir un espace francophone de production et de diffusion de la connaissance, par l'intermédiaire des TIC. En 1997, lors d'un nouveau sommet, à Hanoï (Vietnam), les chefs d'Etat et de Gouvernement prennent la décision de créer un Fonds Francophone des Inforoutes. Dans l'intervalle, l'AUF, alors AUPELF-UREF24, imagine un projet d'Université Virtuelle Francophone. Celui-ci sera abandonné en 1999, à la suite d'une réforme de l'Agence initiée par la nouvelle Rectrice Michèle Gendreau-Massaloux et laissera place au programme IV « Technologies de l'information et de la communication et appropriation des savoirs », devenu par la suite le programme V (pour Virtuel), « *Soutien des TICs au développement de l'Enseignement supérieur et de la Recherche* ». Consécration des activités de l'AUF, le Sommet des Chefs d'Etat, tenu à Bucarest en 2006 avait pour thème « Technologies de l'information dans l'Education » (Guilaine Thébault, 2009).

1.1.2. TIC et enseignement supérieur : spécificités camerounaise

Sur le plan du discours, le système éducatif camerounais reconnait la nécessité de mettre à contribution les applications des nouvelles ressources qu'apportent les TIC dans l'enseignement (Fonkoua, 2006b). Pour cet auteur, l'outil informatique devient inéluctable et indéniable aussi bien dans l'enseignant que pour l'apprenant. Les TIC font partie intégrante des nouvelles orientations politiques dans l'enseignement supérieur au Cameroun. Le corpus des textes règlementant et organisant la formation continue et à distance existe au Cameroun. On peut citer (Lamago, 2011 : P.3) :

- le décret n° 88/1328 du 28 septembre 1988 portant organisation de l'École Normale Supérieure ;
- l'arrêté n° 00/0003/MINESUP/DDES du 26/01/00 portant régime des enseignements et des examens au Programme d'Enseignement à Distance (PED) ;
- la loi n°005 du 16 avril 2001 portant orientation de l'Enseignement Supérieur ;
- l'arrêté n° 01/0040/MINESUP/DDES de la 29/05/01 portante création d'un Centre pour l'Enseignement à Distance (CED) à la faculté d'agronomie et des sciences agricoles de l'Université de Dschang ;
- décision n° 06- /0321/MINESUP/CAB/IGA/CJ du 16 mai 2006 portant création des organes opérationnels pour la mise en place du système LMD dans l'Enseignement Supérieur au Cameroun ;
- les dispositions générales sur la formation continue des travailleurs.

Pour coordonner toutes les actions en rapport avec les TIC dans les universités publiques et pour un meilleur suivi de l'exécution des projets, il a été créé un comité d'intégration des TIC en enseignement supérieur qui a aussi une mission de veille technologique dans les universités publiques. Parmi les actions en cours en faveur des TIC, on peut citer la mise sur pied d'un projet structurant d'interconnexion des universités au Cameroun. Celui-ci permet la connexion de toutes les universités à l'Internet, la mise en place des réseaux locaux et d'un réseau de télécommunication. Par ailleurs, selon les sources officielles, la nouvelle gouvernance universitaire repose sur un socle à deux finalités socio-politiques, à savoir : « *l'accès au système éducatif est ouvert à tous les Camerounais ; le système éducatif doit assurer l'égalité des chances à tous les citoyens* » (Fame Ndongo, 2007 : P3 repris par Lamago, 2011).

Le système d'enseignement universitaire camerounais, créé en 1962 juste au lendemain de l'indépendance avec une capacité d'accueil de 300 places, a subi des évolutions infrastructurelles progressives et une réforme en 1993. Cette dernière a été re-calibrée par la loi[15] d'orientation de l'enseignement supérieur en 2001. À ce jour, ce système s'oriente vers la formule du LMD. Adjointes à cela, des structures de formation à distance, des unités d'appui à l'enseignement et la recherche axées sur les TIC comme le CITI[16], le CIRD[17] et le RIC[18], dont les rôles sont de faciliter l'usage des TIC et des ressources documentaires électroniques. L'actualité montre une forte volonté politique à rénover son système universitaire pour mieux répondre aux besoins des jeunes. Cette volonté politique définit la vision globale de l'enseignement dans le supérieur. On observe sur le terrain un monde universitaire en pleine mutation semblable à des bâtis en plein chantier dans lesquels les TIC occupent progressivement une place de choix. Les étudiants s'approprient petit à petit des TIC, même si les usages de celles-ci dans les pratiques d'apprentissage des étudiants des universités d'État au Cameroun sont encore très faibles (Mbangwana & Mambeh, 2006 ; cité par Ngnoulaye 2010).

Il existe une communication tous azimuts autour de l'apport des TIC et Internet dans le système universitaire Licence, Master, Doctorat (LMD). Au sujet de cette injonction du LMD, on notera par exemple les changements organisationnels peu concertés par les textes réglementaires intégrant des exigences fortes d'innovation et de réorganisation du mode d'enseignement classique et de la formation continue à distance par les nouvelles technologies (NTIC) dans le

[15] ftp://www.minesup.gov.cm/Ministere/Lois/LOI_PORTANT_ORIENTATION.pdf
[16] Centre Interuniversitaire des Technologies de l'Information et de la Communication
[17] Centre Interuniversitaire de Ressources Documentaires
[18] Réseau Interuniversitaire du Cameroun

système LMD. L'injonction dans plusieurs pays à l'instar du Cameroun est perçue à travers les arrêtés modifiant le régime des enseignements et des examens avec des exigences d'intégration par les enseignants des Programmes d'Enseignement à Distance (PED), sous la création d'un Centre pour l'EAD (MINESUP, 2001, 2005 ; cité par Njingang Mbadjoin, 2015).

Au niveau national, le Gouvernement du Cameroun a adopté, en 2006, en présence des Partenaires Techniques et Financiers, une Stratégie Sectorielle de l'Education très exigeante sur les questions d'accès, d'équité, de professionnalisation et de qualité des enseignements. Globalement, les objectifs de cette stratégie sont les suivants :

1. Accroître l'équité dans l'accès et l'enseignement supérieur de qualité ;
2. Réduire de manière significative les déperditions dans l'enseignement supérieur ;
3. Développer une culture d'évaluation et du pilotage par les résultats ;
4. Améliorer la qualité de l'encadrement pédagogique à l'enseignement supérieur ;
5. Développer et valoriser la recherche ;
6. Réviser les programmes dans l'enseignement supérieur ;
7. Promouvoir l'accès aux TIC ;
8. Impliquer les professionnels dans l'élaboration des programmes, la formation et l'évaluation des apprenants ;
9. Promouvoir la bonne gouvernance.

La cartographie 2014 de l'enseignement supérieur dénombre 08(huit) universités d'Etat arrimées à l'espace académique mondial, 06 (six) universités spécialisées à vocation internationale et 163 instituts privés d'enseignement supérieur à rayonnement transnational (MINESUP, 2014).

En ce qui concerne les pays de la zone Communautaire Économique et Monétaire d'Afrique Centrale (CEMAC) et notamment le Cameroun, ce défi peut être abordé sous l'angle de la performance des dispositifs hybrides ou FAD/e-Learning modernisant la formation professionnelle des ingénieurs par une nouvelle réorganisation institutionnelle du système LMD. Elle est marquée timidement par une légère évolution de la décentralisation au niveau du système éducatif à l'aide des TIC dans différents pays d'Afrique subsaharienne (Fonkoua et Marmoz, 2011).

1.2. Boîtes à outils innovants de formation

Nous appuyons notre analyse aux boîtes à outils TIC tel que misent en œuvre par plusieurs organisations à vocation nationale et internationale. Il va s'agir ici des outils favorisant des pratiques innovantes dans des intranets et Internet. Elles favorisent une production collective et interactive du savoir. Elles viennent même modifier le paysage pédagogique avec de nouvelles plateformes comme des bureaux virtuels et des cartables électroniques (Ngnoulaye, 2010 : P.36). La participation ainsi explicitement souhaitée et encouragée des institutions et organisations publiques ou privées internationale à la mise en œuvre de la politique de l'Enseignement Supérieur au Cameroun se traduit sur le terrain par l'installation dans le paysage universitaire de nombreuses institutions transnationales de formation supérieure. La diversité des outils innovants que nous présentons ici vise à justifier l'intérêt des différents organismes sur l'usage des TIC en formation et en le rapprochant à notre recherche, nous permet de montrer que notre terrain d'étude est d'actualité et s'inscrit dans une démarche globale de modernisation de l'enseignement supérieur. Ce qui dans le cadre de notre recherche, permet aussi de montrer tout l'intérêt grandissant des politiques au niveau national voir international d'une part, et la multiplicité des initiatives financées par des bailleurs de fond d'autre part. Tout ceci, œuvrant à montrer toute la pertinence de notre objet d'étude.

1.2.1. L'Université Pan Africaine

L'UPA (Université Pan Africaine) est une initiative des Chefs d'État et de Gouvernement Africain de l'Union africaine. Il s'agit d'un premier réseau continental d'Universités dont la mission est de fournir un enseignement du troisième cycle orienté vers la réalisation d'une Afrique prospère, intégrée et pacifique. Basée à Addis-Abeba, l'UPA est un vaste ensemble constitué de cinq Instituts répartis entre les régions et pays du continent. Pour le compte de l'Afrique Centrale, l'Université de Yaoundé II-SOA au Cameroun héberge l'Institut de l'Université Pan Africaine pour la Gouvernance, les Humanités et les Sciences sociales[19].

1.2.2. L'Institut de la Francophonie pour la Gouvernance Universitaire

Originellement baptisé IPAGU (Institut Panafricain pour la Gouvernance Universitaire, de 2010 en 2013), l'IFGU (Institut de la Francophonie pour la Gouvernance Universitaire) est un établissement dont la principale mission est d'apporter un appui aux institutions d'enseignement

[19] La répartition régionale complète est la suivante : 1- Afrique de l'Ouest – Nigéria, pour les Sciences de la Terre et de la Vie ; 2- Afrique de l'Est – Kenya, pour les Sciences fondamentales, la Technologie et l'Innovation ; 3- Afrique centrale – Cameroun, pour la Gouvernance, les Humanités et les Sciences Sociales ; 4- Afrique du NordAlgérie, pour les Sciences de l'Eau et de l'Energie, y compris le changement climatique ; 5- Afrique du Australe, pour les Sciences Spatiales.

supérieur en Afrique. Cet appui porte précisément sur la mise en place d'un système de gouvernance moderne et efficace afin de répondre aux nouveaux enjeux de développement par l'amélioration de l'ensemble des pratiques (académique, administrative, financière, sociale, numérique et scientifique) qui dans la vie des institutions « concourent au bon fonctionnement de l'enseignement supérieur en Afrique ».

1.2.3. L'African Institut for Mathematical Sciences

L'Institut africain des sciences mathématiques (AIMS)-Cameroun fait partie de l'AIMS Next Einstein Initiative, un programme coordonné pour l'ouverture de 15 centres AIMS à travers le continent Africain. Le 07 octobre 2013, l'AIMS a ouvert le centre d'excellence du Cameroun. AIMS-Cameroun est le quatrième institut de ce réseau panafricain en pleine croissance, qui vise à stimuler le développement sur le continent à travers le renforcement des capacités dans les sciences mathématiques. Le premier centre AIMS a été créé en Afrique du Sud en 2003 avec pour mandat d'assurer la formation innovante postuniversitaire, la recherche et la sensibilisation en éducation.

1.2.4. Les 02 Universités virtuelles de l'Union Africaine

Dans le cadre du « Projet Panafricain des services en ligne », comme fruit de la coopération entre le gouvernement indien, l'Union Africaine et le Cameroun, l'université de Yaoundé 1 abrite l'université Virtuelle d'Afrique Centrale au campus de Ngoa – Ekelle et l'université virtuelle du Cameroun à l'Ecole nationale polytechnique. En collaboration avec des universités indiennes et l'Union africaine depuis 2010, l'Université Virtuelle Nationale offre des formations aux niveaux Licence et Master dans des domaines aussi variés que : les TIC, l'administration des affaires, le management du tourisme, la finance internationale, etc.

1.2.5. Un institut de la gouvernance numérique universitaire

Dans le cadre de la mise en œuvre de la nouvelle gouvernance universitaire prescrite par le Chef de l'Etat, le Ministre de l'Enseignement Supérieur a procédé au lancement des activités de l'Institut de la Gouvernance Numérique Universitaire en avril 2010. Cet institut est une fédération des centres qui ont en partage l'option de la formation à distance et qui souhaitent mutualiser leurs ressources.

1.2.6. Campus numériques francophones

Les chefs d'État et de gouvernement de la francophonie lors du sommet francophone de Hanoï au Viêtnam en 1997 confient à l'Agence universitaire de la francophonie (AUF) le mandat de créer les Campus numériques francophones (CNF) dont l'objectif est de favoriser

l'appropriation et l'intégration des TIC dans les universités des pays francophones du Sud. Les CNF sont implantés dans la plupart des pays francophones du Sud et travaillent à :

- développer le travail en réseau, la transmission des savoirs et des savoir-faire dans une optique de solidarité et de co-développement,
- permettre un rééquilibrage des flux d'information Nord-Sud et développer une production scientifique au Sud,
- faire bénéficier les étudiants francophones issus des zones défavorisées de formations de qualité,
- soutenir les enseignants et les étudiants par les offres de formation continue en TIC,
- diffuser largement les produits d'enseignement ouvert francophones.

En 2003, 64 campus numériques sont labellisés et soutenus financièrement par ce vaste programme, fruit de 3 appels à propositions échelonnés de 2000 à 2003, qui s'inscrivaient dans une politique de généralisation des Technologies de l'Information et de la Communication dans l'enseignement supérieur français (Ernst & Young, 2003 ; cité par Njingang Mbadjoin, 2015). Depuis les années 2000 certaines d'entre elle ont offert dans ce cadre les formations spécialisées en direction de l'Afrique. La stratégie étant de former les acteurs dans plusieurs domaines de la société qui font parfois défaut dans les universités africaines. Mais aussi de former les enseignants et formateurs pour la prise en main de la pédagogie numérique en FOAD afin de contribuer à l'amélioration des dispositifs.

1.3. Dispositifs de formation professionnelle

D'une manière générale, l'ingénierie de formation concerne la réflexion sur la conception de dispositif de formation. Nous nous intéressons ici aux formes de conception susceptible d'être adoptées par les institutions lors de la mise en œuvre d'un dispositif de formation par les TIC. Cette conception est alimentée par des ressources théoriques sur l'ingénierie de la formation des Environnements Interactifs d'Apprentissage Humain (EIAH) (Balacheff et al. 1997; Guéraud et al., 1999 ; Legros et Crinon, 2002 : 17 ; Hoby Andrianirina,2011 ; Camillan Huang, 2003 ; Erhan Delen, 2016). Le dispositif de formation est l'aboutissement de cette étape de conception. Il est fondé sur une articulation des contenus de formation à des services variés (tutorat, forum, exercices ou simulations…).

En Afrique de l'ouest et particulièrement au Togo, le projet de Formation au Travail Universitaire (FTU) portant sur la « mise en œuvre d'un dispositif de formation au travail

universitaire à l'Université de Lomé (Togo) » à la commande de la Direction des Ressources Pédagogiques et de l'Innovation (DRPI), sollicitant une contribution pour la conception et la production des ressources didactiques pouvant permettre aux étudiants de l'Université de Lomé (UL) de s'auto former au travail universitaire (Dogbe-Semanou, 2008). Ce projet s'inscrit en droite ligne des défis que les universités membres du REESAO[20] se sont lancés dans le cadre de la concrétisation du système LMD. Ce projet au-delà d'une simple mise à disposition des étudiants de ressources didactiques d'autoformation, a consisté à mettre sur pied un dispositif de formation et l'accompagnement mobilisant des méthodes d'apprentissage utilisées par les étudiants de l'UL en EAD. Ce projet nous intéresse particulièrement dans notre recherche en ce sens qu'il va en droite ligne avec les dispositifs de formation implémentés dans le contexte de la mise en œuvre des systèmes LMD en contexte africaine, et aussi parce qu'il se focalise sur les méthodes d'apprentissage des étudiants de l'UL donc le cadre de formation est transposable à l'Université de Yaoundé I au Cameroun retenu comme notre centre d'intérêt.

1.3.1. Ingénierie de la formation

Le dictionnaire « 38 dictionnaires et Recueils de Correspondance » définit le terme ingénierie comme : "*Activité qui consiste en la définition, la conception et l'étude de projets d'ouvrage ou d'opération, de coordination, d'assistance et de contrôle pour la réalisation et la gestion de ceux-ci*".

Dans le domaine de la formation, Le Boterf (1997 : P.181 ; cité par Hoby Andrianirina, 2011 : P.63) définit l'ingénierie de la formation comme "*un ensemble de démarches méthodologiques articulées qui s'appliquent pour atteindre un objectif visé". Cet objectif consiste en "la production de dispositifs d'action visant à produire un effet éducatif*".

Il ressort de ces définitions que l'ingénierie se rapporte à un savoir-faire, à un art sous entendant l'existence d'un projet dans lequel cet art va être appliqué pour aboutir aux résultats escomptés. L'ingénierie est un domaine dans lequel on déploie des talents ou des savoir-faire pour atteindre un objectif défini. Pour la formation, l'objectif de l'ingénierie est donc d'aboutir à un dispositif d'action. L'ingénierie ne consiste pas seulement en la mise à disposition d'outils, elle est un domaine pluridisciplinaire réunissant des actants humains et matériels. En même temps, elle est une discipline praxéologique qui allie pratique et théorie (Hoby Andrianirina, 2011). Ainsi, un

[20] Le REESAO (Réseau pour l'Excellence de l'Enseignement Supérieur en Afrique de l'Ouest) est un réseau regroupant des institutions nationales de l'enseignement supérieur ouest africaines crée le 11 octobre 2005 pour définir les voies et moyens indispensables à la mise en place du système LMD.

dispositif de formation n'est pas le fruit d'un hasard ou de l'intuition mais résulte d'un certain nombre de règles et d'étapes.

Au vue du contexte actuel de la formation qui se caractérise par l'arrivée massive du numérique en enseignement et en formation. L'apprentissage tout au long de la vie est devenu une nécessité pour tous en vue d'être en phase avec les grands changements de la société. Une telle situation s'est traduite par l'apparition de nouvelles méthodes d'apprentissage, une évolution des rôles des enseignants et des apprenants, affectant en profondeur l'identité même des principaux acteurs des processus d'enseignement/apprentissage. Des filières de formation dans le domaine de l'ingénierie de formation ont vu le jour comme ACREDITE[21], TECHEDU[22], IFTE[23], etc. en vue d'apporter des éléments de réponses aux questions méthodologiques et techniques relatives à une appropriation réussie des savoirs méthodologiques et disciplinaires. Ces différentes formations par des démarches méthodologiques appropriées ont contribué à la formation de plusieurs acteurs en ingénierie de formation en espace Afrique francophone et d'ailleurs à :

- la mise en place de dispositifs de formation caractérisée par une plus grande flexibilité dans la gestion du temps et de l'espace et un repositionnement au niveau de la posture de l'enseignent pour passer du statut d'un dépositaire des savoir à un facilitateur dans la construction des connaissances et l'acquisition des compétences.
- l'analyse des pratiques de formation intégrant l'usage des technologies de l'information et de la communication.

Compte tenu des nouvelles orientations dans le domaine de la formation dans l'enseignement supérieur, ces multiples initiatives visent dans une perspective innovante à doter les acteurs de l'environnement de formation d'un ensemble de compétences axées sur la recherche scientifique en technologies de l'éducation et le domaine professionnel qui leur est associé. La présente recherche en est un des bénéfices de l'ensemble des compétences développées autour des dispositifs de formation ACREDITE et TECHEDU dont en nous sommes un des produits. Ces compétences capitalisées sont réinvesties dans la recherche que nous présentons dans le cadre de ce travail dont l'objet est l'évaluation des impacts des dispositifs de formation MASTEL & MASSICO de notre institution d'origine sur la formation des élèves ingénieurs.

[21] https://www.u-cergy.fr/fr/formations/schema-des-formations/master-lmd-XB/sciences-humaines-et-sociales-SHS/master-meef-pratiques-et-ingenierie-de-la-formation-analyse-conception-et-recherche-dans-le-domaine-de-l-ingenierie-des-technologies-en-education-program-f03-109.html
[22] http://www.techedulab.org/index.php/master-2-technologies-de-leducation/
[23] http://lettres.ump.ma/uploads/files/1/5b5f8d1dd66af.pdf

Aussi, d'apporter aux décideurs des éléments d'appréciation des dispositifs existant mais aussi de proposer aux chercheurs des outils d'appréciation et d'analyse de tels outils, aux technopédagogues les aspects à prendre en compte dans le design et la conception des dispositifs de formation dans le domaine des sciences des ingénieurs.

Précisons que dans la présente recherche, l'ingénierie de la formation réside dans l'usage d'ordinateurs, d'Internet, des logiciels dans le cursus d'enseignement à distance des élèves ingénieurs dans une optique diplômante. Surtout qu'en contexte africaine, le diplôme est un précieux sésame obligatoire pour une ascension sociale, une progression dans la carrière et l'obtention d'un emploi. Aussi, ce mode de formation en concert avec la décision de la commission européenne œuvre à rattacher explicitement l'usage du e-learning à une amélioration de la qualité de l'enseignement et/ou d'apprentissage. L'ingénierie de la formation par l'usage du e-learning paraît donc être une formule magique en Afrique subsaharienne pour l'obtention d'un diplôme de l'ENSP ou déjà l'accès à son cycle en formation continue est très sélectif, favorisant les étrangers de bénéficier de ses offres de formation tout en résident dans leur pays, permettant ainsi de corriger des fragrantes inégalités. Sans ce sésame, les étudiants des facultés classiques des universités africaines n'auraient bénéficié d'une formation dans le domaine de l'ingénierie pourtant indispensable pour leur professionnalisation et voir favoriser leur intégration socio-professionnelle dans le monde de l'entreprise.

Fonkoua (2006a) propose une série de questionnements sur les enjeux didactiques de la "ticelogie » dans le champ d'acquisition et de transmission de connaissance en contexte de "l'individualisation" et "d'industrialisation" de l'enseignement-apprentissage. Il se pose en termes de questions suivantes : « *Comment préparer psychologiquement un apprenant à entrer dans la culture du virtuel ? Comment se construisent les principes et les modalités de l'enseignement de l'intégration des TIC dans la formation ? Comment construire les didacticiels qui répondent à la demande sociale d'éducation des sociétés ? Quelles sont les limites et les possibilités des TIC dans le processus enseignement-apprentissage au niveau de la formation présentielle et de la formation à distance ? Quelle place occupera la formation à distance dans les années à venir dans notre système éducatif* ?» (Fonkoua, 2006a : P.225). De cette liste des questions, deux nous interpellent dans notre recherche : Comment construire les didacticiels qui répondent à la demande sociale d'éducation des sociétés ? Quelles sont les limites et les possibilités des TIC dans le processus enseignement-apprentissage au niveau de la formation présentielle et de la formation à distance ? Ces questions nous sont utiles dans notre recherche puisqu'elles nous apportent les connaissances dans la conception ainsi que les

limites d'un artefact à usage didactique. En effet, les réponses de l'auteur aux différentes questions posées ont contribué à attirer notre attention sur ce que, un acteur du système éducatif doit impérativement utiliser les méthodes et techniques nouvelles d'apprentissage pour se former dans les années à venir. Pour Wilson (1996), l'environnement d'apprentissage sera constructiviste. Abordant dans le même sens, Fonkoua (2006a ; 2006b) insiste sur le fait que l'apprenant peut doit d'ores et déjà considérer les TIC comme extension de l'intellect et comme des moyens pour communiquer et participer à un plus large réseau.

L'utilisation d'Internet et des logiciels caractérisent le développement d'EAD/FAD dans le monde ses vingt dernières années. Le consortium américain Sloan[24] qui a pour objectif le développement de la formation en ligne, de sa qualité et de son accès au plus grand nombre, a dans une étude conduite aux Etats-Unis de 2003 à 2004 proposé une typologie plus quantitative que qualitative qui permet à l'apprenant de comprendre quel type de dispositif il va rencontrer pour sa formation. Le tableau 1.2 illustre la synthèse proposé par ledit consortium dont les auteurs sont Allen I. Elaine et Seaman Jeff (2004).

Tableau 1. 1: Type de dispositif que va rencontrer l'apprenant dans le cadre d'une formation en ligne (source : (Allen I. Elaine et Seaman Jeff ; 2004) extrait de la traduction Pierre Loiret (2007 : P.30).

Pourcentage de cours délivrés en ligne	***Typologie de formation***	***Description***
0 %	Traditionnelle	Pas de technologies Internet utilisées. Les contenus sont délivrés par écrit ou oralement
De 1 à 29 %	Facilitée par Internet	Le cours est essentiellement en face à face, mais une part de technologies Internet est utilisée pour faciliter l'apprentissage. Par exemple une plateforme ou un site web pour transmettre un programme et des tâches à accomplir
De 30 à 79 %	Hybride	La formation alterne face à face et cours en ligne. Une proportion substantielle des

[24] Voir [en ligne] sur : http://www.sloan-c.org (dernière consultation en janvier 2019). Alain Chaptal op cit signale le rôle de ce consortium qui regroupe plusieurs centaines d'établissements d'enseignement, d'organismes, d'associations et de sociétés, (y compris des européens et des asiatiques)

		contenus est proposée en ligne. Les communications sont établies à travers Internet et quelques rendez-vous en face à face
Plus de 80 %	En ligne	Une formation délivrée presque entièrement en ligne. Il n'y a aucune réunion en face à face.

La typologie proposée ici par le consortium via les auteurs Allen I. Elaine et Seaman Jeff a comme mérite la simplicité et l'indépendance des environnements technologiques utilisés comme modèle pédagogique de formation. Ce qui cadre avec notre stratégie recherche. Mais pour être exhaustif, ce tableau aurait intégré les différents acteurs de la formation (étudiants, enseignants, personnels administratifs, etc.) et leurs interrelations. Nous reviendrons avec plus d'éclaircissement dans les paragraphes qui vont suivre sur la notion de "Dispositif". Notre démarche ne vise pas à trouver une définition parfaite, puisque nous avons constaté qu'une telle tentative paraît de toute façon impossible.

1.3.2. La notion de "dispositifs"

Loiret reprend la définition de FOAD selon une circulaire ministérielle du ministère de travail comme suit :

> « *Une formation ouverte et/ou à distance est un dispositif souple de formation organisé en fonction de besoins individuels ou collectifs (individus, entreprises, territoires). Elle comporte des apprentissages individualisés et l'accès à des ressources et compétences locales ou à distance. Elle n'est pas exécutée nécessairement sous le contrôle permanent d'un formateur* » (Loiret, 2007 : P. 23)

Le concept de « dispositif » est utilisé dans cette définition de la FOAD et nous allons régulièrement l'utilisé dans ce travail. De notre entendement de dispositif, nous nous alignerons à la définition donnée par Daniel Peraya pour qui,

> « *Un dispositif est une instance, un lieu social d'interaction et de coopération possédant ses intentions, son fonctionnement matériel et symbolique enfin, ses modes d'interactions propres. L'économie d'un dispositif -son fonctionnement- déterminée par les intentons, s'appuie sur l'organisation structurée de moyens matériels, technologiques, symboliques et relationnels qui modélisent, à partir de leurs*

caractéristiques propres, les comportements et les conduites sociales, cognitives, communicatives des sujets » (Peraya, 1999 : P.153)

Le dispositif est l'articulation des représentations mentales, du matériel permettant à l'homme de communiquer à autrui ses pensées et représentations internes (Peraya et Meunier, 1999 : P.14). Dans ce sens "dispositif", se rapproche à ingénierie.

Kuutti (1996) a quant à lui et à partir d'une décomposition de triangles secondaires appelés « triades », en s'appuyant sur les théories de l'activité d'Engeström, représenter les acteurs et les composants d'un dispositif de formation ainsi que les relations qui peuvent s'établir entre eux. La figure 1.1 permet de de décliner le triangle principal apprenants-enseignants-objectifs en sous triangles afin d'analyser les relations entre les différents composants.

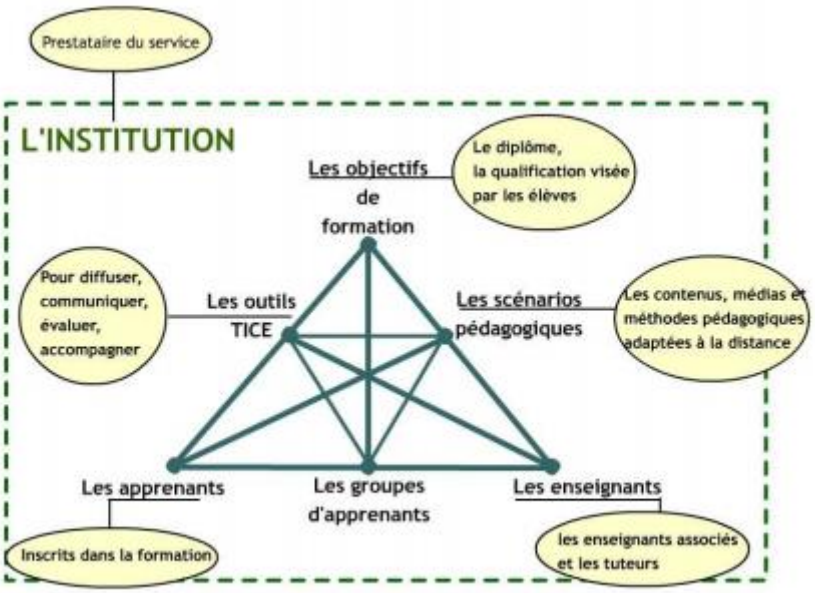

Figure 1. 1: Le triangle de Kuutti

Pour mieux comprendre le fonctionnement de ce triangle, les auteurs (Raasch, 2004 ; Jaillet, 2006) proposent une grille de lecture représentée en octogone. Cette représentation comporte 8 entrées considérées dans un contexte général de formation. Il est possible, à partir des 8 entrées combinées entre elles, d'établir un réseau complexe d'analyse. La figure 1.2 donne une illustration de la dite octogone de formation.

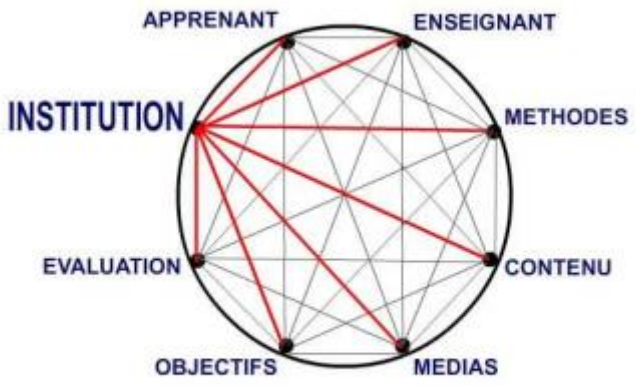

Figure 1. 2: L'octogone de formation d'A.Raasch

Guyomar (2011), donne une présentation de chacun de ses sommets de l'octogone ainsi que leur rôle dans la conception d'un dispositif de formation.

Dans le domaine éducatif, Pothier définit un dispositif d'apprentissage comme un ensemble de procédures diverses d'enseignement et/ou d'apprentissage, incluant moyens et supports, construit en fonction d'un public, (et éventuellement d'une institution), d'objectifs et de conditions de travail particuliers. Les buts d'un dispositif sont de répondre au mieux à des demandes variées et d'individualiser le travail grâce à la flexibilité du système ainsi qu'à la variété des supports (utilisation des TICE) et des modalités (travail personnel, tutorat, séances en groupe) pour atteindre un objectif d'apprentissage particulier (Pothier, 2003 : P. 81 ; cité par Hoby Andrianirina, 2011). Depover et Orivel (2012) ont présenté dans leurs écrits les potentialités des dispositifs en FOAD pour les pays africains. Lishou (2008) quant à lui comme acteur du dispositif FOAD de l'UCAD[25] énumère les avantages obtenus : amélioration sensible de la qualité des enseignements et transformation qualitative du format pédagogique doublée d'un rendement significatif. Du côté apprenant, l'auteur témoigne qu'il a aussi permis un rapport qualité/confort de suivi de cours très élevé, ce qui n'était pas le cas avec des classes surpeuplées et non équipées.

Les raisons justificatives de l'implémentation des dispositifs FOAD en ASSF sont pour les explicitées dues aux lacunes des universités africaines et les potentialités des dispositifs FOAD d'y répondre (Becher, 2016). Baranshamaje (1996) et Oillo et Loiret (2006) y voient la qualité de la formation et la qualification des enseignants. Les institutions universitaires en ASSF en

[25] http://foad.ucad.sn/

formation classique sont caractérisées par la pénurie des personnels qualifiés et les limites de leur formation scientifique, technique et professionnelle. Aussi, les structures et infrastructures de formation et de recherche souffrent des mêmes mots. Avec comme conséquence majeure le recours aux vacataires n'ayant toujours pas une qualification enseignante. Sans oublier que quand bien même les structures de formation existent, il manque très souvent les matériels et dispositifs académiques, technologiques et pédagogiques fiables aux défis des formations de pointes dans les domaines de l'ingénierie. L'offre de l'AUF à travers les dispositifs FOAD viennent-ils résoudre les défaillances susmentionnées ? Pour Loiret et Oilo (2006), l'accès limité à l'information scientifique et technique rendent ces dispositifs limités. En effet, selon eux, ses bibliothèques et centres de ressources documentaires sont peu fournis et non actualisés. Relevons aussi une faible implication pédagogique des acteurs de la formation en ASSF dans la production des connaissances ce qui induit une stagnation des dispositifs au même stade de leurs conceptions après plusieurs années de fonctionnement. Décrivant les projets FOAD de l'UVA et l'AUF, Loiret et Oillo (2013a : P.12) écrivent qu'ils sont « *considérées […] comme inadaptées à l'évolution des connaissances et aux besoins de la société* ». Au regard de tous ces constats, est-ce donc à dire que l'avènement des TICs en ASSF a été plutôt un échec pour les institutions qui les ont adoptées comme moyen formation ?

Au terme d'une étude comparative des dispositifs FOAD en ASSF, Guidon et Wallet (2007) (repris par Becher, 2016 : P. 7) mettent en évidence leurs rentabilités pour ce contexte, et concluent que sans elles, « *il faudrait 200 ans pour former le nombre d'enseignants nécessaire* » (P. 16). En effet, l'ouverture des dispositifs en FOAD permet de faire intervenir des enseignants et experts professionnels de plusieurs pays sans qu'ils ne soient appelés à faire des déplacements dans les institutions de formation. Ainsi la mise en œuvre des dispositifs de formation en FOAD/EAD permet de juguler le déficit crucial des professionnels et de renforcer leurs contributions au développement (Lamago, 2011). C'est également ces atours majeurs que Depover et Orivel (2012) tentent de démontrer. Mbadjoin Njingang (2015), Lishou (2007) y voient une innovation pédagogique, un développement des compétences des enseignants impliqués dans ces dispositifs de formation en FAD/EAD. Ce qui selon Lishou (2007) se traduit par « amélioration sensible de la qualité des enseignements et transformation qualitative du format pédagogique doublée d'un rendement significatif » (repris par Becher, 2016 : P.7). Du côté de l'apprenant, grâce aux usages des dispositifs de formation en contexte EAD, le rapport qualité qualité/confort de suivi de cours a considérablement augmenté, ce qui n'a pas toujours le cas avec les classes surpeuplées et non équipées. Les auteurs comme Depover et Orivel

(2012) ou Ndiaye N. (2011) confirment dans leurs études que grâce aux dispositifs FOAD, la capacité d'accueil des apprenants est élevée et diversifiée avec comme corollaire de « *contribuer de façon efficace au développement d'une main-d'œuvre africaine qualifiée* » (Karsenti et Collin, 2011, P. 495). Ainsi, les usages des dispositifs FOAD en formation dans les domaines spécialisés en ingénierie ou les experts sont en manques en ASSF, peuvent bénéficier des compétences extérieures pour son développement tout en limitant les déplacements de ces derniers souvent très coûteux pour les institutions d'accueil. Karsenti et Collin (2011 : P.495), montre qu'en « *permettant aux apprenants de suivre une formation professionnelle externe à leur milieu socioprofessionnel immédiat tout en y restant, ce qui contribuerait à faciliter le réinvestissement de leurs compétences dans leur contexte local* », les FOAD donnent à l'Afrique les moyens de « *freiner la fuite des cerveaux* » et d'avoir des « *professionnels qualifiés disponibles et sur place* ». Il ressort des constats relevés dans ce paragraphe que les dispositifs FOAD ont un fort potentiel de renforcement des capacités professionnelles des apprenants en ASSF.

Kokou Awokou (2007) montre qu'il y a un rapport étroit entre l'évolution des dispositifs techno pédagogiques et leurs contextes politiques, économiques, technologiques voire éducatifs. Ce faisant, il démontre également le rôle des partenaires extérieurs et des rencontres internationales qui ont œuvré aux renforcements des dispositifs FOAD dans le contexte africain. Ainsi, pour lui comme pour Guidon et Wallet (2007), les dispositifs ont pris forme dans les années 1970. Ce sont les retombés des concertations issues de la conférence mondiale sur l'éducation supérieure de Paris en 1998, du forum mondial sur l'éducation tenu à Dakar en 2000 et du comité sur les recommandations relatives au statut des enseignants organisé la même année à Genève. Dans la zone ASSF, les dispositifs sont qualifiés des formations « prêt-à-porter » par Inzoli et Zouya Mimbang (2013) en comparaison à celles pratiques dans les pays africain de la zone anglophone ou ils s'apparentent à des entreprises industrielles. En ASSF, les dispositifs ont été marqués par l'appui de l'AUF (Loiret, 2013b). Amorcé dans les années 1980, cette intervention des dispositifs FOAD va marquer le début du déploiement d'un vaste programme d'accès à l'information en réponse à la pauvreté de la documentation académique et scientifique caractéristique des pays de cette sous-région. Pour Kane (2008) et Ndiogou Ndiaye (2011), l'intégration réussie des dispositifs FOAD en espace Afrique francophone est le fruit du partenariat de trois types d'acteurs :

- les organismes internationaux comme l'ADEA, l'AUF, la BM, l'UNESCO, et le Programme des Nations Unies pour le Développement ;

- les pays tels que la Belgique, le Canada, les États-Unis, la France, l'Inde et la Suisse ;
- des réseaux qui sont initiés par l'un ou l'autre des pays et organismes ci-dessus.

Ce sont ces acteurs qui constituent de nos jours la clef de voûte du développement des dispositifs FOAD en zone Afrique subsaharienne. A titre d'exemple, « *nous avons le Bureau régional pour l'éducation en Afrique, des CNF, du Centre d'applications, d'études et de ressources en apprentissage à distance, de l'Institut des nouvelles technologies de l'information et de la formation, du PANP, du Réseau africain de formation à distance, de l'UVF et de l'université virtuelle suisse (UVS)* » (Bécher, 2016). De ces acteurs, l'AUF et ses CNF sont les plus présentés comme organismes étrangers œuvrant plus à l'accompagnement des dispositifs FOAD en Afrique francophone. C'est d'ailleurs l'AUF qui valide leur création et facilite leur développement à partir des CNF (Loiret, 2007, 2008). Marquet et al. (2013) présentent ces derniers comme des dispositifs mis en place par l'AUF dans des universités publiques africaines, destinés à les accompagner dans le progrès technologique, l'appropriation des FOAD et le développement des pratiques universitaires supportées par l'usage des nouvelles technologies. Ces acteurs majeurs contribuent pour ainsi dire à assurer la qualité de l'éducation universitaire du Sud et à réduire la fracture numérique entre cette partie du globe et le Nord. En outre, cet accompagnement contribue à aider les pays du sud à la standardisation de leurs dispositifs FOAD en faisant par exemple valoir leurs spécificités linguistiques et culturelles. Ceci est d'autant vrai que la plupart des dispositifs soutenus en ASSF sont généralement des offres de programmes issus des formations diplômantes existant au sein des institutions universitaires locales.

1.3.3. Quelques applications de l'ingénierie de la formation

1.3.3.1. En contexte de formation camerounaise

L'état du Cameroun par la loi n° 005 du 16 avril 2001 portant orientation de l'Enseignement Supérieur au Cameroun consacre le mode d'enseignement à distance comme capable de contribuer à la croissance de l'accès à l'enseignement supérieur, ainsi qu'à la formation tout au long de la vie par une délocalisation virtuelle bénéfique à bon nombre de camerounais contraints d'être éloignés des campus universitaires. L'alinéa 4 de l'article 11 de ladite loi stipule que: « *L'enseignement à distance est reconnu et encouragé comme mode alternatif de développement de l'enseignement…*» (Tonye, 2008 : P. 73). L'EAD au Cameroun connaît un essor remarquable grâce aux projets pilotes consistant à mettre en place du "Global Development Learning Network" (GDLN). Nous pouvons également citer le projet de mise en place du

Centre Interuniversitaire de ressources documentaires (CIRD) pour permettre la mutualisation des services communs de documentation des universités (bibliothèques).

L'utilisation d'Internet en formation à distance est récente au Cameroun, avec notamment l'Université de Dschang et son Institut Universitaire de Technologie (IUT) de Bandjoun, l'Université de Douala dans son IUT, l'Université de N'Gaoundéré dans sa faculté des arts et lettre, ainsi qu'avec l'Université de Yaoundé I à l'École Nationale Supérieure Polytechnique (ENSP) et tout récemment la faculté des arts et lettre. Ces formations en ligne ont été développées avec l'appui de l'Agence universitaire de la Francophonie (AUF). Par ailleurs depuis 2010, avec le projet panafricain des services en ligne, une université virtuelle a été créée. Ces modalités d'enseignement se répandent avec la croissance de la population et pour répondre à une demande d'amélioration de la qualité de l'enseignement. Pour toutes ses universités publiques offrant des formations à distance, force est de constater que toutes ses offres de formation se font uniquement en Master 2. Cette option pour une formation en une année (Master 2) est liée aux pouvoirs économiques des étudiants ou un programme de formation en deux années M1 et M2 constituerait une incertitude pour les apprenants qui sont seuls généralement à supporter leur scolarité. Etant donné que les offres de programmes ont un coût de 1500 Euros soit environ 1 000 000 FCFA, les porteurs de projets pour prendre en compte les contraintes socioéconomiques du pays ont tous optés pour une formation en M2 malgré la pression incessante de l'AUF à voir les offres de formation étendues à deux niveaux Licence et Master ou Master 1 et Master 2. Pour souvent défendre son point de vue, Tonye (2008 : P.8), montre que pour que les FOAD s'y développent, elles doivent être adaptées au contexte africain via une modélisation qui éclaire leurs « *possibilités d'implantation efficace et efficiente* ». C'est entre autre ce que suggère Akouete-Hounsinou (2012) pour qui le soutient doit également prendre en compte son adaptation qui doit intégrer sur une modélisation qui identifie et analyse au préalable les besoins locaux. Dans le même ordre d'idée Lamago (2011) insiste sur les prédispositions technologiques, structurelles, financières, administratives et pédagogiques des acteurs, et de l'autre côté la disponibilité et l'utilisabilité des ressources technopédagogiques.

Lekeaka Alemnge (2015), présente le dispositif de FOAD à l'Université de Buea, sous deux aspects qui sont mis en évidence : les démarches et conditions de leur implémentation, et les composantes et modes de leur fonctionnement. Le schéma qui se dégage dans ce travail de Lekeaka Alemnge se retrouve également dans les écrits des auteurs (Tonyé, 2013 ; Ndiogou Ndiaye, 2011) pour qui les dispositifs dans leur schéma organisationnel se composent de trois types d'acteurs : pédagogiques, administratifs et coordonnateurs. Les recherches descriptives

sur les FOAD montrent autant leurs succès que leurs balbutiements. Selon Diop (2005), l'insuffisance des infrastructures, de la distribution des tâches, de la formation des enseignants et de leur motivation financière constituent les raisons majeures des balbutiements dans la gestion des dispositifs FOAD en ASSF en général et au Cameroun en particulier. Ndiogou Ndiaye (2011) en décrivant les dispositifs FOAD a également observé qu'au-delà des avancées, leurs fonctionnements sont confrontés à toute une série des problèmes dont en dehors de celles soulevés par Diop, on retrouve au premier plan le manque d'interaction entre les formations dispensées en présentiel et celles offertes à distance. Au second plan, on retrouve la faible pertinence des curricula de formation. C'est tout ce qui justifie par exemple le faible engouement des enseignants locaux dans la mise en œuvre des dispositifs FOAD malgré le caractère ambitieux de ces projets. Les dispositifs MASTEL & MASSICO de l'ENSP ne sont pas en marges des problèmes susmentionnés.

Le dispositif de master 2 professionnel en télécommunication (MASTE[26]L) est soutenu par des partenaires internationaux et nationaux, le principal étant l'AUF. Le dispositif fonctionne depuis 2007 à l'École Nationale Supérieure Polytechnique (ENSP) de l'Université de Yaoundé 1 (UYI), institution située à la région du centre, et à Yaoundé, en plein cœur de la capitale politique du Cameroun. Le même diplôme n'est pas délivré en présence et il n'existe pas de formation classique dans l'institution sous le même programme de formation en présentiel. L'initiateur du projet est un professeur titulaire, expert en télécommunication. Vu la réussite dudit programme MASTEL, un deuxième programme a vu le jour en 2010 en partenariat avec l'Université de Bourgogne en France et l'AUF. Ce deuxième dispositif de Master 2 aussi en Sécurité des Systèmes d'Information et de Communication (MASSICO[27]) ne s'appuie pas sur un programme de formation en présence. Un troisième dispositif de master 2 professionnel en Sémiotique et Stratégies (MASTERSEMIO[28]) a vu le jour en 2015 avec l'appui de l'AUF. La première rentrée est prévue pour octobre 2016. Le porteur du projet est aussi un professeur titulaire et Chef de Département des Sciences du Langage de la Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines de l'Université de Yaoundé I. Ce master 2 comparé aux deux autres de la même université se fait entièrement à distance. Sur le plan pédagogique, l'examen de ces dispositifs montrent bien que ces FOAD couvrent les domaines particuliers et ciblés de la connaissance (Marquet et al., 2013. L'on perçoit ainsi l'émergence d'un modèle de

[26] http://mastel.auf-foad.org/
[27] http://m2massico.auf-foad.org/?redirect=0
[28] http://mastersemio.auf-foad.org/

développement des FOAD qui privilégie les échanges de fichiers, les évaluations continues et les interactions au sein des Chats et des forums. Ainsi, l'intérêt des dispositifs développés en espace camerounais sont liés à l'influence des facteurs technopédagogiques, institutionnels et environnementaux sur la structuration et l'exploitation des contenus en formation à distance. Ce sont là les facteurs qui nous intéressent dans notre recherche dont un des buts est de dénicher les facteurs technopédagogiques qui contribuent au développement des compétences professionnelles des apprenants. Le domaine de formation étant en ingénierie et afin d'atteindre le même but visé précédemment, Fongong Ewoussoua et Tonye (2009) insistent sur la prise en compte des aspects techniques, partenariaux, procéduraux, interactifs et ergonomiques, dans le but de faciliter l'accessibilité et l'apprentissage.

Le dispositif de master 2 en Informatique Appliquée au Système d'Information Géographique (IASIG[29]), fonctionne depuis 2009 à l'académie internet de l'université de Douala, dans la région du littoral, la capitale économique du Cameroun. Tout comme les deux premiers la préparation du même diplôme n'existe pas en présence dans une forme traditionnelle. L'initiateur est le chef de département d'informatique à l'Institut Universitaire de Technologie (IUT) de l'Université de Douala. Il a pu mobiliser ses pairs dans la mise en place du projet en collaboration avec deux partenaires principaux, l'AUF et l'université française [Paris Est Marne-la-vallée (UPEMLV)]. L'apport de cette dernière porte sur son expertise et savoir-faire scientifique, technique et pédagogique. Comme les dispositifs MASTEL & MASSICO analysés dans le cadre de cette étude, l'IASIG est également une formation de niveau M2 avec une modalité fonctionnelle hybride.

Le quatrième dispositif est celui du master 2 en Géomatique-Aménagement et Gestion de Ressources (GAGER[30]). Il s'insère dans le département de géographie à l'Université de N'Gaoundéré, située dans la région de l'Adamaoua au Nord du Cameroun. Il est mis en œuvre depuis 2010 sans aucun partenariat particulier avec l'AUF, ce n'est qu'en 2015 que ce master bénéficiera de l'appui de l'AUF. La première rentrée académique en partenariat avec l'AUF est fixée pour octobre 2016. Le porteur de projet est professeur titulaire et Vice-Doyen à la Faculté des Arts, des lettres et Sciences Humaines de l'Université de N'Gaoundéré et a au démarrage développé un partenariat technique et pédagogique sud-sud et notamment à travers l'ENSP de

[29] http://www.academie-internet.org/moodle/login/index.php
[30] http://gager-undere.auf-foad.org/

Yaoundé, les entreprises et autres universités régionales et sous régionales en Afrique. De même que les dispositifs de l'ENSP, le master GAGER s'opère selon une modalité hybride.

Les offres IASIG et GAGER ont toute comme plateforme de formation Moodle ce qui favorise dans le cadre de notre recherche de mieux apprécier les outils mobilisés par chacun des programmes dans le déroulement de la formation. Ne visant pas dans notre recherche à mener une étude comparative des dispositifs de formation, nous nous sommes d'avantage intéressé à l'évaluation des dispositifs MASTEL & MASSICO dans le but d'apprécier le niveau de satisfaction des apprenants sur ce mode d'enseignement d'une part et l'étude des impacts découlant des usages des logiciels de simulation dont a recours les contenus pédagogiques desdits dispositifs sur l'efficacité de la formation en vue d'apprécier le développement des compétences des élèves ingénieurs en contexte d'EAD. Par ailleurs, les masters IASIG et GAGER ont fait l'objet d'une étude conduite par Mbadjoin Njingang (2015) dont les recensassions des écrits sur ces deux dispositifs nous ont donné une idée générale sur leur mode fonctionnelle. Ainsi, par ces deux dispositifs fonctionnant sur le schéma bimodal (hybride), nous avons la possibilité de renforcer nos savoirs sur les outils mobilisés dans le cadre fonctionnel desdits dispositifs.

Le dispositif de licence professionnelle en Analyse Conception des Systèmes d'information (LACSI), fonctionne depuis plus de 7 ans à l'Institut Africain d'Informatique (IAI), représentation du Cameroun. Il est localisé dans la région du centre, à la capitale politique du Cameroun, la ville de Yaoundé. A côté des entreprises locales qui soutiennent le dispositif, il s'est développé à travers un partenariat sur le plan technologique de l'université de Strasbourg en France. C'est elle qui héberge le serveur de la plateforme ESPACE utilisée pour la formation. L'expérience de l'IAI est la toute première au Cameroun ou une institution offre une formation de niveau Licence et permettant de justifier la professionnalisation de l'enseignement supérieur dans sa composante LMD avec comme corollaire la généralisation de l'utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) dans les établissements universitaires.

1.3.3.2. Autres expériences en ingénierie de formation

Plusieurs institutions universitaires à travers le monde œuvrent à mettre à la disposition des étudiants des solutions basées sur des environnements virtuels d'étude afin de leur permettre d'acquérir des aptitudes pratiques suite à la théorie acquise dans l'environnement classique d'enseignement. Nous nous sommes attelé à rendre compte précédemment de l'état de la

connaissance sur les FOAD en ASSF. Le Cameroun faisant parti des pays de l'ASSF, adosse les mêmes lacunes de son système universitaire que ceux retrouvés dans les états membres de l'ASSF : faible qualification enseignante, carence structurelle, massification universitaire, marasme documentaire et curriculaire et crise de financement. C'est dans cette mouvance que plusieurs institutions universitaires pour apporter réponse à cette crise éducative ont opté pour l'implémentation des dispositifs FOAD. En dehors de l'espace ASSF, plusieurs initiatives ont vu le jour à travers le monde.

C'est le cas avec OVL (Open Virtual Lab), l'environnement virtuel « open source » mis en place par l'Université de Milan et qui est utilisé à distance par des Institutions d'outremer pour leurs programmes de formations dans le domaine de la configuration et la sécurité des réseaux. Les étudiants de l'Université d'Abomey-Calavi au Bénin, à travers leurs projets d'examen et leurs projets de thèse de Master Professionnel utilisent OVL comme dispositif de formation. Charlier et al. (2006), dans une tentative de définition des dispositifs de type « hybrides » ont proposé les dimensions descriptives desdits environnements. Les dispositifs MASTEL & MASSICO s'inscrivant en contexte de 3ème cycle universitaire font converger notre contexte d'étude avec celui dont ce sont appesantis les auteurs Charlier et al. (2006) et ce faisant les dimensions descriptives découlant de leur étude transposable à notre cas d'étude. Les travaux connexes de ces auteurs menés sous l'angle des recherches exploratoires (Charlier et Denis, 2002 ; Peraya et Dumont, 2003 ; Charlier et Henri, 2004 ; Peraya et Jaccaz, 2004 ; Viens et Peraya, 2004 ; Charlier, Nizet et Van Dam, 2006) nous ont conduit à identifier plusieurs effets potentiels sur les apprentissages vécus par les participants, sur leurs dynamiques identitaires, les interactions sociales et enfin sur l'émergence de communautés de pratique.

Dans un projet inscrit dans les travaux du consortium Hy-Sup mené entre 22 établissements d'enseignement supérieur principalement situé en Europe visant à mieux définir les dispositifs hybrides de formation et d'en analyser leurs effets sur l'enseignement et l'apprentissage, Deschryver et Lebrun (2014) ont dans un rapport décrit le cadre théorique d'analyse des effets d'apprentissage. La recherche conduite par ces auteurs nous intéresse à juste titre parce qu'il s'intéresse aux compétences réellement développées par les étudiants dans le cadre de leur formation via l'usage d'un dispositif hybride. Ce cadre de la recherche est guidé par un modèle classique en pédagogie universitaire, celui de Biggs (1994). L'auteur y propose une approche systémique et constructiviste de l'apprentissage accordant une place centrale à la perception construite par les acteurs à propos du dispositif de formation. Ce modèle nous amène à considérer les interactions entre les variables plutôt que de simples relations de cause à effet (le

dispositif tel que décrit par les acteurs et les effets perçus). Dans le cadre de ce projet Hy-Sup, 20 items ont été proposés aux étudiants pour mesurer leur approche d'apprentissage. Il s'agit des items issus du questionnaire R-SPQ-2F de Biggs (Biggs, Kember, & Leung, 2001). Nous avons repris ces items dont la version française est contenue dans le rapport du projet Hy-Sup-eu (Deschryver et al., 2012). Nous nous sommes inspiré de ces travaux dans notre recherche pour concevoir notre questionnaire voir même notre guide d'entretien semi-directif. La recherche menée à partir de ce projet Hy-Sup, nous a donc permis d'étudier le sentiment d'efficacité personnelle relativement à « *apprendre dans un dispositif hybride* » en tant que variable de sortie en recherchant l'effet du type de dispositif sur le sentiment d'efficacité personnelle des étudiants.

Le projet LABENVI de l'Université de Limoges offre aux apprenants éloignés la possibilité d'effectuer des travaux pratiques à distance dans le domaine de l'électronique et de l'optique. La mise en œuvre combinée d'interfaces multiutilisateur et de classes virtuelles permet de développer les travaux collaboratifs synchrones, étudiants et enseignants pouvant en effet contrôler ensemble le matériel de laboratoire et interagir simultanément. Dans le cadre de notre recherche, le cadre expérimental du projet LABENVI constitue un cas idéal qu'auraient respecté les dispositifs MASTEL & MASSICO dans la prise en compte des téléTP virtuels à distance. Bénéficiant du cadre expérimental du projet LABENVI, nous avons un cadre comparatif entre les pratiques réelles des activités à distance et ceux observés dans le fonctionnement des dispositifs MASTEL & MASSICO de l'ENSP.

Conclusion

Au terme de ce chapitre, nous constatons que plusieurs initiatives sur le plan mondial, africain, sous régional et en contexte local camerounais sont prises afin d'aider les institutions de formation à s'arrimer à la monté fulgurante des technologies numériques en éducation. Ainsi, par une synthèse des projets et initiatives encours à travers le monde en général et au Cameroun en particulier, nous avons établi une base référentielle des enjeux pouvant justifier les raisons pour lesquelles les établissements universitaires doivent s'investir vers l'intégration des nouvelles technologies de l'information et de communication dans leurs dispositifs de formation.

Dans le chapitre qui va suivre, nous allons nous appesantir sur la problématique de l'intégration des logiciels de simulation en contexte de formation en sciences de l'ingénieur.

CHAPITRE 2 : PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE

Introduction

Au cours des dix dernières années, le développement des formations ouvertes et à distance (FOAD), conduisant ou non à l'obtention d'un diplôme, s'est considérablement accéléré à travers le monde. Ces nouveaux modes de formation correspondent à des révolutions technologiques logicielles (Web 2.0, Web 3.0, …) et/ou matérielles (utilisation de tablettes, de serveurs de plus en plus puissants, …). Il faut associer à ces révolutions technologiques un bouleversement des relations entre les individus, notamment en ce qui concerne le transfert du savoir. C'est pourquoi les établissements qui se sont lancés dans ce type de formations observent une mutation complète des rôles d'enseignant, d'apprenant, de tuteur, ainsi que des métiers connexes aux formations (techniciens, ingénieurs, personnels de scolarité). Ces mutations se concentrent autour des dispositifs hybrides de formations professionnelles d'ingénieurs par le numérique. La question qui se pose dans ces conditions est de savoir, comment les environnements virtuels numériques de formations implémentés dans les établissements universitaires requièrent un sentiment d'efficacité d'apprentissage des apprenants en formation à distance ou en présence en ingénierie ? Njingang Mbadjoin (2015 : P. 37) nous rappelle que « *Le manque de flexibilité et la faiblesse des injonctions peuvent se manifester dans certains cursus de formations professionnelles d'ingénieurs intégrant le numérique comme une finalité, ce qui poserait le problème d'un usage efficace d'outils de communication médiatisée (ex. simulation, forum, chat, wiki, vidéo/visioconférence) pendant la formation et les activités d'apprentissage* ».

Un pan important de la formation dans le domaine de l'ingénierie est la réalisation des travaux pratiques : ceux-ci aident les apprenants à se familiariser aux outils techniques servant de cadre à la manipulation réelle des concepts abordés en théorie. A ce stade, plusieurs questions se posent à savoir : Quels sont les liens entre les dispositifs hybrides de formation intégrant les outils numériques pour les téléTP ? Si ces dispositifs intègrent des outils pour téléTP, les apprenants qui s'en servant pour leur apprentissage, éprouvent-ils un sentiment d'avoir réussi à développer des compétences professionnelles exigées en formation en ingénierie ? En d'autres termes, les contraintes imposées par les logiciels de simulation pour la réalisation des activités traduisent-elles les compétences professionnelles recherchées durant son parcours de formation en ingénierie ? Pour Njingang (2015 : P.16), «*La stratégie pédagogique à faire non pas un simple usage des TIC, mais un usage efficace de son potentiel pédagogique dans le*

contexte impacterait les représentations, le sentiment de compétences des acteurs et la valeur ajoutée des dispositifs ». Si donc il est évident que les dispositifs hybrides apportent une satisfaction en ingénierie de formation, il n'en demeure pas moins vrai que de tels environnements ne sont pas toujours à la portée à la plupart des universités du Sud. Dans ce même ordre d'idée, (Damiani et al. 2010 : P.3) soulignent que « *plusieurs Universités et Institutions voudraient mettre à la disposition des étudiants une solution basée sur les environnements virtuels d'étude pour leur permettre d'acquérir des aptitudes pratiques suite à la théorie acquise dans l'environnement classique d'enseignement. Mais elles sont limitées par le coût onéreux des environnements virtuels commerciaux qui sont proposés sur le marché* ». En outre, les logiciels de simulations jouent un rôle prépondérant dans le déploiement de ces environnements virtuels de formation.

L'utilisation des logiciels comme aide à l'apprentissage, par exemple en télécommunications, donne les possibilités de présenter le sujet dans une forme interactive plus accessible aux novices. Il apparaît alors que, l'utilisation de l'outil logiciel va permettre à l'apprenant de construire soi-même de nouvelles connaissances et se faisant développer son savoir-faire à partir des bases de connaissances reçues précédemment. Le logiciel est plus perçu ici comme un outil moderne d'apprentissage qu'un outil technique. Ceux d'autant que Ngunu (2013 : P.12) martèle aussi que « *Les théories de l'apprentissage moderne de Piaget et de Vygotsky soulignent l'importance du constructivisme lorsque l'intégration des technologies apparaît dans l'apprentissage* ». L'intégration des logiciels dans l'éducation soulève ainsi plusieurs questions d'impacts sur l'apprentissage. Entre autre, comment le type d'usage des logiciels de simulation aurait-il une influence sur la qualité de l'apprentissage ? L'utilisation actuelle des étudiants est-elle qualitativement et quantitativement suffisante pour promouvoir les avantages qui pourraient exister ? Dans une approche constructiviste, quelles sont les compétences et expertises indispensable aux enseignants qui aideraient les apprenants à augmenter leur degré de motivation et garantiraient un sentiment de réussite d'une transformation efficiente des savoirs en savoir-faire en contexte de formation hybride des élèves ingénieurs ? Est-ce-que les logiciels de simulation choisis selon un protocole bien précis assurent une formation efficace des élèves ingénieurs en contexte de formation hybride ? Quel est l'impact des logiciels de simulation sur les apprentissages des étudiants en MASTEL & MASSICO?

Dans la suite de ce chapitre, nous présenterons dans un premier temps les recensassions des écrits des autres recherches sur la question de l'intégration des logiciels de simulation dans les dispositifs hybrides ou FAD/e-Learning de formation professionnelle. Dans un second temps,

par un cloisonnement des constations des différents écrits, nous élaborerons nos questions, nos objectifs principaux et spécifiques de notre étude. Dans un troisième temps, nous aurons à partir de nos questions de recherche à extraire nos hypothèses suivies des dimensions, domaines et variables de notre étude. Enfin, nous terminerons le chapitre en relevant les intérêts scientifique, socioéconomique et sociopolitique de notre recherche.

2.1. Constats des chercheurs autour du sujet

2.1.1. Insuffisance ou inexistence des dispositifs appropriés en formation dans le domaine de l'ingénierie

Dans le domaine des sciences appliquées, le savoir théorique s'accompagne systématiquement de savoir pratique, expérimental et manipulatoire dont la mise en accès global est plus difficile à opérer (Philippe Leproux et al., 2013 : P.1). Les cursus de formations professionnelles d'ingénieurs sont en général handicapés dans la réalisation de projet impliquant les séances d'activités de travaux professionnels et pratiques en télémanipulation d'objet réel ou virtuel à distance (Mhiri, et al. 2012 ; Loisier, 2011 ; Njingang Mbadjoin, 2015). La stratégie pédagogique a à faire non pas un simple usage des TIC, mais un usage efficace de son potentiel pédagogique dans le contexte des télémanipulations, des travaux pratiques voir des activités professionnelles, impacterait les représentations, les compétences des acteurs et la valeur ajoutée des dispositifs.

A l'exemple des dispositifs de l'école polytechnique de l'Université de Yaoundé I (MASTEL & MASSICO) reposant tous sur la plateforme Moodle, n'ont jusqu'ici pas pu mettre en œuvre des laboratoires expérimentaux-matériels et logiciels-virtuels permettant de proposer des TP à distance. Toutefois, les systèmes électroniques font émerger des technologies embarquées qui facilitent l'accès à des machines que l'on peut contrôler, piloter et finalement manipuler à distance (Philippe Leproux et al., 2013 : P.3). Dans un autre contexte, le dispositif LABENVI de l'Université de Limoges, qui offre aux apprenants éloignés la possibilité d'effectuer des travaux pratiques à distance dans le domaine de l'électronique et de l'optique, est un outil fondamental, permettant par exemple d'illustrer expérimentalement des théories concernant la transmission de données dans les systèmes de communication civils (GPS, mobile, fibre optique) ou militaires (radar). L'Université de Limoges est donc ainsi dire, une des rares universités à offrir une formation complète à distance dans le domaine de l'électronique et de l'optique des télécommunications, conduisant à l'obtention d'un diplôme reconnu à l'échelle européenne (master).

Plusieurs Universités et Institutions voudraient bien mettre à la disposition des étudiants une solution basée sur les environnements virtuels d'étude ; pour leur permettre d'acquérir des aptitudes pratiques suite à la théorie acquise dans l'environnement classique d'enseignement fondé le plus souvent sur la simple manipulation de documents de type « expositifs » basés sur une logique de transmission de connaissances (Damiani et al., 2010). Mais elles sont limitées par le coût onéreux des environnements virtuels commerciaux qui sont proposés sur le marché. En plus, « *le manque de financement par les institutions porteuses de projet de formation à distance, font qu'elles se rouent vers les dispositifs de type hybrides et les enseignants se limitent aux logiciels de simulation qui ne sont pas toujours indiqués aux objectifs de l'étude* » (Damiani et al. 2010 : P.12).

Les environnements virtuels commerciaux sont alors devenus très importants pour le renforcement des cours en ingénierie avec pour dorsale les TIC, mais leur coût élevé a rendu leur adoption presque impossible pour les Institutions ayant une ligne de budget très limitée. Il en est ainsi du cas des dispositifs MASTEL et MASSICO de l'ENSP.

2.1.2. Ressource humaine pas toujours qualifiée à opérer un choix judicieux et aux usages pas toujours efficientes des logiciels en ingénierie de formation

D'après Saïd et al (2008), les problématiques inhérentes à l'accès et qui doivent être soulignées concernent l'insuffisance relative en quantité, en qualité et en pertinence des ressources matérielles, humaines, des logiciels et des contenus numériques éducatifs (Ngunu, 2013 : P.20). Les discussions en cours sur la possibilité des cours basés sur les laboratoires à travers l'enseignement à distance montrent que la plupart des enseignants universitaires sont sceptiques et croient cette option impossible ou inefficace (Kelly et al., 2006). Par conséquent, peu d'universités offrent des cours à distance basés sur les laboratoires aux étudiants du domaine des technologies de l'information et des télécommunications.

Selon (Damiani et al., 2010 : P.2), « *Les leçons vidéo, les exercices en ligne, les forums didactiques, et les interactions avec les tuteurs et les enseignants par le biais des ordinateurs font désormais partie de nombreux programmes de formation en ligne et exigent pour cela de nouvelles compétences du côté enseignants comme aussi du côté des apprenants* ». La plupart des apprenants ont besoin de certains outils de renforcement pour accroître l'intérêt du cours et faire avancer le processus d'apprentissage. Certaines aptitudes pratiques ne peuvent être acquises que par des expériences interactives (Dirckinck-Holmfeld et Lorentsen, 2003), qui ne sont pas toujours faciles à fournir dans un environnement d'apprentissage traditionnel. La

question de l'exploitation distante de simulations est aussi rapidement devenue centrale. En effet, les simulations, qui permettent un apprentissage actif de type « découverte-construction de connaissances » sont compatibles avec un relatif isolement de l'apprenant (Guéraud et al., 1999 : P.18).

Pour Capobianco et Lehman (2004 : P.4629), les technologies ont le potentiel de jouer un rôle important comme outil d'enseignement qui permet aux professeurs de sciences de concevoir, de planifier, et de mener des investigations scientifiques (repris par Ngunu, 2013 : P.23). Les enseignants doivent pouvoir choisir parmi les divers logiciels de simulation; il leur faudra acquérir de nouvelles compétences pour travailler avec ces simulateurs dans leurs salles de classe, de façon didactique et pédagogique. Le choix pour l'enseignant peut dépendre de divers facteurs comme les fonctionnalités offertes par le logiciel, son prix, sa disponibilité pour les étudiants ou sa diffusion dans le monde professionnel. Les enseignants doivent de ce fait être préparés pour explorer les possibilités actuelles et émergentes qu'offrent les nouvelles technologies. Ils ont besoin de développer une attitude professionnelle d'évaluation et de réflexion sur les nouveaux outils disponibles pour l'enseignement des sciences (Niess, Lee et Kajder, 2006). Des recherches menées dans le secteur de l'EIAH (Environnements Interactifs d'Apprentissage Humain) visent à proposer des solutions sophistiquées basées sur une approche cognitive et s'intéressent aux interactions entre système et apprenant (Balacheff et al. 1997 ; Guéraud et al., 1999). Cette approche, qui se base sur le raisonnement pour représenter l'expertise du domaine, l'expertise pédagogique et le comportement de l'élève, pose souvent des problèmes dus à la complexité des modèles qu'elle met en œuvre et requiert souvent une étroite et longue collaboration entre spécialistes (pédagogues et informaticiens) (Guéraud et al., 1999).

2.1.3. Atouts, désavantages et enjeux pédagogique et didactique des logiciels de simulation en formation

Pour ce qui concerne les atouts pédagogique et didactique des logiciels de simulation en formation, plusieurs recherches ont montré que les logiciels de simulation présentent de nombreux atouts en éducation (Ngunu, 2013 ; Njingang Mbadjoin, 2015 ; Ngnoulaye, 2010). Droui et El Hajjami (2014) ont dans une revue de littérature, synthétisée les principaux atouts des simulations en enseignement de la science. Les atouts recensés ont été utilisés pour élaborer une proposition de grille susceptible d'aider les enseignants à choisir la simulation adéquate pour une activité d'apprentissage qu'ils souhaitent exploiter avec les élèves.

Les arguments de l'intégration des logiciels dans la formation sont spécialement liés aux attendus des enseignants. Puisque, ce qui est attendu des enseignants n'est pas la seule utilisation des TICE, mais leur réelle intégration dans la pratique qui s'exprime par "un changement en profondeur de la conception de l'enseignement, tant dans la présentation des contenus mêmes d'enseignement que dans les formes d'activités" (Laborde, 1998 : P.7). En enseignement des sciences des ingénieurs en particulier, les systèmes réels étudiés sont complexes et dynamiques. L'usage des logiciels pour simplifier leur présentation permet aux apprenants de se concentrer sur l'information critique ou les compétences à développer et se faisant contribue efficacement à faciliter leur apprentissage. Il s'avère et selon (Grabe, 1996) que l'usage des logiciels de simulation est très approprié pour exécuter des procédures simplifiées et des tâches cognitives et pour (Wilenski et Stroup, 2000), permet de réduire le gap entre la réalité dynamique et complexe des phénomènes étudiés et leur enseignement simplifié et statique en classe. Les logiciels de simulation présentent une alternative aux expérimentations inaccessibles. En ce sens, Strauss et Kinzie (1994) soulignent que les simulations se substituent aux expériences dangereuses ou aux manipulations relativement longues (par exemple en physique nucléaire, physique atomique ou astronomie). Les logiciels de simulation se présentent également comme un outil didactique unique pour les expérimentations qui coûtent cher. Dans le même ordre d'idée, (McKinney, 1997 ; Kennepohl, 2001) soulignent que la combinaison des simulations et de l'expérimentation au laboratoire permet par exemple de gagner le temps en réduisant la durée de la séance en laboratoire. Ils peuvent aussi selon Roth and Roychoudhury (1993), servir comme outils d'activation et de développement des compétences. Pour le renchérir, les auteurs comme Lazarowitz et Huppert (1993 :P.8) ont en étudiant l'impact de l'usage des logiciels informatiques dans le développement des compétences procédurales en science de la biologie ont obtenu comme résultat que « *la simulation informatique peut permettre aux élèves d'utiliser les compétences de communication par graphique, interprétation des données et contrôle des variables dans des expériences simulées, et elle les a aidés à maîtriser ces compétences* ». Dans le même ordre d'idée, selon (Clements et McMillen, 1996), les représentations non verbales stimulent l'activité cérébrale. Pour l'auteur Cholmsky, (2003), la simulation multiplie les formes de représentation (images, animations, graphiques, données numériques). Les logiciels servent à effectuer des expériences virtuelles et explorer les phénomènes réels voir aussi interagir avec eux. Ils se présentent dès lors comme des outils d'investigation scientifique. Pour Droui et El Hajjami (2014), les simulations, comme outil d'investigation, améliorent la motivation et l'intérêt. Ces mêmes auteurs déclarent que « *la simulation offre des*

environnements d'investigation scientifique et des outils cognitifs nécessaires pour l'échafaudage de l'apprentissage et appliquent les compétences de résolution des problèmes» (P.6). Les logiciels sont aussi considérés comme des supports d'un apprentissage individualisé et adapté à l'apprenant. Sur ce prisme, Choi et Gennaro (1987), pensent que les simulations conduites avec un objectif bien précis peuvent être les outils appropriés pour minimiser des déficiences d'apprentissage. D'après Roschelle et al. (2000), il est important d'avoir une rétroaction immédiate après l'apprentissage de l'élève. Ce qui permet de rectifier le raisonnement au besoin. Selon Droui et El Hajjami (2014), les simulations étant caractérisées par des réponses rapides, l'apprenant peut multiplier les essais sans le découragement qui caractérise la longueur ses expérimentations habituelles. A la lumière de tous les atouts susmentionnés, il est donc clair que l'utilisation des logiciels de simulation apporte les changements chez l'apprenant et l'enseignant au niveau du contexte et au niveau du contenu.

Pour ce concerne les désavantages pédagogique et didactique des logiciels de simulation en formation, les obstacles de l'intégration des logiciels dans la formation sont multiples. Le premier obstacle chez les enseignants réside dans la nécessaire justification a priori de l'apport des TICE dans l'enseignement de sa discipline. Le second obstacle est lié aux effets de la transposition informatique, concept introduit par Balacheff (1994). Les objets de savoir se trouvent modifiés non seulement sous les contraintes de la transposition didactique mais aussi sous d'autres contraintes spécifiques à l'environnement informatique. A titre d'exemple, l'introduction des environnements informatiques dans le système d'enseignement peut modifier les rapports des sujets, élèves et enseignants, aux objets mathématiques puisque ces derniers vont vivre autrement que dans l'environnement papier-crayon. Ils peuvent ainsi offrir des possibilités pour la vie des objets d'enseignement que d'autres environnements, comme papier-crayon, ne peuvent pas offrir. Pour les auteurs, Droui et El Hajjami (2014) ; Taoufik et al. (2016), les simulations sur ordinateur ne peuvent remplacer complètement les leçons des sciences en salle de classe et les activités de laboratoire. Aussi, il convient de souligner que les simulations peuvent présenter une vision simpliste de la réalité ou introduire des comportements erronés associés au modèle physique utilisé ou au modèle informatique du modèle physique. Selon Richoux et al. (2002), une dépendance à l'ordinateur peut être engendrée par une utilisation fréquente des logiciels de simulation. Hebenstreit (1992) quant à lui souligne que les utilisateurs risquent de confondre un phénomène réel et sa représentation en simulation. C'est pour cela que Richoux et al. (2002) insiste sur la nécessité de clairement séparer la réalité et les théories. Et se faisant, l'usage des logiciels de simulation se situerait

alors comme état intermédiaire intéressant pour faciliter le passage entre réalité et théories. Les simulations peuvent contribuer à l'omission de certains facteurs avec pour conséquence que l'apprenant ne prenne pas en compte ces réalités annexes dans l'activité réelle. C'est fort de cela que Thomas et Hooper (1991) ajoutent que dans certaines situations, l'apport des simulations est incertain, voire nul. Ceci prend corps dans le fait que lorsque l'apprenant n'a pas réussi son activité, il ne peut savoir quels aspects de son modèle du système sont inappropriés.

Bien que les simulations soient pédagogiquement valorisées, utilisables dans différents contextes et dans différents cadres de formation, leur efficacité dans l'enseignement n'est pas encore démontrée (De Jong, 1994). Il existe un consensus pour affirmer que cette efficacité dépend des objectifs pédagogiques fixés, des activités demandées à l'apprenant et des orientations données ((De Jong et Van Jooligen, 1996), (Pernin, 1996), (Herzog et Forte, 1994), (Towne, 1995), (Vivet, 1991)). L'utilisation libre d'une simulation par l'apprenant ne garantit pas l'apprentissage. Comme pour les travaux pratiques en laboratoire, il est nécessaire de donner à l'élève des buts concrets, comme par exemple prouver une hypothèse, comparer des résultats théoriques avec des résultats expérimentaux, étudier les relations existant entre les variables du système, mettre le système dans des conditions spécifiques, résoudre un problème, etc. De plus, une simulation doit permettre de guider, si nécessaire, l'apprenant vers le but qui lui a été fixé, comme le fait un formateur présent durant une expérience de laboratoire.

Pour ce qui concerne les enjeux pédagogiques et didactiques des logiciels de simulation en formation, les enseignants doivent mettre en place un enseignement centré sur l'apprenant, utilisant la technologie et proposer des environnements riches pour les étudiants, sans compromettre la bonne pratique pédagogique. La didactique a montré en effet qu'il convenait de ne pas se contenter d'enseigner ni d'évaluer les acquis par des situations standards. Les "erreurs" des élèves ne sont pas nécessairement la conséquence d'un travail personnel insuffisant, mais peuvent provenir d'une mauvaise compréhension, d'une compréhension "à côté" (misconception, en anglais) et que, parfois, seule une investigation didactique peut dépister (Durey & Beaufils, 1998 : P.70). Pour assurer de bons résultats dans l'apprentissage des mathématiques à partir d'un outil technologique, des recherches recommandent la mise en place de situations scientifiques spécifiques et la conception de ressources pédagogiques qui prennent en compte les contraintes de l'outil (Ngunu, 2013).

Zaman et al (2004) constatent dans leur recherche que pour les élèves, la perception du processus d'apprentissage en utilisant des didacticiels multimédias est pour la plupart d'entre eux agréable. De plus, leur motivation pour apprendre les mathématiques est supérieure, et ils comprennent mieux les concepts (Ngunu, 2013 : P.27). Les étudiants sont encore plus réticents lorsqu'il faut concevoir et implémenter un concept du cours et pour cause ils n'ont pas toujours de compétences informatiques particulières sur lesquelles s'appuyer. L'hypothèse d'une intersection constructive entre les attentes didactiques et les potentialités de l'informatique a donc naturellement germé. Les résultats affectifs quand ils existent sont liés à des conditions didactiques. Lorsque les élèves perçoivent les possibilités et capacités qu'offre un outil technologique, ils s'engagent dans l'activité d'apprentissage (Ngunu, 2013 : P.87). Les théories de l'apprentissage moderne de Piaget et de Vygotsky soulignent l'importance du constructivisme lorsque l'intégration des technologies apparaît dans l'apprentissage.

2.2. Questions, hypothèses et objectifs de recherche

Nous précisons dans cette section les questions, les hypothèses et les objectifs de recherche.

2.2.1. Questions de recherche

Notre question principale de recherche se formule donc comme suit :

En quoi l'utilisation des logiciels de simulation dans les dispositifs hybrides comme MASTEL & MASSICO participent-t-elles de la formation significative aux compétences professionnelles exigée en enseignement des sciences pour élèves ingénieurs ?

Pour aborder ce questionnement principal, nous tenterons de répondre aux questions spécifiques de recherche suivantes :

- Quels effets les logiciels de simulation dans les dispositifs hybrides ont-ils sur les compétences professionnelles des élèves ingénieurs?
- En quoi les facteurs technopédagogiques des environnements numériques virtuels de réalisation des TéléTP en EAD impactent-ils sur les compétences professionnelles des élèves ingénieurs?
- Quelles perceptions les étudiants en EAD/FAD ont-ils sur l'usage des logiciels de simulation et leurs impacts sur leurs compétences professionnelles dans le cadre de leur formation en ingénierie?

- En quoi l'utilisation des logiciels de simulation comme outils de réalisation des activités globales dans les dispositifs hybrides participent-t-elles de la formation significative des compétences professionnelles exigée dans la formation des élèves ingénieurs?

2.2.2. Hypothèses de recherche

L'hypothèse principale de notre recherche se fonde sur l'affirmation selon laquelle les logiciels de simulation dans les dispositifs hybrides impactent de manière significative sur le niveau de satisfaction des apprenants d'une part et sur la transformation efficiente des compétences professionnelles exigée en contexte de formation des élèves ingénieurs d'autre part.

De cette hypothèse principale découle les hypothèses secondaires ci-après :

Hypothèse 1 (H1)

La virtualisation des formations professionnelles d'ingénieurs grâce à une diversité d'activités médiatisées avec un usage intensif des logiciels incitatifs et interactifs au regard de la stratégie pédagogique, impacte de manière significative sur le niveau de satisfaction des apprenants en contexte de formation des élèves ingénieurs.

Hypothèse 2 (H2)

L'usage des logiciels de simulation dans l'apprentissage en contexte de formation hybride en ingénierie impacte de manière significative le niveau de satisfaction des apprenants en contexte de formation des sciences pour ingénieurs.

Hypothèse 3 (H3)

L'usage des logiciels de simulation à connotation didactique dans les dispositifs hybrides impacte de manière significative le niveau de satisfaction des apprenants en contexte de formation des sciences pour ingénieurs.

Hypothèse 4 (H4)

L'élaboration des contenus et des activités globales d'apprentissage en lien direct avec les contraintes d'ordre socioprofessionnelles impacte de manière significative le niveau de satisfaction des apprenants en contexte de formation des sciences pour ingénieurs.

2.2.3. Objectifs de recherche

Une question de recherche reformulée sous une forme affirmative peut s'assimiler à un objectif à atteindre. Ainsi, des questions spécifiques de recherche susmentionnées découlent des objectifs de recherche rattachés à l'objectif général de recherche que nous rappelons ci-après.

La recherche conduite dans le cadre de cette étude, vise de manière générale à évaluer les dispositifs hybrides MASTEL & MASSICO tels que implémentés actuellement à l'ENSP. Entre autre, il s'agira d'évaluer l'impact de l'usage des logiciels de simulation dans de tels dispositifs hybride de formation sur la motivation d'apprentissage des étudiants ainsi que le niveau de satisfaction en terme de transfert des compétences pratiques acquis par ces apprenants tout au long de leur formation.

Il s'agira de façon spécifique de :

- Dresser un portrait des usages des logiciels de simulation des étudiants dans le cadre des dispositifs FOAD de l'ENSP;
- Identifier les perceptions que les étudiants ont des usages des logiciels de simulation dans leur formation ;
- Identifier les facteurs qui rendent difficile l'adoption des environnements virtuels pour les travaux pratiques à distance au niveau des dispositifs MASTEL & MASSICO de l'ENSP;
- Analyser l'impact des logiciels de simulation sur l'apprentissage des étudiants en contexte de formation dans le domaine des sciences des ingénieurs;
- Evaluer l'impact des logiciels de simulation sur la motivation académique des étudiants MASTEL & MASSICO de l'ENSP;
- Analyser et identifier l'impact des dispositifs hybrides sur l'efficacité des apprentissages en termes de type d'usage des logiciels de simulation, l'autodétermination et le développement des compétences professionnelles des apprenants en contexte de formation des élèves ingénieurs ;

2.3. Dimensions, domaines, variables et axes de recherche

Cette section a pour but de présenter les principales dimensions conceptuelles examinées dans l'étude en établissant le lien avec les domaines, les variables dépendantes et indépendantes associées ainsi que les axes de recherche y afférents. Nous rattachons également quelques

auteurs clés en référence au cadre théorique dont nous reviendrons plus en profondeur au prochain chapitre.

2.3.1. Dimensions, domaines et variables de recherche

Nous abordons dans cette section les différentes dimensions, les domaines ainsi que les variables et indicateurs servant à les caractériser. Nous indiquons dans la dernière colonne les références sur lesquelles nous nous sommes inspirés. Le tableau 2.1 (§ Annexe 1 : Tableau 2.1) présente une synthèse des dimensions conceptuelles de la recherche en lien avec les éléments pertinents du cadre théorique.

Le tableau 2.1 permet de recenser nos cadres conceptuels devant servir d'instruments d'analyse des résultats en lien avec les différentes dimensions, domaines, variables et quelques indicateurs de la recherche. Nous présentons ci-dessous les différentes dimensions de notre recherche.

2.3.1.1. Dimension : dispositifs ou environnements de formation

Par cette dimension, nous abordons l'environnement technopédagogique de formation utilisé pour réussir efficacement à l'innovation de la formation des élèves ingénieurs avec les dispositifs hybrides de type EAIH. Par l'environnement technologique, nous explorons les conditions d'insertion des outils, de leurs usages ainsi que les pratiques des acteurs pour développer, organiser, médiatiser, diffuser, consulter les contenus et participer aux activités en ligne (ASF de Bretagne, 2007 ; Gnanou, 2007). Les variables flexibilité pédagogiques et/ou technologies numériques donnent une souplesse et l'adaptation des programmes et contenus de formation aux attentes des acteurs et besoins économiques, tout en facilitant au niveau des offres, le contrôle spatio-temporelles, l'accessibilité géographique et horaire (Docq et al. 2010, Njingang Mbadjoin, 2015). Le tableau 2.2 illustre un cas d'appréciation du dispositif de formation par les acteurs à interviewer sur la disponibilité, l'accessibilité et l'efficacité dans la transmission des contenus dans l'environnement de formation.

Tableau 2. 1: Point de vue des acteurs sur l'accessibilité, la disponibilité et la transmission des contenus dans les dispositifs en EAD à l'ENSP

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :							
	nul	**médiocre**	**passable**	**Assez Bien**	**Bien**	**Très Bien**	**TOTAL**
Code	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	
Il y a une simplicité de l'espace numérique (EIAH, plateforme, ENT/EVT,…) ;							
Une ouverture au web dynamique et la recherche d'informations (base de données, flux rss, internet, bibliothèque virtuelle,…)							

Une diffusion et disponibilité d'informations variées en réseaux types (télé mémoire, télé présence, télé participation…)							
Une facilité d'accès aux ressources médiatisées et activités (Hyperliens et site, hypermédias, évaluation, feedback,…)							
Une facilité de consultation et de dépôt support multimédia : sonore, audio/vidéo, texte, image, web (HTM, XML, XLS, PDF, JPEG, GIF, …)							
TOTAL							

La variable structurelle va nous permettre de caractériser la répartition des charges entre présence et distance. L'exploitation de la variable structurelle permet de caractériser le type de dispositif implémenté (hybride/bi-modale, entièrement à distance). Les indicateurs que nous mobilisons par exemple pour observer la variable flexibilité pédagogique/technologie sont les suivants (Docq, 2010 ; Berrouck, 2010 ; Henri et Lundgren-Cayrol, 1996 ; Njingang Mbadjoin, 2015) :

- ✓ Programme et adaptation de contenus aux attentes et besoins des acteurs en formation, et économiques au niveau local et sous régional ;
- ✓ Scénario d'apprentissage et d'encadrement avec le numérique (Description précise des tâches et compétences visées, règles et procédures de réalisation d'activités,..) ;
- ✓ Contrôle spatio-temporelles et accessibilité (lieu géographique, horaire, interaction,…) ;
- ✓ Usage des outils de communication et libre choix des méthodes (apprentissage, collaboration,…) et ressources internes ou externes ;
- ✓ Accroître la dynamique du processus de structuration, l'autodétermination et d'adaptation qui fondent l'intelligence et la relation sociale ;
- ✓ Augmentation des moyens et la vitesse de communication synchrone (téléconférence, chat,...) et asynchrone (Forum de discussion thématique, courrier électronique,…).

2.3.1.2. Dimension : usages des logiciels

La dimension usage des logiciels va permettre d'observer ce que font les étudiants des logiciels et leur efficacité dans la réalisation des activités proposées dans les différentes UEs. La perception générale se fera autour des productions des apprenants selon deux catégories d'activités notamment les activités individuelles et collaboratives. Il sera également question d'explorer les fonctions pédagogiques des outils tels que : autotest, simulation, conception, schéma modélisation, etc. Le caractère innovant desdits logiciels est abordé en analysant les conditions d'usage de ces outils pour moderniser l'apprentissage et la formation dans le

domaine des sciences pour ingénieurs. Nous prenons en compte ici quatre concepts clés : innovation, logiciel, usage et efficacité en contexte de formation des élèves ingénieurs. L'analyse des pratiques innovantes avec un dispositif hybride et son impact sur l'acquisition des compétences professionnelles des étudiants formés constitue un des centres d'intérêt primordial pour notre étude. L'innovation se traduit par la recherche d'une stratégie efficace à l'intégration réussie des quatre concepts dans un dispositif technopédagogique, visant à favoriser le transfert des compétences professionnelles contexte de formation par le numérique.

L'usage des logiciels en contexte de l'intégration des pratiques innovantes dans un dispositif hybride de formation des sciences pour ingénieurs, sont analysés sur deux angles : fonctionnel et relationnel. L'analyse de l'usage des logiciels, sur le plan fonctionnel est abordée en faisant appel aux deux modalités réactive et proactive. Par la modalité proactive, nous abordons le caractère incitatif du travail individuel et par la modalité réactive le volet transmission de l'information. Sur le plan relationnel, la modalité interactive car servant à inciter le travail collaboratif d'équipe en faisant usage d'artefacts et d'outils de médiation/médiatisation.

Les tableaux 2.3 et 2.4 sont des exemples illustratifs d'outils élaborés pour analyser sur le plan fonctionnel et relationnel des usages d'artefacts et d'outils de médiation/médiatisation embarqués dans les dispositifs MASTEL (§1) et MASSICO (§2). L'exploitation des résultats découlant de ces tableaux vont permettre d'identifier en nombre les activités ainsi que les logiciels utilisés dans les dispositifs de formation. Ces données vont également permettre de localiser les outils les plus utilisés par les acteurs de la formation.

Tableau 2. 2: Analyse des traces d'opérations incitatives (ou activités individuelles) médiatisés en EIAH

	Effectif observé par dispositif (§1, §2)*		
Réf.Disp :→	**§1**	**§2**	**TOTAL1**
Activité de simulation conceptuelle, de procédures et de pratiques professionnelles			
Activités de conception graphique et de modélisation			
Activités d'auto test évaluative			
Activités de télémanipulation d'objets virtuels ou réels à distance			
TOTAL2			

Tableau 2. 3: Analyse des traces d'opérations interactives (création et dépôt contenus collaboratifs/interactionnels) médiatisés en EIAH

	Effectif observé par dispositif (§1, §2)*		
Réf.Disp :→	**§1**	**§2**	**TOTAL1**
Activité d'échanges par chat			
Activité d'échanges avec le forum			
Activité d'échanges par audio/téléconférence ou par vidéo/Visio conférence			
Activité d'échange avec un logiciel			
Activité d'échange avec un média de communication			
TOTAL2			

2.3.1.3. Dimension : apprentissage (perspective cognitiviste)

Cette dimension se réfère aux capacités des apprenants à « recevoir, stocker, extraire, transformer et transmettre des informations » (Merriam et Caffarella 1991, p. 159 ; repris par Ngunu, 2013). Par cette dimension, nous aimerions observer le comportement des étudiants à travers les variables : attention, participation, interaction, conditions didactiques, affordances, confiance affective d'engagement à l'apprentissage, assiduité, disponibilité, etc.

L'évaluation de la compétence acquise ne consiste pas seulement à regarder les résultats à une évaluation, mais de palper le sentiment des acteurs par rapport au processus et les conditions de leur acquisition (Njingang Mbadjoin, 2015). En effet, dans le cadre des apprentissages actifs, Tardif (2006) propose de se fonder sur plusieurs principes permettant de rendre compte de l'autonomie de l'apprenant et du processus d'acquisition de compétences tout en déterminant les ressources mobilisées et mobilisables dans les situations qui définissent la trajectoire ; et les critères qui incluent les différences entre apprenants pris individuellement ou collectivement. La perception du dispositif de formation et des conditions pour acquérir les compétences est très déterminante dans l'apprentissage comme le montrent les études sur la motivation (Viau, 1994). Nous proposons dans le cadre de notre recherche d'analyser les échelles de perception des effets du dispositif par les apprenants en les décomposant tout comme (Lebrun, op. cit) par rapport aux facteurs d'apprentissage.

Le tableau 2.5 illustre un exemple de grille de collecte des données servant à renseigner la dimension apprentissage à travers les fréquences cumulées des variables assiduité et disponibilité de l'apprenant autour du dispositif de formation.

Tableau 2. 4: Outil de collecte des données servant à traduire la temporalité et le nombre de connexion de l'acteur au sein du dispositif de formation

		Fréquence cumulée	
Dispositif :…….. Période :……..		Assiduité	Disponibilité
Acteur	Plateforme	Nombre de connexion	Durée (min/h)

2.3.1.4. Dimension : logiciels et apprentissage

La dimension logiciels et apprentissage permet de repérer les conditions d'usage des étudiants desdits outils de simulation. Pour ce faire, nous faisons recours aux variables : type de logiciel, qualité du logiciel, condition d'exécution, environnement de travail, etc.

Pour Ngunu (2013), il y a bel et bien un impact de l'utilisation des logiciels sur l'élève, mais cet impact peut être différent selon le contenu même du logiciel utilisé, les conditions d'utilisation et même le niveau de formation de l'enseignant, qui influence directement leur manière d'utiliser. Par exemple, l'auteur à travers le logiciel CSTS montre que son usage pour l'enseignement des mathématiques fournit aux apprenants de puissantes possibilités d'apprentissage. Les recherches de Papert (1980), permettent de conclure sur les problèmes rencontrés dans une salle de classe. Il évoque par exemple que les apprenants peuvent se laisser absorber par l'écran au détriment de la réflexion sur le contenu. En effet, la manipulation des images et des objets à travers le logiciel ne garantit pas que les idées conceptuelles soient maîtrisées. Nous sommes donc intéressés sur l'apport des logiciels comme facilitateur d'apprentissage, ceci à travers son contenu par rapport à l'objet d'étude, son accessibilité aux apprenants, son apport didactique et pédagogique, etc.

Tableau 2. 5: Grille de collecte des données relatives aux outils mobilisés par un acteur au sein du dispositif pour réaliser une activité

		Fréquence	
Dispositif :…… Période :…… Acteur :…….		Assiduité	Disponibilité
	Types d'outils numériques mobilisés	Nombre de connexion	Durée (min/h)
A- Bloc type d'outils transmissifs/de consultation			
B- Bloc type d'outils interactifs			
C- Bloc type d'outils incitatifs			

Un questionnaire et un entretien semi-directif va nous permettre à partir de cette dimension de repérer les effets qu'a eu l'utilisation des logiciels sur leur performance académique.

2.3.1.5. Dimension : autodétermination

Nous voulons par cette dimension voir comment l'usage des logiciels influe sur l'autodétermination des étudiants d'une part et leurs attitudes d'autre part. Il sera question de répondre à la question : L'usage des logiciels dans la formation en MASTEL & MASSICO par les étudiants augmente-il leur intérêt et leur performance ?

Cette dimension nous amène également à analyser les indicateurs d'innovation qui impactent l'efficacité des types d'usage pédagogique du numérique et l'autodétermination des apprenants. Nous voulons connaître le sentiment de l'apprenant quant à son utilisation du logiciel par rapport aux indicateurs de sa performance générale en sciences. Pour ce faire, l'apprenant doit déclarer son point de vue, si le logiciel a amélioré ou détérioré ses résultats ou bien s'il n'a produit aucun effet. Le concept de motivation et du sentiment de compétence de l'apprenant permet de comprendre l'apport des dispositifs hybrides et/ou des logiciels qui y sont utilisés afin d'appréhender leurs effets sur les acteurs de la formation. Selon Njingang Mbadjoin (2015 : P. 132), « *La performance, voire le sentiment de compétences des apprenants peut être lié à la qualité ou l'efficacité avec laquelle un dispositif mobilise les objets nécessaires dans son processus d'acquisition* ». Ce processus permet d'identifier le niveau d'engagement et même

les conditions de son implémentation pour qu'un individu ou un groupe puisse réellement développer les savoirs, le savoir-faire, le savoir être ou le savoir devenir avec les outils adaptés en situation d'apprentissage.

Le tableau 2.7 illustre un cas d'appréciation des apprenants des dispositifs FAD au regard des facteurs d'ordre incitatif de l'utilisation des logiciels comme objet d'apprentissage.

Tableau 2. 6: Fréquence des appréciations des étudiants sur la pertinence des usages des logiciels en FAD au regard des facteurs d'ordre incitatif

	Plutôt d'accord	**D'accord**	**Désaccord**	**Totalement en désaccord**	**TOTAL**
Code	**1**	**2**	**3**	**4**	
Activités cognitives individualistes facilitées (Schéma et modélisation, Programmation, Simulation, Exerciseur,…)					
Activités d'apprentissage proches des réalités socio professionnelles (Situations problèmes, Etude de cas, mise à projet,…)					
Activités cognitives mettant davantage l'étudiant en démarche scientifique de recherche					
Etudiants apprenant davantage avec une variété d'activités et de diversité d'outils incitatifs					
Meilleur analyse d'expérience d'apprentissage individuel par l'étudiant (tableau de bord, exercice,…)					
TOTAL					

2.3.1.6. Dimension : design pédagogique

Nous abordons cette dimension sous l'angle conceptuel d'un « dispositif » selon Peraya. Il décrit le dispositif dans ces aspects en situation d'apprentissage, comme étant la relation entre «les comportements et les conduites sociales (affectives et relationnelles), cognitives, communicatives des sujets » (Peraya, 1999 : P.153). L'implémentation du dispositif comme instrument de médiatisation/médiation permet d'opérer les changements sur les comportements et conduites dans le processus de transformation d'apprentissage, appuyé par l'ingénierie de formation et du design pédagogique (Peraya, 2010 : repris par Njingang Mbadjoin, 2015). Nous avons pour cela pris compte des expressions langagières propres aux dispositifs étudiés comme activités globales, situation problème, projets, activités d'auto-évaluations, les devoirs, ou encore l'indication d'un type de support ou logiciel professionnel spécifique utilisé lors des activités d'ingénierie et élaboré dans certains cas comme un outil de transition ou de passage. C'est également le cas des travaux pratiques virtuels ou de laboratoire à distance (télé

laboratoire) qui peuvent être confondus et perçues comme de simples outils de simulation d'objet virtuel et non de télémanipulation d'objet réel (Mhiri et al., 2012 ; Loisier, 2011).

Le tableau 2.8 illustre un exemple de grille d'appréciation du design pédagogique de l'environnement d'apprentissage par les apprenants en formation à distance.

Tableau 2. 7: Fréquence des appréciations des étudiants sur la pertinence de la scénarisation d'un cours au regard des facteurs d'ordre transmissif

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui	TOTAL
Code	1	2	3	4	
Il y a une simplicité de l'espace numérique (EIAH, plateforme, ENT/EVT,…) ;					
Une ouverture au web dynamique et la recherche d'informations (base de données, flux rss, internet, bibliothèque virtuelle,…)					
Une diffusion et disponibilité d'informations variées en réseaux types (télé mémoire, télé présence, télé participation…)					
Une facilité d'accès aux ressources médiatisées et activités (Hyperliens et site, hypermédias, évaluation, feedback,…)					
Une facilité de consultation et de dépôt support multimédia : sonore, audio/vidéo, texte, image, web (HTM, XML, XLS, PDF, JPEG, GIF, …)					
TOTAL					

2.3.1.7. Dimension : géographique

Il existe une certaine similitude entre les pays d'appartenance des apprenants des formations MASTEL & MASSICO. Certaines de ces différences s'expliquent directement par le niveau de développement des pays d'Afrique subsaharienne où se limite ici l'offre de formation. La plupart des états de cette aire géographique sont connus comme étant des pays sous-développés et ce faisant, les institutions universitaires n'ont toujours pas les moyens financiers pour se doter des laboratoires de pointes d'une part, les étudiants d'autre part qui financent généralement par eux-mêmes leur formation ne peuvent se procurer des logiciels professionnels très souvent payant.

Par cette dimension géographique nous mobilisons plusieurs variables à l'instar la temporalité, la flexibilité, la gestion programmatique des cours et activités aux heures de convenance des acteurs de la formation. Par exemple, grâce à la flexibilité géographique, certains étudiants et enseignants peuvent participer aux enseignements pendant qu'ils travaillent, lors d'un séjour à l'étranger pendant la période de la formation ou tout simplement lors d'une mission dans une localité autre que son lieu de résidence. La flexibilité horaire donne aux acteurs de la formation

la possibilité de négocier les plages horaires convenant à la disponibilité des enseignants et aux étudiants. Selon Berrouk (2010), un des avantages de la flexibilité pédagogique de tel dispositif de formation est, qu'il éloigne l'isolement en réduisant le niveau d'abandon en FAD.

Le tableau 2.9 permet de localiser et par pays le nombre des étudiants ayant participé à l'enquête. Ce tableau œuvre à établir la distribution géographique des apprenants et par pays d'appartenance de ces derniers.

Tableau 2. 8: Distribution géographique et par pays des étudiants ayant participé à l'enquête

#	*Pays*	*Effectif total*
1		
2		
TOTAL		

Le tableau 2.10 permet d'identifier le statut de chaque apprenant du dispositif de formation.

Tableau 2. 9: Situation professionnelle des étudiants toutes FAD confondues à l'ENSP

#	Question	Nb.	%
4	Quel est votre situation professionnelle ?	Total	Pourcentage
	Travailleur du secteur privé		
	Travailleur du secteur public		
	Sans emploi		
	Autres		

Les différentes dimensions retenues ont donné lieu à l'élaboration des axes de recherche que nous présentons dans la section suivante.

2.3.2. Axes de recherche liés au contexte d'étude

Pour répondre aux questions de recherche précédentes, nous aborderons les axes de recherches ci-après :

Axe 1 : Description et analyse des dispositifs hybrides de l'ENSP : cas spécifique du MASTEL et MASSICO

Nous procéderons dans cet axe à une analyse complète des dispositifs misent en place dans le cadre des programmes de formation en master professionnel à distance de l'ENSP. Il sera surtout question d'observer les outils choisis et leur utilisation en contexte de virtualisation des enseignements en télécommunications pour élèves ingénieurs.

Axe 2 : Etude d'impact des dispositifs hybrides sur le développement des compétences professionnelles des apprenants en formation en ingénierie

Ayant au niveau de l'Axe 1 abordé le dispositif de formation ainsi que les principaux outils qui y sont embarqués, il sera d'avantage question dans cet axe, d'évaluer la performance desdits dispositifs dans le développement des compétences professionnelles des apprenants. En outre, il sera question pour nous ici d'évaluer l'impact desdits dispositifs sur l'acquisition réelle des savoirs et savoir-faire exigé dans le domaine de la formation en ingénierie.

Axe 3 : Etude d'impact des logiciels de simulation sur le développement des compétences professionnelles des apprenants en formation en ingénierie

Nous allons recenser et analyser les différents logiciels mobilisés au niveau des différents enseignements. Une grille d'analyse élaborée servira de base de notation des logiciels utilisés ainsi qu'une autre grille d'évaluation des types d'activités que les enseignants proposent aux apprenants. Le couplage des deux grilles servira d'outil d'évaluation permettant d'évaluer l'impact l'usage des logiciels de simulation sur le développement des compétences professionnelles des apprenants.

Axe 4 : Perceptions des apprenants sur l'efficacité des usages des logiciels de simulation pour l'apprentissage des sciences pour ingénieurs

Les résultats des analyses découlant des axes 2 et 3 serviront de base d'évaluation du niveau de perception des apprenants sur leur sentiment propre d'efficacité d'usage des logiciels de simulation comme outils de base de formation des élèves ingénieurs en contexte de formation en présence ou à distance.

Axe 5 : Les usages des logiciels en contexte d'enseignement des télécommunications dans les dispositifs hybrides

Nous procéderons à une étude de cas en nous appuyant sur quelques enseignements en télécommunications des dispositifs MASTEL/MASSICO.

2.3.3. Relation entre axes et hypothèses de recherche

Nous résumons sur la figure 2.2 les liens entre les axes et les hypothèses de recherche précédemment recensées. Cette figure présente le modèle relationnel entre les hypothèses de recherche et les axes retenus afin de mettre en relation les différentes sources de données à utiliser. A titre d'exemple, les résultats de l'axe 1 portant sur " Description et analyse des dispositifs hybrides de l'ENSP : cas spécifique du MASTEL et MASSICO" permettront de vérifier l'hypothèse 1 (H1) de recherche. La grille conçue pour la description du dispositif servira de cadre à l'étude d'impact de l'usage des dispositifs hybrides sur le développement des compétences professionnelles des apprenants au service de l'axe 2 dont les résultats permettent de vérifier notre hypothèse 2 de recherche. Sur la figure, la relation entre l'axe 1 et l'axe 2 est bidirectionnelle ce qui se justifie par le fait que les variables utilisées pour caractériser le dispositif de formation (nature ou type de dispositif, niveau de médiatisation, catégorie des logiciels embarqués mobilisée dans le dispositif, etc…) sont également exploitées au service de l'axe 2 afin d'observer leurs impacts sur le développement des compétences professionnelles des apprenants. Les données collectées au service de l'axe 1 sont exploitées à l'axe 2 et inversement. La même logique s'applique pour toutes les autres relations.

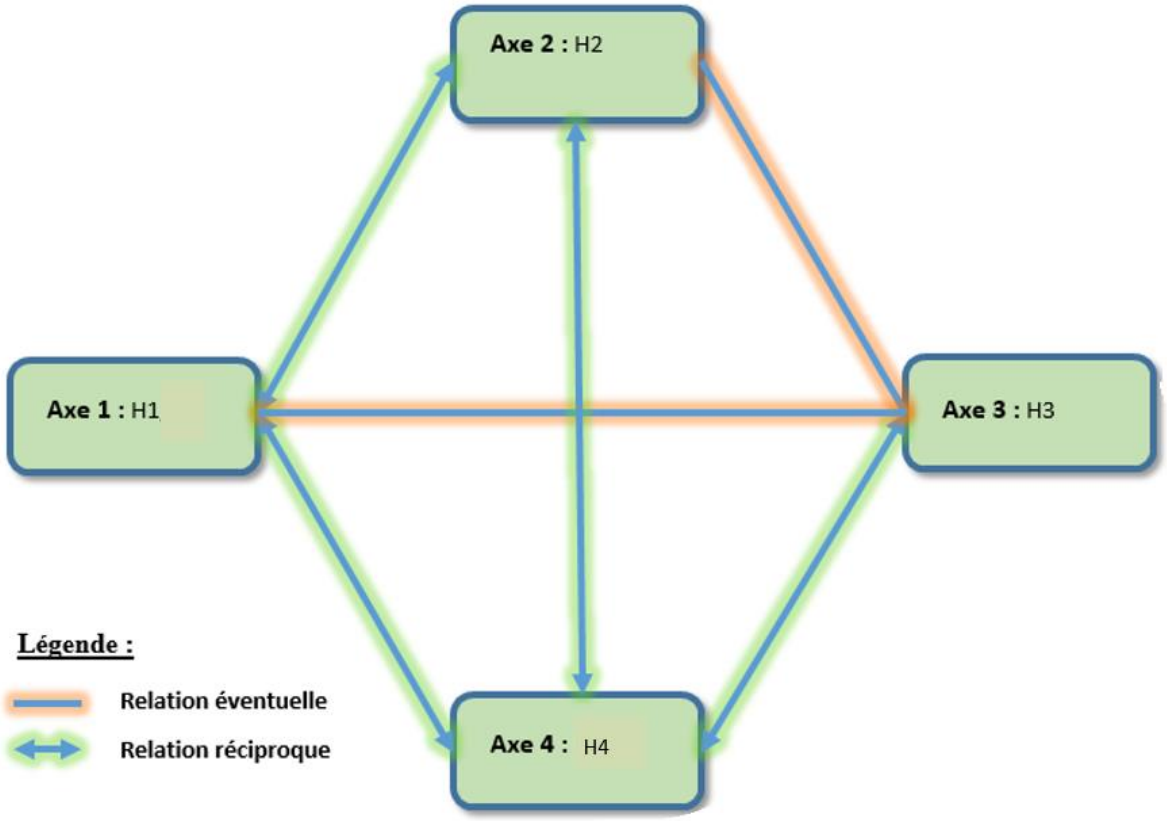

Figure 2. 1: Liens entre axes et hypothèses de recherche

L'axe 5 ne ressort pas explicitement sur ce logigramme pour la simple raison que cet axe fait référence au cas expérimental retenu pour l'étude. En effet, chaque fois que nous faisons appel à un exemple d'illustration dans un des axes susmentionnés, nous le faisons au regard des cours choisis comme modèles d'étude. Il s'agit donc d'un axe transversal aux 4 autres axes de recherche.

Nous y reviendrons plus en détail au chapitre 4 (§ 4.1.2) sur les dimensions, les variables ainsi que les indicateurs utilisés pour caractériser chacune des variables servant de cadre de référence à l'analyse des hypothèses (H1, H2, H3 et H4). Ceci a été fait, en établissant chaque fois le lien entre les axes et nos hypothèses de recherche comme illustré sur la figure 2.1.

Conclusion

Au terme de ce chapitre et au regard des constats des chercheurs sur l'usage des TIC et particulièrement des logiciels de simulation en éducation, nous avons dégagé la problématique de notre recherche autour du questionnement : ***En quoi l'utilisation des logiciels de simulation dans les dispositifs hybrides comme MASTEL & MASSICO participe-t-elle à l'amélioration des compétences professionnelles exigée dans la formation des élèves ingénieurs à l'ENSP?*** De cette question principale de recherche, s'en est décliné des questions spécifiques qui ont servi de cadre à l'élaboration de nos hypothèses de recherche énoncées sous la forme affirmative. La dissection de nos hypothèses a permis d'identifier les variables dépendantes et indépendantes organisées autour des dimensions et domaines synthétisées dans le tableau 2.1 (section 2.3) du présent chapitre.

Telles sont les préoccupations que nous tenterons de résoudre dans la suite de cette étude et structurée autour des axes retenues pour la circonstance. Chaque axe est rattaché à une hypothèse dont le but ultime est de servir de cadre référentielle à sa vérification.

Dans le chapitre qui va suivre, nous abordons les cadres théoriques traitant ou ayant traité les questions sus mentionnées.

CHAPITRE 3 : CADRAGE THEORIQUE

Introduction

Le chercheur pour s'enquérir des termes de référence de son objet de recherche, commence par repérer les concepts et notions en lien avec sa problématique de recherche. Pour ce faire, il doit définir les champs et procédures de recherches sur lesquelles vont s'appuyer le travail, identifier les méthodes de récolte et d'analyse des données. Ils sont issus de recherche d'informations dans l'espace cybernétique mondial (bibliothèques numériques, des sites web scientifiques, des bases de données des organismes de recherche), des bibliothèques physiques ainsi que tout autre média de communication comme des conférences et séminaires scientifique.

Le présent chapitre se compose de quatre grandes sections. La première (section 3.1) porte sur les dispositifs hybrides et innovation en ingénierie de formation qui a permis de cerner les composantes qui entrent en jeux lors de l'élaboration d'un dispositif hybride. La deuxième (section 3.2) quant à elle interpelle les cadres conceptuels servant à la description des dispositifs hybrides et comprendre leurs effets sur la formation. La troisième (section 3.3) explore les cas d'usage des logiciels de simulation en contexte de formation hybride et la dernière (section 3.4) propose les angles d'analyse des dispositifs de formation.

3.1. Dispositifs hybrides et innovation en ingénierie de formation

La formation supérieure universitaire initiale et continuée voit se développer depuis quelques années des dispositifs articulant à des degrés divers des phases de formation en présentiel et des phases de formation à distance, soutenues par un environnement technologique comme par exemple une plateforme de formation. Ces dispositifs sont de plus en plus désignés par le vocable de « dispositifs hybrides ».

Avant d'entrer dans le vif des dispositifs hybrides, revenons tout d'abord sur le concept même de dispositif, qui selon Charlier et al. (2006), a été utilisé dans le champ des sciences de l'éducation et dans celui de la formation depuis les années 1970 sans qu'à l'époque il n'ait été réellement défini. Vu comme un outil technique, un dispositif désigne à l'origine « *un ensemble de moyens disposés conformément à un plan* ». Par extension, le dispositif a très vite désigné un ensemble de moyens humains et matériels mis en œuvre afin d'atteindre un objectif (Lameul, 2005) ou, dans le champ de la formation, agencés en vue de faciliter un processus d'apprentissage (Blandin, 2002). Comme nous pouvons le constater, ces définitions relèvent toutes du domaine de l'ingénierie de formation. Ces définitions marquent d'empreintes les

fonctions : symbolique, psychologique, cognitive et relationnelle inscrites dans tout un dispositif. Alors, l'analyse du concept de dispositif va donc obliger à repenser les rapports entre le symbolique, le technique et le relationnel comme d'ailleurs celui de la médiatisation et de la médiation. Aussi Peraya (1998) a-t-il proposé la dénomination de « dispositif techno-sémiopragmatique[31] » qui du point de vue strict de la théorie de la communication voulait rendre compte de cette triple articulation (Charlier et al., 2006). Pour Linard (1998), repris par Charlier et al. (2006), en insistant sur la référence aux théories de l'action ainsi qu'à la composante cognitive de tout dispositif donne la définition suivante :

> « *Fondé sur la mise en système des agents et des conditions d'une action, un dispositif est une construction cognitive fonctionnelle, pratique et incarnée. […] Il se situe à l'opposé de l'opération informationnelle, définie comme traitement logicosymbolique de données abstraites hors sujet et hors interaction* » (Charlier et al., 2006 : P.473).

De cette définition de Linard, nous pouvons remarquer qu'elle met en exergue une dimension essentielle, celle de la présence de l'auteur qui comme le souligne aussi Charlier et al. (2006), le dispositif est incarné et intègre le sujet et ses intentions. Peraya (1999) quant à lui et dans une vision plus généraliste considère que :

> « *un dispositif est une instance, un lieu social d'interaction et de coopération possédant ses intentions, son fonctionnement matériel et symbolique enfin, ses modes d'interactions propres. L'économie d'un dispositif – son fonctionnement – déterminée par les intentions, s'appuie sur l'organisation structurée de moyens matériels, technologiques, symboliques et relationnels qui modélisent, à partir de leurs caractéristiques propres, les comportements et les conduites sociales (affectives et relationnelles), cognitives, communicatives des sujets* ». (Peraya, 1999 : P.7)

Des définitions susmentionnées, permettent de comprendre un dispositif comme une entité centrale autour duquel gravitent les acteurs et leurs rôles dans son fonctionnement propre. Il ressort alors ici même l'importance que va requérir l'analyse des dispositifs hybrides comme « dispositif émergent ou innovant » et ou les acteurs occupent une position centrale.

[31] Nous utilisons le terme pragmatique dans le sens que lui donnent la linguistique et les théories du langage et de la communication qui distinguent classiquement sémantique, syntaxe et pragmatique. Ce dernier sous domaine étudie les aspects relationnels du langage.

Dans la littérature anglophone, les chercheurs préfèrent plutôt l'expression "blended learning" (apportée par Osguthorpe et Graham en 2003) que "hybrid learning" pour faire référence au mélange du mode présentiel et du mode à distance :

> "*Because this "hybrid" word and terminology implies a very particular meaning and it can produce confusion, the word blend is preferred to explain this particular educational and learning situation that focuses on the mingling together of face-to-face and technology in ways that lead to a well-balanced combination (Osguthorpe et Graham, 2003: P.230).*
>
> *The term [blended learning] is commonly associated with the introduction of online media into a course or programme, while at the same time recognising that there is merit in retaining face-to-face contact and other traditional approaches to supporting students (MacDonald, 2008)*" (repris par Hoby Andrianirina, 2011: P.147).

Dans la littérature anglaise aussi, nous avons selon les auteurs, différentes appellations pour désigner le concept de dispositif hybride largement utilisé en littérature francophone. Ainsi, « integrated learning » apparaît dans des travaux sur l'interdisciplinarité, le socio-constructivisme, le transfert, l'articulation entre l'apprentissage à l'école et au travail ainsi que l' « experience-based learning » (Boud et Knights, 1996; Gibbons et Gray, 2002; Eisenman, Hill, Bailey et al., 2003; Venville, Rennie et Wallace, 2004). Certains auteurs parlent de « blended learning environments » (Osguthorpe et Graham, 2003 ; Peraya D. et Peltier C., 2012), d'autres de « blended learning programs » (Singh, 2003). Que ce soit le « blended learning environments » ou « blended learning programs », le dénominateur commun est l'articulation harmonieuse de la présence et de la distance soutenue par l'usage des technologies numérique et du réseau informatique. Pour Peraya D. et Peltier C. (2012a), un programme « blended learning » pourrait combiner une ou plusieurs des dimensions suivantes : en ligne/hors ligne, individuel/collaboratif, contenu formel/informel, théorie/pratique, etc. Ils pensent entre autre que le « blended learning » permet « d'enrichir les modes de formation « traditionnels » et ce avec un rapport qualité prix raisonnable (Singh, 2003) ».

En français, on utilise plutôt l'expression "dispositif hybride". De manière globale, un dispositif hybride s'appréhende comme une articulation des modes de formation en présentiel et à distance. Pour Charlier, Deschyver et Peraya (2006), cette mise à distance d'une partie de la formation est appréhendée comme "une innovation" par le recours à des environnements

technopédagogiques. L'innovation dont il est question ici est alors à la fois technique et pédagogique.

Pour Capobianco et Lehman (2004), repris par Ngunu (2013), les technologies ont le potentiel de jouer un rôle important comme outil d'enseignement qui permet aux professeurs de sciences de concevoir, de planifier, et de mener des investigations scientifiques. Des recherches menées dans le secteur de l'EIAH (Environnements Interactifs d'Apprentissage Humain) visent à proposer des solutions sophistiquées basées sur une approche cognitive et s'intéressent aux interactions entre système et apprenant (Balacheff et al. 1997 ; cité par Guéraud et al., 1999). Ce secteur a connu un grand bond avec l'émergence des nouvelles technologies de l'information et de communication qui offrent aujourd'hui des possibilités avec des outils numériques de contribuer à l'implémentation des dispositifs de formation sous plusieurs prototypes partiel, hybride ou entièrement à distance. Nous nous proposons dans les sections qui vont suivre d'identifier les variables utilisées par d'autres recherches et ceci à partir d'une recension des écrits au niveau de la conception, de l'implémentation et de l'usage des dispositifs hybrides de formation en ingénierie.

3.1.1. Dispositifs hybrides et ingénierie de conception

La conception d'un dispositif hybride de formation se base sur le raisonnement pour représenter l'expertise du domaine, l'expertise pédagogique et le comportement de l'élève. L'implémentation de tels dispositifs pose souvent des problèmes dus à la complexité des modèles qu'elle met en œuvre et requiert souvent une étroite et longue collaboration entre spécialistes (pédagogues et informaticiens). L'hypothèse d'une intersection constructive entre les attentes didactiques et les potentialités de l'informatique a donc naturellement germé. Les résultats affectifs quand ils existent sont liés à des conditions didactiques. Ainsi, l'ingénierie de conception fait recours à l'hybridation. Celle-ci intègre deux facteurs : le facteur humain aussi connu sous l'appellation de médiation et le facteur technologique ou médiatisation.

3.1.1.1. Médiation

Il convient de rappeler que nous nous situons ici dans une approche collaborative et socio-constructiviste de l'apprentissage selon la conception vygotskienne versus approche transmissive/individualiste. Le modèle de conception doit alors intégrer un schéma « tripolaire » (Sujet-Objet-Alter) traduisant d'une part l'environnement d'apprentissage et d'autre part les changements cognitifs grâce aux interactions : sociale et de tutelle.

La médiation ne relève pas seulement du relationnel entre les différents acteurs du dispositif comme le souligne Hoby Andrianirina (2011). Mais elle relève aussi d'autres formes de médiation : « *sensorimotrice (elle porte sur les comportements gestuels et moteurs induits par l'instrument), praxéologique (elle porte sur les conditions de réalisation de l'action) et réflexive (elle porte sur le sujet lui-même et implique donc une dimension méta fondamentale pour les processus d'apprentissage))* » (Charlier et al., 2006 ; Hoby Andrianirina, 2011 : P.76. Partant de cette citation de Charlier et al. (2006), nous constatons que la médiation est accompagnée d'une idée de facilitation et de réconciliation. Ces deux idées de facilitation et de réconciliation œuvrent alors à socialiser le dispositif en militant à ce que les points de vue ainsi que les entités pensantes se rejoignent.

Le dispositif pris comme médiateur doit alors être amené à jouer un rôle de facilitateur. Vu sous cet angle, la médiation comme le souligne les auteurs (Lancien, 2003; Bélisle, 2003) est aussi perçu comme « *l'ensemble des processus par lesquels une personne ou un groupe de personnes s'intercale entre le sujet apprenant et les savoirs à acquérir pour en faciliter l'apprentissage*».

Le dispositif doit aussi être pris comme un accompagnateur de l'apprenant dans son projet personnel, ceux d'autant que selon Carré et Caspar (1999 : P.133), « *l'accompagnement de projet avec une aide à la construction de savoirs singuliers par les apprenants, visant l'acquisition de compétences en situation* ».

Enfin, le dispositif doit jouer un rôle d'animateur et selon Hoby Andrianirina (2011 : P.122), il s'agit de «*enrôlement de l'apprenant, contrôle de sa frustration et maintien de l'orientation selon l'étayage de Bruner ou un évaluateur*». La fédération des trois grands vocables à savoir : médiateur, accompagnateur et animateur dans un dispositif technique est appelé la médiatisation.

3.1.1.2. Médiatisation

Pour Hoby Andrianirina (2011), on associe la médiatisation à l'utilisation de l'artefact comme médiateur entre les trois pôles sujet – objet – alter. Selon Bélisle (2003), la médiatisation est "l'instrumentation technique d'une action humaine" et concerne "l'instrumentation technique d'une action humaine". Pour Charlier et al. (2006), la médiatisation dans l'apprentissage relève de "*l'ingénierie de la formation et du design pédagogique et portent sur deux dimensions du dispositif de formation : les objets et leurs fonctions*". Hoby Andrianirina (2011) souligne que les objets peuvent être des concepts ou des "représentations photographiques ou les dessins à

fonction désignative ou référentielle". Quant à leurs fonctions, elles sont multiples : informer, communiquer, produire, etc.

Dans le contexte de formation avec le numérique, la médiatisation est assurée par les Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC). Ces nouvelles technologies intègrent les environnements de travail à distance, les technologies intégratives utilisant les mondes virtuels ou la téléphonie mobile comme supports d'apprentissage. En général, selon l'approche pédagogique choisie, le concepteur est amené à réfléchir sur un certain nombre de questions : quels objets ou médias mettre en place ? Pour quelles fonctions ? Quels scénarios entre les objets, leurs fonctions et les scénarios pédagogiques ?

3.1.1.3. Ingénierie de conception

Les éléments pour la conception d'un dispositif d'apprentissage hybride reposent sur une série d'étapes. Nous nous referons ici au schéma de Blepp (1999) repris par Hoby Andrianirina (2011 : P.73). La figure 3.1 recense les différentes étapes clés à la conception d'un dispositif hybride de formation. Elle constitue pour notre recherche un socle sur lequel nous nous appuyons pour faire l'analyse diagnostique des dispositifs faisant l'objet ici de cas expérimental.

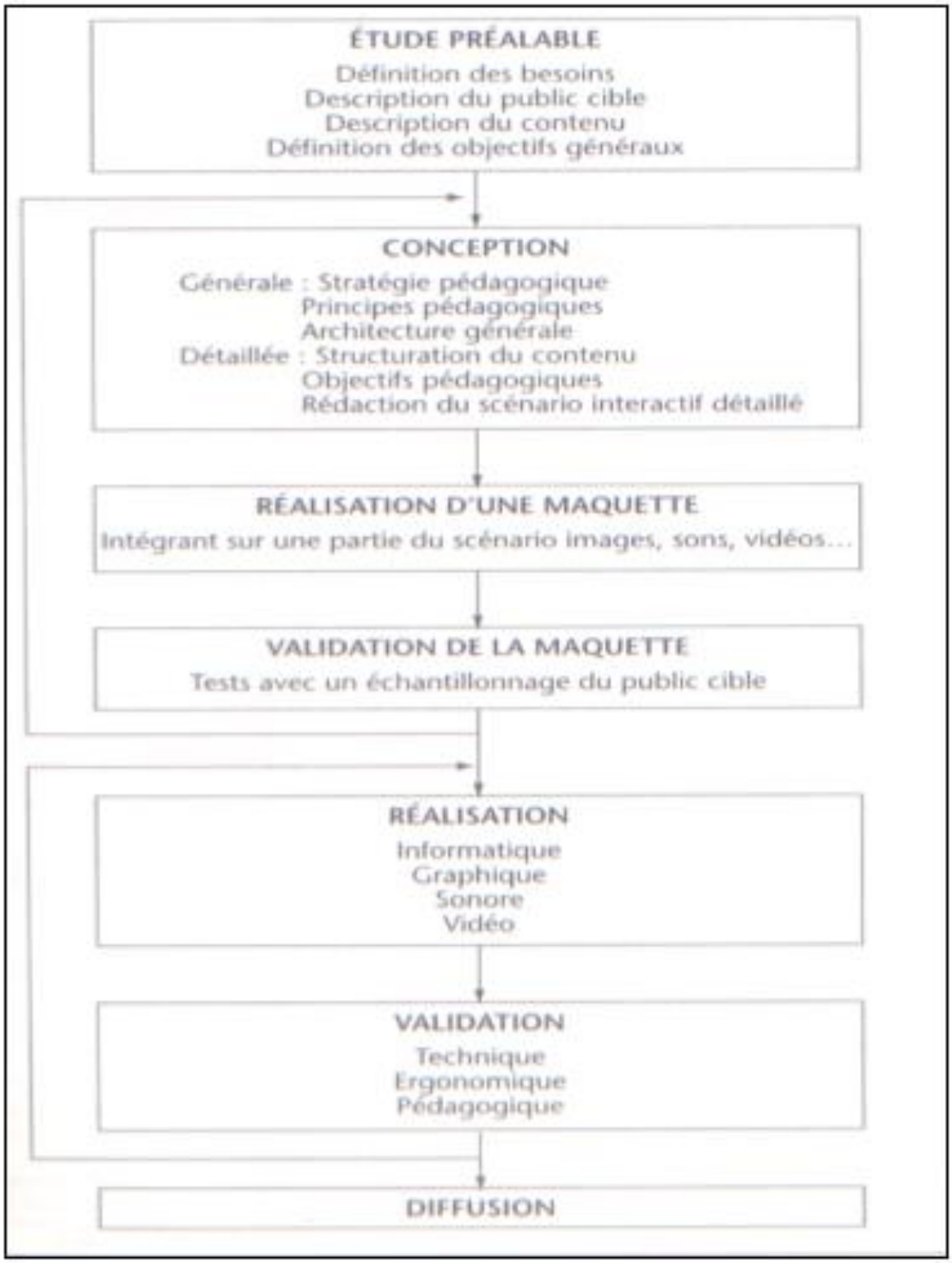

Figure 3. 1: Les étapes dans la conception d'un dispositif, d'après Blepp (1999 : P.47).

La figure 3.1 ci-dessus illustrée montre que la conception d'un dispositif d'apprentissage se passe en six étapes :

1- l'étude préalable du terrain, c'est-à-dire du sujet et de ses besoins,

2- la conception du dispositif en fonction de ces besoins,
3- la réalisation du produit (une première version),
4- sa validation,
5- la réalisation d'une seconde version jusqu'à la version finale avant sa diffusion qui est la dernière étape.

1) Etude préalable

La conception d'un dispositif hybride va dépendre du cahier des charges qui est aussi fonction du public cible ainsi que de l'analyse des besoins. Comme le souligne Pain (2003) repris par Hoby Andrianirina (2011), une ingénierie est une démarche rationnelle, anticipatoire, exploratoire qui s'intéresse d'abord au contexte et aux acteurs ainsi qu'à leurs besoins agissant dans la situation à l'origine de la demande de formation. Il est aussi tout important dans cette démarche d'ingénierie de conception d'un dispositif de bien connaître le public cible et ses besoins. Pour cela, tous les éléments de la conception doivent s'opérer autour du public-cible : qui sont les apprenants ? Quelles sont leurs expériences antérieures, leurs motivations, leur niveau et leurs objectifs de formation ? Comment vont-ils apprendre et dans quelles conditions ? (Glikman, 2002). Les réponses à ses questions et en s'appuyant sur les dispositifs hybrides de l'ENSP, vont servir de cadre d'évaluation desdits dispositifs pour ce qui est du respect de l'étape 1 de conception d'un dispositif de formation vu précédemment.

2) Design pédagogique

Le design pédagogique est une étape clé dans la conception d'un dispositif de formation. Il s'organise autour de deux concepts : la scénarisation du contenu et la stratégie pédagogique. La scénarisation est perçue comme un processus de conception d'une activité d'apprentissage. Selon Daele et al. (2002), on y retrouve « *des objectifs, une planification des activités d'apprentissage, un horaire, une description des tâches des étudiants, des modalités d'évaluation qui sont définis, agencés et organisés au cours d'un processus de design* » (P. 29). Les stratégies pédagogiques sont directement liées aux objectifs pédagogiques poursuivis. Elles ont pour mission première de faciliter l'apprentissage. Pour Henri et al. (2006), il s'agit plus spécifiquement d'« *un travail de conception de contenu, d'organisation des ressources, de planification de l'activité et des médiations pour induire et accompagner l'apprentissage, et d'orchestration, c'est-à-dire d'intégration des contributions des différents spécialistes qui travaillent à la conception et à la réalisation du scénario dans l'environnement* » (P. 8).

Le processus de conception d'un dispositif est comme nous venons de constater un processus complexe exigeant de ce fait une relation cohérente entre la scénarisation et la stratégie pédagogique.

3) Instrumentalisation du dispositif hybride de formation

Dans une démarche de conception d'un dispositif hybride de formation, le concepteur doit identifier chaque outil technologique en accord au design pédagogique choisi. Chaque outil est choisi en fonction de ses propriétés, de son fonctionnement, ses atouts et ses limites. Il vient donc que l'outil technologique et la tâche doivent être interdépendants. Cette interdépendance traduit par les représentations claires entre les théories abordées avec les éléments de conception du design du dispositif. Lund et Rasmussen (2009) soulignent également la correspondance qui doit être instaurée entre l'outil et la tâche dans l'acte d'appropriation du savoir.

Nous pensons que la dimension technique abordée ici par l'instrumentalisation ou la médiatisation du dispositif hybride en FAD doit également intégrer la dimension humaine à travers la médiation susmentionnée.

4) Réalisation, validation et diffusion du dispositif de formation

Les étapes précédemment décrites constituent le socle du dispositif de formation. La réalisation ou l'implémentation de ces étapes par les TICE vont constituer un objet de rejet ou d'adoption du dispositif par l'apprenant. Le rejet qui se manifeste par la démotivation de l'apprenant peut dépendre non pas seulement du facteur technique mais aussi du facteur humain. Il est alors important après réalisation du dispositif de le faire tester par un échantillon de testeurs tous appartenant à la catégorie du public cible initialement identifié.

Pour lutter contre l'abandon, certaines institutions ont recours aux dispositifs hybrides, c'est-à-dire l'articulation des phases de formation en présentiel et des phases de formation à distance soutenues par la technologie. Pour aussi lutter contre l'abandon, le contenu du scénario pédagogique joue un rôle important et conditionne la réussite d'un projet de formation. C'est pourquoi avant la diffusion, un référent pédagogique doit valider les contenus ainsi que la cohérence interne et externe des différents scénarios pédagogiques et outils technologiques intégrés au dispositif.

3.1.2. Dispositifs hybride et innovation pédagogique

Les dispositifs hybrides sont davantage perçus comme des « dispositifs émergents » en contexte d'innovation en ingénierie de formation. Ces dispositifs en phase d'élaboration sont en général

centrés sur l'apprenant. Cette phase mettant l'apprenant au cœur de la conception du dispositif se centre donc sur l'apprentissage, la construction des objets de connaissances et s'intéresse à la manière la plus efficace de les « intégrer » dans une situation de formation. Cette phase en intégrant la construction des objets de connaissance permet d'associer les technologies et les nouvelles pratiques pédagogiques aux dispositifs de formation, somme toute base d'innovations des environnements technopédagogiques qui ont la particularité d'intégrer différentes dimensions du processus d'enseignement-apprentissage (information, gestion, etc.). Dans ce cadre, l'intégration de la présence et de la distance et l'usage des technologies permet de rencontrer davantage ses objectifs de « dispositif centré apprenant».

La formation à distance implique la rupture spatio-temporelle entre les apprenants et les enseignants. Cette rupture s'opère en faisant recourt aux dispositifs médiatisés. Cette médiatisation se traduit par l'intégration des technologies de la communication et de l'information dans les environnements numériques d'apprentissage et d'enseignement.

L'hybridation de la formation implique alors l'introduction des technologies dans un dispositif de formation présentiel qui y introduit à son tour tout le potentiel de l'apprentissage, de la communication et de l'organisation du travail à distance.

L'innovation technologique quant à elle permet une plus grande ouverture des ressources et le développement d'espaces de mutualisation comme d'interaction. Peraya (1998); Meunier et Peraya (2004) insistent qu'au-delà des aspects pédagogiques et organisationnels, il faut prendre en compte les dimensions plus générales voire anthropologiques de tels dispositifs qui articulent toujours le cognitif, le sémiotique, le relationnel et le technique. Ainsi, l'innovation qu'elle soit au niveau pédagogique ou technologique repose dans la conception des dispositifs de formation donc sur l'intégration réussie des outils de la médiation et de la médiatisation. Peraya (1998, 1999) dans le cadre de la communication médiatisée soutient la distinction entre la médiation de la relation pédagogique et la médiatisation des contenus de formation, point de vue partagé notamment par Glickmann (2002) qui a proposé de classer les systèmes de formation à distance selon leur degré respectif de médiatisation et de médiation. Donc pour Peraya D. et Peltier C. (2012a), médiatisation et médiation se distinguent par la nature des processus qui sont pris en compte et par les domaines auxquels ces derniers se rattachent à la sémiocognition et l'ingénierie de la formation. L'innovation en cours dans les dispositifs hybrides de formation s'appuie entre autre sur les processus de médiatisation et médiation relève en conséquence de

l'ingénierie de la formation et du design pédagogique et portent sur deux dimensions du dispositif de formation : les objets et les fonctions.

Bonamy ; Charlier et Saunders (2002), proposent une manière de situer des dispositifs innovants relativement à leur position dans une institution d'enseignement ou de formation. Il s'agit notamment de :

- « L'enclave » : correspond à de nombreux cas de dispositifs développant des pratiques en rupture avec l'institution existante.
- « La tête de pont » : correspond à un dispositif en rupture avec les pratiques traditionnelles affectant cependant pour certains de ses aspects les pratiques de l'institution hôte.
- « La pratique ancrée » : correspond au dispositif totalement intégré dans l'institution pour lesquelles les pratiques sont ou sont devenues les pratiques dominantes.

3.2. Cadres conceptuels pour décrire les dispositifs hybrides et en comprendre les effets

Nous recensons dans les paragraphes qui vont suivre les cadres de référence valide et partagés par la communauté des chercheurs.

3.2.1. Cadre conceptuel pour décrire les dispositifs hybrides

Deschryver et al. (2011) ont élaboré un cadre de référence pour caractériser les dispositifs hybrides. Ce cadre de référence prend surtout appuie sur les travaux de Charlier et al. (2006). Il ressort de ce cadre de référence 5 dimensions pour la caractérisation des dispositifs hybrides :

1. la mise à distance et les modalités d'articulation des phases présentielles et distantes ;
2. l'accompagnement humain ;
3. les formes particulières de médiatisation liées à l'utilisation d'un environnement technopédagogique ;
4. les formes particulières de médiation liées à l'utilisation d'un environnement technopédagogique ;
5. le degré d'ouverture du dispositif.

La première dimension axée sur **l'articulation des modalités en présence et à distance** est caractérisée par le temps alloué à l'un et l'autre mode, leur répartition ainsi que les types d'activités prévues et scénarisées par l'enseignant dans chacune des phases. L'articulation dont il est question repose en grande partie sur le statut accordé aux connaissances, le rôle accordé aux apprenants et le rôle du tuteur. Selon Lameul (2008), la posture professionnelle doit

« *privilégier la transmission du savoir, sa construction dans une alternance théorie-pratique, le processus cognitif, le développement personnel ou la transformation de la société, leurs options en matière de conception des scénarios pédagogiques et d'animation des dispositifs vont probablement varier* » (P.7).

La deuxième dimension axée sur **l'accompagnement** renvoie aux travaux sur le support à l'apprentissage et plus particulièrement l'accompagnement humain. Dans la logique d'un enseignement à distance, trois composantes de l'accompagnement des étudiants sont fréquemment utilisés dans la littérature sur le tutorat en formation à distance. Ce sont notamment les composantes cognitives, affective et métacognitive (Audet, 2006 ; Bernatchez, 2003 ; Dionne Mercier et Deschênes, 1999).

La première composante renvoie aux modalités d'accompagnement visant à soutenir la construction des connaissances du type soutien au traitement de l'information et à la réalisation des activités/méthodologique.

La deuxième composante renvoie quant à elle aux modalités de soutien à l'engagement de l'apprenant. Pour charlier et al. (2012), le soutien à l'engagement de l'apprenant « *comprend la présence sociale, qui sous-entend deux dimensions : le degré d'intimité (comment je me sens proche de celui ou ceux avec qui j'apprends) et le degré de réactivité (est-ce que je reçois un feedback suffisamment rapide à mes interventions ?)* » (P .483).

Enfin, la troisième composante vise la construction de connaissances par une démarche réflexive sur ses propres processus cognitifs. Comme nous avons vu précédemment, l'environnement technopédagogique constitue un des éléments essentiels du dispositif hybride de formation et repose sur des formes complexes de médiatisation et de médiation (Meunier et Peraya, 1993 et 2004).

La troisième dimension axée sur la **médiatisation** relève de l'ingénierie de la formation et du design pédagogique. Elle concerne les processus de conception, de production et de mise en œuvre des dispositifs, processus dans lequel le choix des médias les plus adaptés ainsi que la scénarisation occupent une place importante (Peraya, 2010).

La quatrième dimension axée sur la **médiation** repose quant à elle sur l'ensemble des processus qui concourent à la transformation des comportements humains. Il existe plusieurs formes de médiations. Dans la littérature, on distingue les formes de médiation suivantes : sémiocognitive (correspond à la médiation épistémique chez Rabardel et Samurçay qui correspond à la

construction de connaissances et de sens), sensorimotrice (porte sur les comportements gestuels et moteurs induits par l'instrument), praxéologique (porte sur les conditions de réalisation de l'action), relationnelle (porte sur la relation entre les sujets) et réflexive (porte sur le sujet lui-même et implique donc une dimension « méta » fondamentale pour les processus d'apprentissage) (Charlier et al. 2012 ; Deschryver N. et Charlier B., 2012)). Le dispositif technopédagogique par sa position d'intermédiation modifie le rapport du sujet au savoir, à l'action, aux autres, etc., mais il contribue aussi à transformer le savoir, l'action ainsi que la relation. L'analyse des différentes formes de médiation relève donc de l'analyse des effets. Comme le souligne Charlier et al. (2012), « *cette analyse doit tenir compte des effets escomptés, des médiations prévues par le concepteur autant que celles réellement actualisées dans l'appropriation et l'usage de l'environnement technopédagogique par les différents acteurs* » (P.487).

La cinquième composante axée sur le degré d'ouverture du dispositif le degré de liberté de l'apprenant face aux situations d'apprentissage (Jézégou, 2008). L'auteure dans son article identifie trois modalités selon lesquelles peut se construire ce degré de liberté : l'apprenant planifie lui-même ses apprentissages, le dispositif détermine entièrement les situations d'apprentissage, les situations d'apprentissage du dispositif sont structurées conjointement par l'apprenant et par l'enseignant. Toujours selon l'auteure, plus le degré d'ouverture du dispositif est élevé, plus les étudiants auront tendance à s'impliquer dans leurs apprentissages.

Le croisement des cinq dimensions va être utilisé pour analyser des effets spécifiques sur un certain nombre de variables de l'enseignement et de l'apprentissage.

3.2.2. Cadre conceptuel pour en comprendre les effets

Dans cette sous-section, nous cherchons à identifier les variables qui permettent d'appréhender la complexité des processus conduisant certains dispositifs de formation à avoir des effets positifs sur l'apprentissage des étudiants et sur le développement professionnel des enseignants.

Plusieurs travaux réalisés dans le cadre de la pédagogie universitaire notamment en Grande-Bretagne et en Australie depuis une trentaine d'année permettent d'éclairer notre lanterne en ce qui concerne l'apprentissage des étudiants ainsi que les rôles joués par les dispositifs de formation et les enseignants (Saljö, 1979; Biggs, 2003; Entwistle, 2003a; 2003b; Pintrich, 2003; Ramsden, 2003; Ellis et Goodyear, 2010). Bigg (1994) propose un modèle qui par une approche systémique et constructiviste de l'apprentissage accorde une place centrale à la perception construite par l'étudiant à propos du dispositif de formation. Dans son modèle (voir Figure 3.2),

l'auteur différencie trois ensembles de variables en interaction : des variables de présage, des variables de processus et des variables de produit.

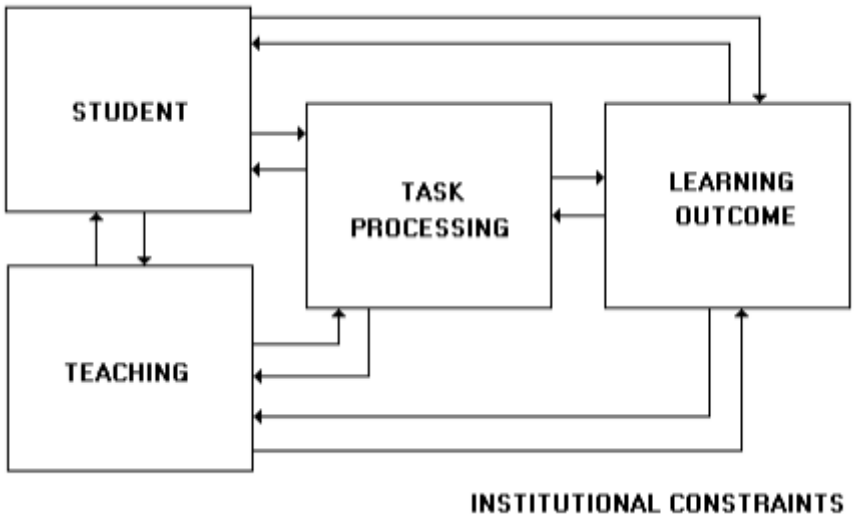

Figure 3. 2: Classroom-based theories of learning including institutional constraints" (Bigg, 1994; Deschryver et Charlier, 2012: P.10).

> "*This model derives from Dunkin and Biddle's (1974) presage-process-product classroom teaching model, who saw a linear progression from presage (teaching context) through process (teaching acts) to product (class achievement). The present version (Biggs, 1993b) differs in two main ways:*
>
> - *we are talking about student learning, not teaching;*
> - *all factors should mutually affect each other (..).*'' (Deschryver, Charlier, Peraya, 2012: P.11)

Le modèle proposé par Bigg est plus basé sur le caractère systémique et l'importance accordée aux perceptions construites par les étudiants d'une part et les enseignants à propos des enseignements d'autre part. Partant de ce modèle de Bigg, plusieurs variables pertinentes sont prises en comptes. Ce sont les variables d'entrée ou de présage intermédiaires ou de processus et de sortie. Sur cette base, plusieurs catégories d'effet pressenti dont notamment les effets sur les apprentissages et les effets sur les pratiques d'enseignement, ces variables pouvant être mises en relation avec les caractéristiques des dispositifs hybrides étudiés. Sur la figure 3.3, Deschryver et al, (2012: P.12) présentent les liens entre ces variables et avec le dispositif de formation.

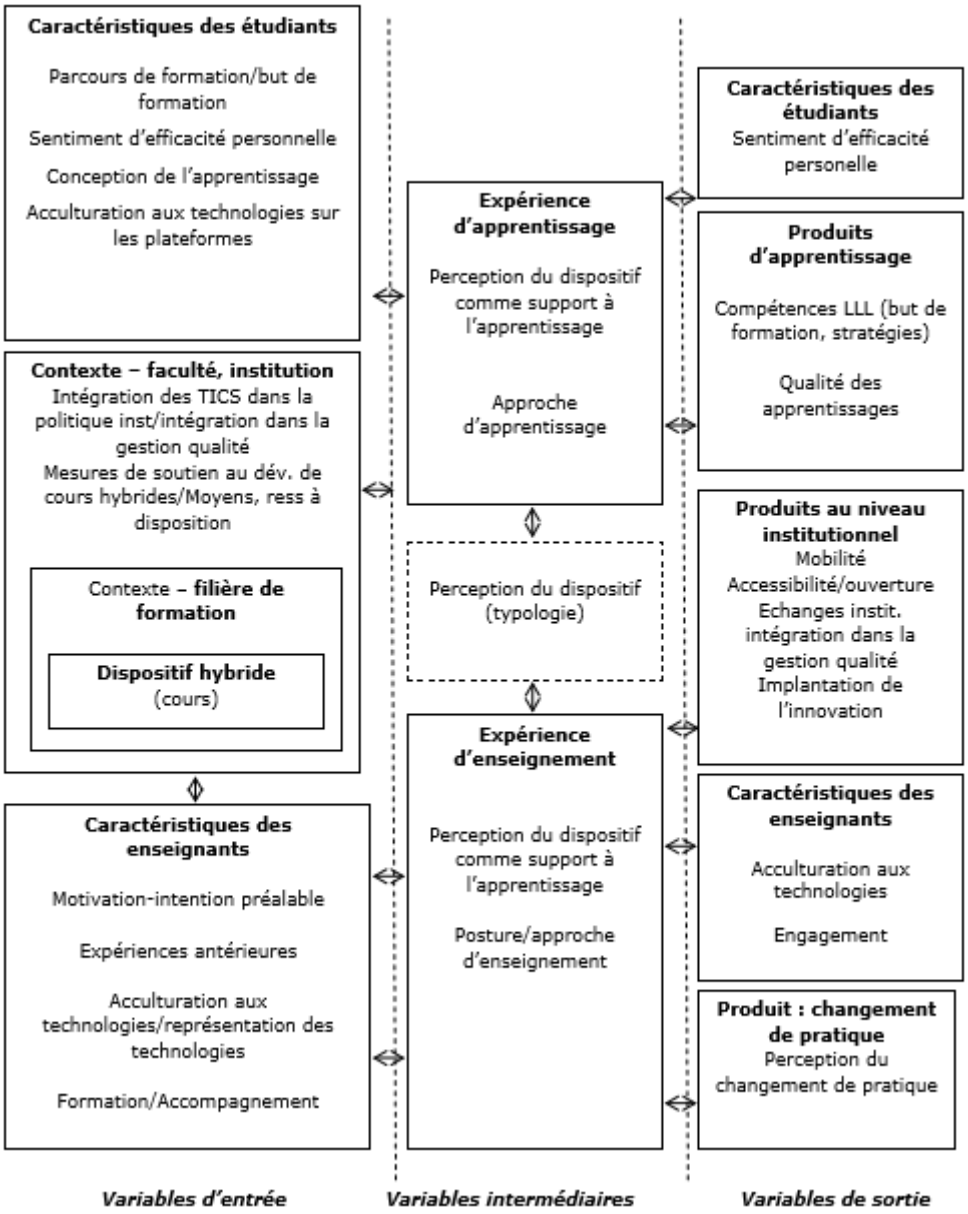

Figure 3. 3: Cadre conceptuel pour analyser les effets (Deschryver et al., 2012: P.12)

Les auteurs ont dans le volet quantitatif de leur recherche identifié comme variable indépendante, la variable « type de dispositif ». Ainsi sur la base des cinq dimensions décrites plus haut et servant de cadre à la description des dispositifs hybrides, par leur articulation singulière ainsi que par des configurations ou des types de dispositif, les auteurs ont pu vérifier que ces types de dispositifs sont corrélés chez les étudiants avec leurs approches d'apprentissage comme le pense d'autres chercheurs (Bonvin, 2012 ; Ellis et Goodyear, 2010) et chez les enseignants avec leurs postures ou leurs approches d'enseignement (Lameul et al., 2014).

Les variables à prendre en compte pour étudier les effets des types des dispositifs hybrides sur les apprentissages sont multiples en se référant à la figure 3.2.

Partant du fait que l'effet essentiel d'un dispositif hybride est plus focalisé sur le niveau d'apprentissage, une variable comme note se présente comme un indicateur pertinent. La considération de cette variable nécessite une grande prudence en ce sens qu'elle reflète peu la performance des étudiants rendue possible par le dispositif de formation. Ceux d'autant plus aussi que les notes renseignent peu sur la dimension qualitative de l'apprentissage. Cependant, les variables comme sentiment d'efficacité et les compétences Life Long Learning (LLL) déclarées permettent de mettre en évidence les effets des dispositifs conçus par les enseignants et leurs vécus par les étudiants. A l'entrée, les variables comme l'acculturation technologique des étudiants et leur perception des technologies comme adjuvant ou obstacle à leurs apprentissages nous semble aussi pertinent pour notre étude.

Les variables à prendre en compte pour étudier les effets sur les pratiques d'enseignement qui ont été mises en parallèle avec celles retenues par les étudiants sont aussi multi ordres. Les auteurs (Deschryver et al., 2012), ont distingué les variables d'entrée qui sont la motivation ou l'intention préalable déclarée par l'enseignant ainsi que le suivi de formations ou d'accompagnement pédagogique, les variables de sortie que sont la perception de changement de pratique et les modifications éventuelles au niveau de l'engagement professionnel déclarées par les enseignants et en fin une variable intermédiaire qui est la posture d'enseignement. La figure 3.4 illustrée ci-dessous synthétise les variables sélectionnées et traitées dans le cadre de leur recherche.

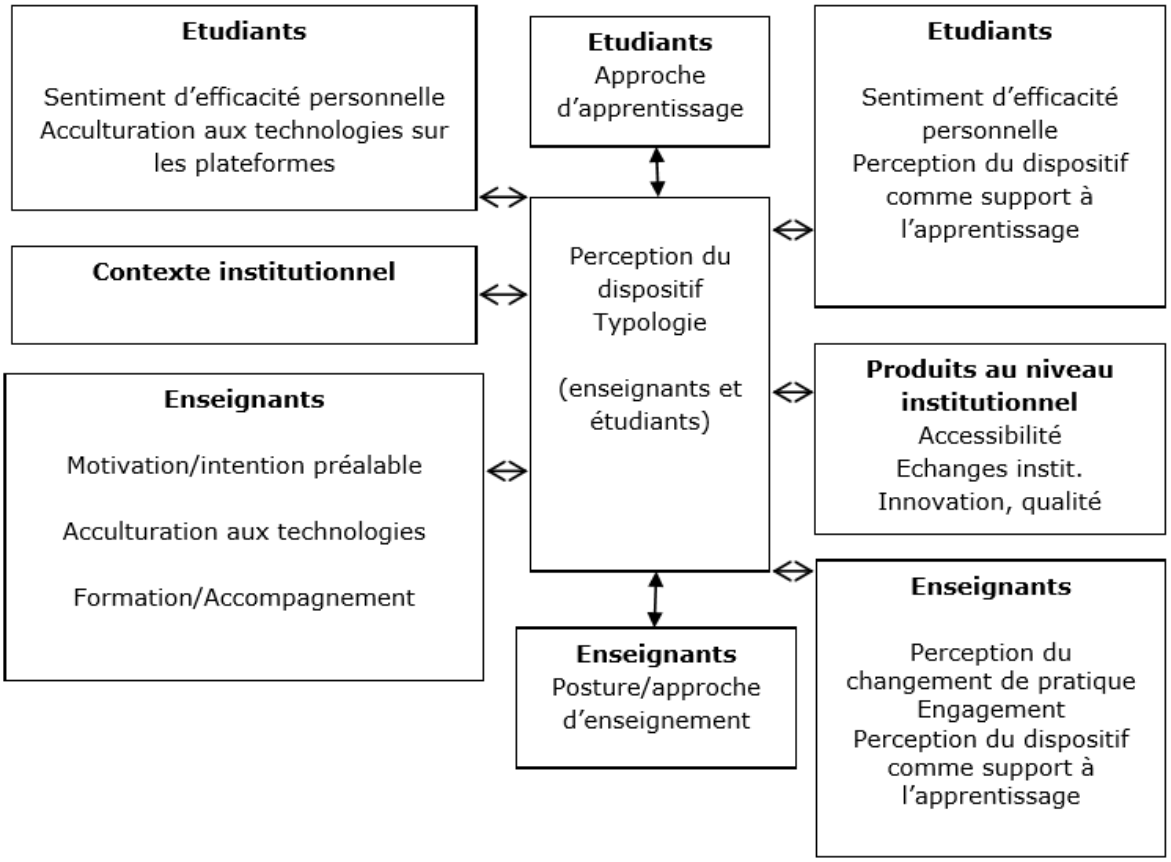

Figure 3. 4: Variables prises en compte pour analyser les effets des dispositifs hybrides (Deschryver et al., 2012)

3.2.3. Typologie des dispositifs hybrides

Les analyses conduites par Peraya et Peltier (2012a), Peraya et al. (2012b) et Burton et al. (2011) permettent de mettre en évidence toute la diversité des usages et des pratiques des enseignants par l'identification de 6 configurations différentes dont 3 centrés sur l'enseignement et 3 centrés sur l'apprentissage. Pour Peraya et Peltier (2012a), « *cette distinction renvoie à celle identifiée parmi les différentes postures d'enseignants, réparties en deux grandes tendances posturales, l'une centrée sur l'enseignement et l'autre sur l'apprentissage vécu et contrôlé par l'étudiant* » (P.63). Les dispositifs peuvent selon la configuration être regroupés en dispositifs de type 1 à 3 et de type 4 à 6.

Deschryver et al., (2012 : P.58), proposent une liste de six types de dispositifs de formation hybrides et leur répartition dans les deux groupes de configurations.

Groupe « enseignement » :

1. « La scène » : Configuration « enseignement » orientée contenus, caractérisée par le soutien au cours présentiel et la mise à disposition de ressources essentiellement textuelles

2. « L'écran » : Configuration « enseignement » orientée contenus, caractérisée par le soutien au cours présentiel et la mise à disposition de nombreuses ressources multimédia.

3. « Le cockpit » : Configuration « enseignement » orientée organisation du cours par l'usage d'outils de gestion et tendant parfois vers l'intégration d'objectifs relationnels et réflexifs.

Groupe « apprentissage » :

1. « L'équipage » : Configuration « apprentissage » centrée sur le soutien au processus de construction des connaissances et sur les interactions interpersonnelles.

2. « Le métro» : Configuration « apprentissage » centrée sur l'ouverture du dispositif de formation à des ressources externes au cours, favorisant la liberté de choix des apprenants dans leur parcours d'apprentissage et proposant un soutien et un accompagnement rapproché.

3. « L'écosystème » : Configuration « apprentissage » caractérisée par l'exploitation d'un grand nombre de possibilités technologiques et pédagogiques offertes par les dispositifs hybrides.

3.3. Usages des logiciels de simulation dans les dispositifs hybrides

On parle communément d'usage lorsque l'on met l'accent sur l'utilisation d'un objet, car c'est lui qui offre des services qui permettent des usages. Pour Proulx & Breton (2002), applicable à tout objet, le terme usage renvoie à un continuum de définitions allant de l'adoption à l'appropriation en passant par l'utilisation. L'usage renvoie aussi aux normes d'utilisations ainsi qu'aux modes d'emplois misent ensemble afin d'assurer aux potentiels usagers une bonne utilisation.

Dans notre recherche, nous nous intéressons à l'usage des logiciels de simulation dans les dispositifs hybrides en contexte de formation à distance des élèves ingénieurs.

3.3.1. Typologie des usages

Une typologie est un système de description, de comparaison, de classification, voire d'interprétation qui constitue une sorte de carte conceptuelle ou de réseau sémantique d'un domaine (Basque et Lundgren-Cayrol, 2002). Le Robert de Poche (2006) définit quant à lui la typologie comme une étude des éléments d'un ensemble donné pour y déterminer des types.

Une typologie des logiciels appliqués aux usages des étudiants universitaires peut donc servir à analyser une nouvelle utilisation des logiciels des étudiants par une comparaison avec les catégories de la même typologie ou d'autres typologies, pour mieux comprendre les utilisations qu'ils font des logiciels. Basque et Lundgren-Cayrol (2002) proposent une classification typologique des logiciels de simulation en trois catégories :

- la typologie centrée sur l'acte d'enseignement/apprentissage ;
- la typologie centrée sur l'école ;
- la typologie centrée sur l'apprenant.

3.3.1.1. Typologie centrée sur l'acte d'enseignement/apprentissage

Dans cette typologie l'ordinateur est considéré comme acteur principal dans la relation pédagogique. Nous distinguons trois rôles donnés à l'ordinateur dans cette typologie encore appelée « modes d'usages de l'informatique en éducation. Le premier rôle est celui que l'ordinateur considéré comme objet intuitif de par les programmes écrits par les « experts » et qui y sont installés tout aussi en tenant compte du sujet. Le second rôle est celui de traitement grâce à l'exécution des programmes installés et sur la base duquel l'apprenant va apprendre. Selon Ngnoulaye (2013), l'ordinateur présente des documents, l'étudiant répond, l'ordinateur évalue la réponse, et, à partir des résultats de l'évaluation, il détermine la suite du programme à mener. En fin le rôle d'accompagnement, l'ordinateur par les feedbacks et les aides intégrés dans différents programmes éducatifs. L'apprenant peut par exemple utiliser l'ordinateur comme calculatrice en mathématiques et en sciences, comme outil de cartographie aisée en géographie, comme interprète infatigable en musique ou comme éditeur de textes et copiste en cours d'anglais.

Fort de ce potentiel éducatif et en raison de leur usage instantané et pratique, plusieurs outils sont développés et en cours de développement pour les entreprises, les écoles, les industries et bien d'autres secteurs comme les institutions universitaires. Les technologies peuvent donc avoir une fonction d'outil de productivité, un rôle de tuteur intellectuel et selon le contexte d'apprentissage, permettent à l'apprenant de résoudre des problèmes et de construire ses connaissances (Jonassen, 1995). Plante (1984), en s'intéressant de la fonction d'ordinateur dans la relation pédagogique et le degré de contrôle que l'apprenant exerce de vice versa sur celui-ci, situe les didacticiels, les progiciels et les langages de programmation sur un continuum allant de l'ordinateur à l'outil contrôlé via le contrôleur de l'ordinateur.

Plusieurs chercheurs se sont intéressés à recenser des applications pédagogiques à des fins éducatives. Séguin(1997) a pu répertorier 33 applications pédagogiques trouvées sur internet qu'il a regroupées en six grandes catégories d'activités pédagogiques : les échanges entre pairs, la collecte de données, le travail de groupe, l'utilisation des ressources, la publication sur internet et l'apprentissage. Harris (1995) quant à lui choisit un ensemble de dix-huit applications pédagogiques d'Internet qu'il classe en trois grandes catégories : les échanges entre pairs (binômes, échange inter- classes, questions et réponses, tutorat télématique, conférences virtuelles et jeux de rôle), collecte et analyse d'informations (la collection et les échanges d'informations, la création de bases de données, l'analyse de la base de données mise en commun, la publication électronique et le voyage virtuel) et projets de résolution de problèmes (recherche d'informations, résolution des problèmes en binôme, résolution des problèmes en parallèle, création collective, résolution des problèmes en téléconférence, simulations et projets d'engagement social). De vries (2001) classe les logiciels d'apprentissage en fonction des objectifs pédagogiques fixés par les concepteurs ou les enseignants. Pour déterminer le type du logiciel éducatif, Bibeau (1998 ; 2002) propose d'une part une classification des activités d'apprentissage avec les TICE en six catégories et une taxonomie des contenus numérisés. Ces dominants permettent d'entrevoir qu'un logiciel éducatif corresponde à plusieurs de ces catégories ci-après listées :

1. portails, moteurs de recherches et répertoires ;
2. logiciels outils, éditeurs, services de communication et d'échanges ;
3. documents généraux de référence ;
4. banques de données et œuvres protégées ;
5. applications de formation destinée à des apprentissages en dehors de l'école et hors d'un contexte de formation en ligne ;
6. applications scolaires et éducatives destinées à des apprentissages en établissement (école, collège, université) ou en contexte de formation à distance.

Les ressources numériques peuvent avoir non seulement une composante « contenu » (correspondant à des documents), mais aussi une composante « processus », conférant au système la capacité de réagir aux initiatives des usagers, voire à guider ces derniers (comme c'est le cas pour des didacticiels) (Albero Brigitte,2010).

Le modèle panoramique axé sur l'Utilisation Pédagogique de l'Ordinateur (UPO) a été proposé par Brigitte DENIS en 1993. Les interactions multiples entre les applications et les objectifs

qu'elles permettent d'atteindre donne lieu aux logiciels des exploitations diverses, selon les différents modèles d'enseignement et d'apprentissage, des choix pédagogiques et organisationnels choisis par l'enseignant. Ce modèle ne constitue pas une taxonomie des UPO du fait des interrelations entre les catégories qui ne sont pas elles même exclusives. L'avènement des dispositifs hybrides en formation à distance vient complexifier d'avantage les choses avec l'intégration de plusieurs outils et des aides multiformes (apprenants et enseignants) permettant d'atteindre divers objectifs à partir d'un même lieu. C'est le cas avec le campus virtuel de Learn-Nett décrit par Charlier et Peraya (2002), LABENVI (Philippe Leproux et al., 2013) et TechEduLab du laboratoire Ecole Mutation et Apprentissage (EMA) de l'Université Cergy Pontoise.

La typologie de De Vries (2001), illustrée par le tableau 3.1 permet d'établir chaque lien entre le type de logiciel, la fonction pédagogique s'y attachant, la théorie qui en découle la tâche de l'étudiant liée au logiciel et les connaissances visées.

Tableau 3. 1: Typologie des logiciels éducatifs de De Vries (2001)

Fonction pédagogique	***Type de logiciel***	***Théorie***	***Tâche d'apprenant***	***Connaissance***
Présenter l'information	Tutoriel	Cognitiviste	Lire	Présentation ordonnée
Dispenser des exercices	Exercices répétés	Béhavioriste	Faire des exercices	Association
Véritablement enseigné	Tuteur intelligent	Cognitiviste	Dialoguer	Représentation
Capter l'attention et la motivation de l'étudiant	Jeu éducatif	Béhavioriste	Jouer	Répétition
Fournir un espace d'exploitation	Hypermédia	Cognitiviste Constructiviste	Explorer	Présentation en libre accès
Fournir un environnement pour la découverte de lois naturelles	Simulation	Constructiviste Cognition située	Manipuler, observer	Modélisation
Fournir un environnement pour la découverte de domaines abstraits	Micromonde	Constructiviste	Construire	Matérialisation

Fournir un espace d'échange entre étudiants	Apprentissage collaboratif	Cognition située	Discuter	Construction de l'étudiant

La particularité de cette typologie axée sur le type de logiciel, de la théorie associée (cognitiviste, béhavioriste ou constructiviste) et à chaque tâche de l'apprenant des connaissances visées pourra servir de cadre pour mieux appréhender les usages des logiciels par les étudiants. Ainsi, en examinant les tâches des étudiants MASTEL & MASSICO autour du dispositif FOAD de l'ENSP en lien avec la fonction pédagogique et les connaissances visées, et circonscrites dans une théorie observée, nous aboutissons sans doute à un meilleur portrait des usages des logiciels chez les étudiants universitaires en formation en science des ingénieurs.

3.3.1.2. Typologies centrées sur l'école

Les typologies abordées dans le cadre institutionnel font surgir trois acteurs majeurs : l'administration, les enseignants et les apprenants.

3.3.1.3. Typologies centrées sur l'apprenant

Ces typologies font recours aux « *capacités naturelles des individus à apprendre, aux fonctions cognitives soutenues par la technologie, aux différentes étapes du processus d'apprentissages ou encore à la capacité du cerveau à traiter des informations* » (Ngunu, 2013 : P.73). Elles englobent deux grands courants de pensée cognitiviste et constructiviste de l'apprentissage. Des travaux de Chacon (1992), émergent trois grands modes d'utilisation des médias informatiques liés chacun à une métaphore d'illustration. Le traitement de l'information « métaphore : j'apprends en agissant » ; l'interaction entre l'apprenant et la machine « métaphore : je m'enseigne quelque chose à moi-même » et la communication « métaphore : j'apprends au moyen des autres ».

3.3.2. Choix d'une typologie

A la suite des trois typologies présentées ci-dessus, Raby (2005) par une étude critique propose un nouveau modèle composé de 4 étapes : la sensibilisation, l'utilisation personnelle, l'utilisation professionnelle et l'utilisation pédagogique. L'observation de ce modèle, permet de retracer les processus complexes que traversent les enseignants/étudiants lorsqu'ils évoluent de la non-utilisation à l'utilisation exemplaire des logiciels dans leurs enseignements. Au Cameroun, jusqu'à présent, dans le système d'enseignement et d'apprentissage des universités et les institutions d'enseignement privées, les usages des TIC en général et particulièrement des logiciels de simulation ne sont pas encore institutionnalisés dans les pratiques pédagogiques,

ils ne sont pas encore systématiques dans les salles de classe, bien qu'on rencontre des usages personnels chez quelques enseignants et étudiants (Mbangwana & Mambeh, 2006). Pour Ngnoulayé (2010), au regard des problèmes infrastructurelles et financiers qui freinent l'implantation des TIC dans les universités camerounaises, les maigres installations technologiques actuelles situent le niveau d'intégration pédagogique des TIC à mi-chemin entre le stade de sensibilisation et l'utilisation personnelle du modèle de Raby.

Un tel contexte implique à priori une typologie des usages des TIC des étudiants centrée sur l'utilisation des logiciels, ou mieux, centrée sur les usages des TIC qui sont fonctions du type de logiciel utilisé et de théories de l'apprentissage sous-jacentes (Ngnoulayé, 2010).

Au cœur des dispositifs hybrides de formation en ingénierie, l'apprenant est au centre de toute conception. Partant de la typologie de De Vries (2001) qui explore les théories cognitiviste, constructiviste et béhavioriste ; notre étude qui est centrée sur l'analyse des critères de classification liée à l'acte d'apprentissage et/ou d'enseignement au sein des dispositifs FOAD se prête mieux aux dimensions cognitiviste et constructiviste. En effet, comme le souligne Ngnoulayé (2010), l'approche Béhavioriste prône une pédagogie centrée sur l'enseignant, transmetteur de connaissances, où Il présente, décrit, schématise, planifie et vérifie l'information. Alors que les dimensions cognitiviste et constructiviste quant à elles permettent de placer l'apprenant au cœur de son apprentissage. Le tableau 3.2 découlant du tableau 3.1 ou nous excluons les lignes relatives à la dimension béhavioriste est illustré ci-dessous.

Tableau 3. 2: Synthèse de la typologie de De Vries en harmonie avec notre étude

Fonction pédagogique	***Type de logiciel***	***Théorie***	***Tâche d'apprenant***	***Connaissance***
Présenter l'information	Tutoriel	Cognitiviste	Lire	Présentation ordonnée
Véritablement enseigné	Tuteur intelligent	Cognitiviste	Dialoguer	Représentation
Fournir un espace d'exploitation	Hypermédia	Cognitiviste Constructiviste	Explorer	Présentation en libre accès
Fournir un environnement pour la découverte de lois naturelles	Simulation	Constructiviste Cognition située	Manipuler, observer	Modélisation

Fournir un environnement pour la découverte de domaines abstraits	Micromonde	Constructiviste	Construire	Matérialisation
Fournir un espace d'échange entre étudiants	Apprentissage collaboratif	Cognition située	Discuter	Construction de l'étudiant

Nous adoptons comme démarche dans la suite de cette étude de centrer le choix d'une typologie des usages des logiciels en s'appuyant sur les variables : lire, dialoguer, explorer, manipuler, observer, construire et discuter proposées par De Vries et illustrées dans le tableau 3.2 qui servira de cadre pour décrire les environnements numériques d'apprentissage que sont MASTEL & MASSICO de l'ENSP.

3.3.3. Impacts des usages des logiciels sur la formation des élèves ingénieurs en EAD

3.3.3.1. Impacts sur l'apprentissage des élèves ingénieurs en EAD

Dans cette étude où il est d'autant plus question d'analyser l'impact de l'usage des logiciels de simulation sur l'apprentissage des apprenants au sein des dispositifs hybrides de formation en ingénierie, nous jugeons utile de nous pencher quelques temps soit peu sur la notion même d'apprentissage. Nous ne nous focalisons pas sur les dimensions béhavioriste, cognitiviste, humaniste, transmissive, constructiviste et socioconstructiviste largement abordées dans la littérature par les auteurs comme (Henri & Lundgren-Cayrol, 2001; Dessaint, 1995; Marchand, 1997 ; Gagnebin, Guignard et Jaquet, 1997), mais plus sur la dimension constructiviste en ce sens que l'apprenant au sein des dispositifs hybrides est au cœur de son apprentissage (Piaget, 1970). Pour Legendre (1973), « *l'apprentissage est l'acquisition de nouveaux savoirs ou savoir-faire, c'est-à-dire le processus d'acquisition de connaissances, compétences, attitudes ou valeurs, par l'étude, l'expérience ou l'enseignement* » (P.843).

Ces acquis capitalisés par l'apprenant lui permettent de passer d'un état A vers B. En d'autres termes, le sujet A enrichi d'un ensemble de connaissances évolue vers B. Nous voulons à travers cette recherche répondre aux questions : Est-ce-que l'apprenant à l'état B au sein du dispositif hybride a pu développer les compétences professionnelles exigées en formation en ingénierie ? En d'autre terme, est-il apte à opérer en entreprise ? Croit-il avoir développé des nouvelles compétences ? Est-ce-que l'apprentissage à base des logiciels de simulation confère à B des compétences professionnelles souhaitées ?

L'apprenant joue un rôle actif dans la construction de son savoir. Selon Piaget, l'apprenant qui est au cœur de son système d'apprentissage ; apprend, interagit avec son milieu de vie, assimile ce qu'il découvre, intègre des données nouvelles et s'accommode avec son milieu. Il s'agit donc ici du modèle constructiviste de Piaget (1970). L'intégration et l'utilisation des technologies peuvent faciliter l'apprentissage et favoriser la construction des savoirs de l'apprenant. En effet, dans le domaine de formation en ingénierie, l'apprenant peut à base des logiciels de simulation vérifier, confirmer, comprendre, confronter ou ajuster les connaissances qui lui sont présentées en cours. Il s'ensuit que la connaissance n'est plus le seul produit de l'enseignant mais mieux encore le produit de celui qui apprend.

Le processus d'acquisition de connaissances obéit à plusieurs opérations cognitives. Bloom (1956), classe ses opérations en 6 niveaux comportant plusieurs types d'activités allant de la rétention des connaissances (base de la pyramide) à l'évaluation (sommet de la pyramide). La figure 3.5 présente la hiérarchie de classement des activités selon le modèle de Bloom (1956) et révisé par Lorin Anderson en 2001.

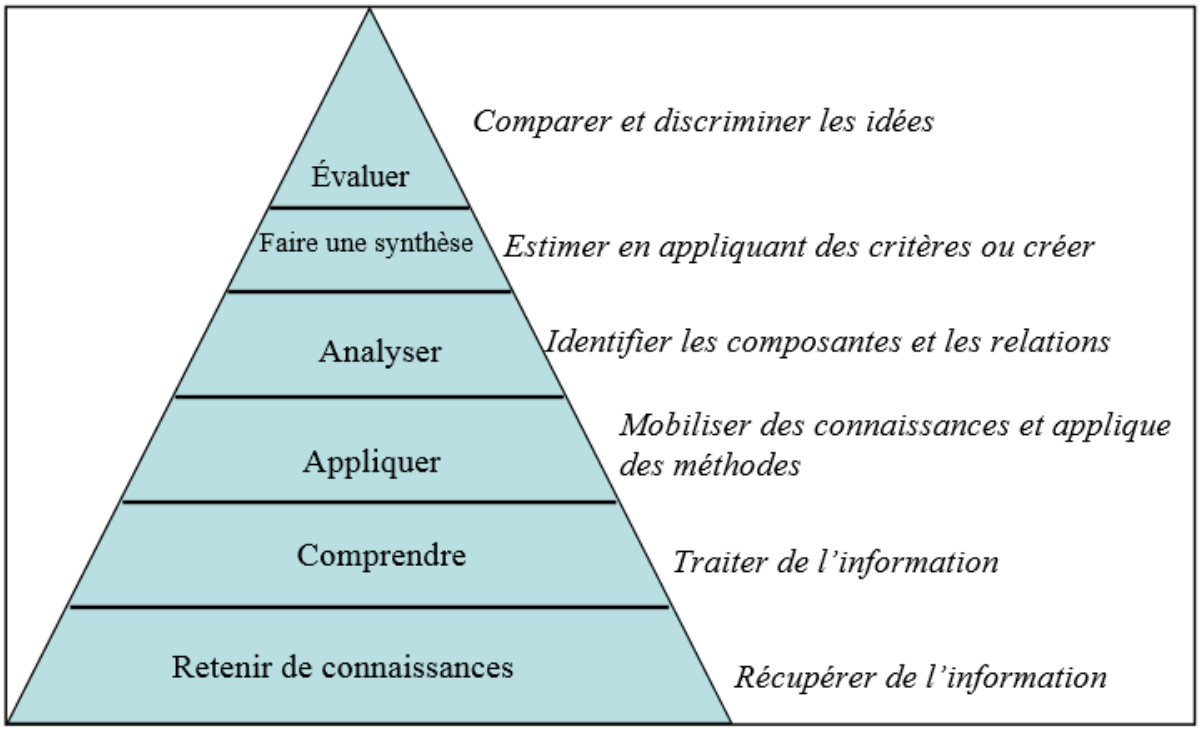

Figure 3. 5: Hiérarchie des niveaux d'activités selon Bloom (1956), revue par Lorin Anderson (2001 :P.3)

Pour plus amples informations concernant la description et la présentation de la taxonomie des objectifs d'apprentissage du domaine cognitif de Benjamin Bloom, nous orientons le lecteur à

lire les ouvrages « *Construire son projet de formation en ligne* » d'Anne Bouthry et Christophe Jourdain[32], « *La préparation d'un cours* » de Richard Prégent (1996) et la thèse de Ngnoulayé en 2010 de l'Université de Montréal. Sur le principe, la taxonomie de Bloom repose sur l'idée que l'apprenant accède à un niveau donné de la pyramide s'il est capable d'exécuter les opérations correspondant au niveau inférieur. Comme le souligne Ngnoulayé (2010), « *la capacité d'évaluer qui représente le plus haut niveau hiérarchique dans cette taxonomie cognitive, n'est possible que si l'apprenant est en mesure de détenir les informations nécessaires, de les comprendre, de les appliquer, de les analyser, de les synthétiser, pour finalement les évaluer* » (P.133). C'est donc dire qu'il y a une étroite collaboration entre le cognitivisme et la taxonomie de Bloom. Chaque verbe d'action utilisé dans la taxonomie de Bloom illustre non seulement une opération cognitive mais peut aussi spécifier une activité d'apprentissage. Il s'agira dans la suite d'identifier les opérations cognitives sollicitées lors des activités d'apprentissage avec les logiciels utilisés lors des cours de télécommunications.

L'apport des logiciels à l'apprentissage dans une perspective constructiviste est presque aujourd'hui certain. Ainsi, afin d'évaluer leurs impacts sur l'acte d'apprentissage, plusieurs variables à savoir : les résultats scolaires, les opérations cognitives complexes, la motivation, les attitudes et l'intérêt dans les études, la préparation au marché du travail, l'assistance aux étudiants présentant des difficultés d'apprentissage sont exploitées (Barrette, 2004). Ces variables peuvent servir à qualifier d'une part, les expériences que les étudiants ont de l'usage des logiciels pour apprendre dans leurs cours et, d'autre part, les effets de ces logiciels observés sur leur apprentissage.

Quelques points positifs résultant de l'intégration réussie des logiciels dans les dispositifs de formation méritent d'être cités ici : les logiciels modifient déjà bel et bien l'expérience d'apprentissage des étudiants en atténuant certaines contraintes liées au temps et à l'espace, ceci grâce à la forte expansion des TIC de nos jours dans les institutions universitaires. Le problème de manque de moyens financiers nécessaire pour mettre en place des laboratoires de pointes pour travaux pratiques est aujourd'hui presque compensé par des simulateurs numériques virtuels. Cependant, quelques questions continuent à tarauder les esprits : est-ce-que les logiciels de simulation utilisés dans les environnements numériques virtuels peuvent remplacer les laboratoires classiques ? N'y a-t-il pas cependant des habiletés qui se développent chez l'étudiant lors de son apprentissage avec les logiciels qui n'auraient pas lieu sans elles ?

[32] http://www.klr.fr

Comment les dispositifs hybrides à forts usages des logiciels parviennent à coupler et réguler les insuffisances liées aux formations exclusivement en présence et à distance tout en donnant à l'apprenant l'assurance d'avoir développé des compétences?

L'amélioration des résultats académiques des étudiants grâce à l'usage en général des TIC est prouvée par plusieurs recherches (Barette ,2005 ; Deci et Ryan, 2000; Karsenti, 2006 ; Karsenti et Fievez, 2013). Barette s'illustre particulièrement en se basant sur les résultats de différentes recherches, d'identifier quelques résultantes de l'effet des TIC sur l'apprentissage. Il s'agit notamment de l'amélioration des résultats académique, du développement des opérations cognitives d'ordre supérieur et enfin l'amélioration de la motivation et l'intérêt des étudiants.

A la suite de notre étude, les trois résultantes de l'effet des TIC sur l'apprentissage de Barrette (2005) et la taxonomique de Bloom (1956), révisée par Lorin (2001), vont nous servir de cadre pour mieux comprendre, dans une perspective constructiviste, l'impact des logiciels sur l'apprentissage des étudiants universitaires en contexte de formation hybride tout en nous focalisant sur les dispositifs MASTEL & MASSICO de l'ENSP.

3.3.3.2. Impacts de l'usage des logiciels sur la motivation des élèves ingénieurs en EAD

Sur le plan académique, donnons quelques définitions au concept motivation. Myers et Lamarche (1992) définissent la motivation comme l'ensemble des facteurs qui : 1) incitent à l'action (l'intensité de la motivation), et 2) dirigent cette action (l'activité vers laquelle cette envie d'agir est dirigée). Pour Viau (2003), les processus motivationnels se situent au sein de l'approche sociocognitive. Selon Viau (1994) et repris par Ngnoulayé (2010 : P.68), « *le socio-cognitivisme accorde une grande importance à l'interprétation de la situation, aux déterminants cognitifs et affectifs de la motivation et enfin aux conditions contextuelles* ».

Pour Legrain (2003), la motivation est forcément liée à un mobile, à un projet, à un succès recherché. Pour atteindre le succès escompté, l'apprenant doit s'engager dans une action académique. Cet engagement va consister à accumuler une grande quantité d'énergie et sous plusieurs aspects tels que l'enthousiasme, l'assiduité, la persévérance. Karsenti (1999) quant à lui voit la motivation comme un construit hypothétique qui représente des processus physiologiques et psychologiques. Ngnoulayé (2010) de souligner : « *Chez l'étudiant, cette énergie canalisée par la soif de réussir son parcours académique, incite à l'action, est portée vers un engagement à apprendre, à découvrir et à acquérir de nouvelles connaissances* » (P.68).

Les caractéristiques de la motivation sont directement liées aux facteurs externes en provenance des parents, de l'enseignant, du type d'activité, du type d'évaluation donné aux étudiants et de l'ambiance dans la salle de classe qui déterminent la motivation. Eccles et Wigfield (2002) repris par Ngnoulayé (2010), relèvent que ce n'est pas toujours uniquement pour des raisons académiques que les étudiants se fixent des buts d'apprentissage, mais aussi parfois pour des aspects de responsabilité dans la société. L'étudiant peut ainsi s'inscrire dans une dynamique d'apprentissage parce qu'il souhaitera demain être un acteur clé de la société comme médecin, enseignant, ingénieur, politicien, directeur, ministre, etc. Le manque de motivation constitue le plus souvent les grandes causes de l'échec des étudiants encore plus dans les dispositifs de formation à distance ou l'apprenant a souvent tendance d'être abandonné à lui-même.

Selon Deci et Ryan (1985,1991), tout ce qui est susceptible d'influencer les sentiments d'autodétermination, de compétence et d'affiliation, aurait un impact sur la motivation d'un étudiant. En effet, les étudiants universitaires et surtout en cycle de formation professionnelle se sentent plus autodéterminés (s'ils en perçoivent la valeur pour le cours, l'exercice ou les travaux pratiques) ou moins autodéterminés (s'ils ne perçoivent aucun lien entre les actions qu'ils mènent et leurs résultats), s'ils se sentent plus compétents (s'ils en perçoivent de nouvelles aptitudes acquises), ou encore si le fait d'apprendre avec les logiciels augmente leur sentiment d'affiliation (s'ils perçoivent qu'ils appartiennent à une catégorie sollicitée d'étudiants). Cette théorie de Deci et Ryan portant sur la motivation est partagée par plusieurs autres chercheurs en science de l'éducation comme Vallerand, Blais, Brière et Pelletier (1989), Karsenti (1999). Il découle alors ici que la théorie de Deci et Ryan distingue trois grandes fonctions dont la motivation intrinsèque, la motivation extrinsèque et l'amotivation.

Selon Ngnoulayé (2010), l'amotivation est le niveau zéro, le niveau le moins autodéterminé, alors que la motivation intrinsèque représente le niveau le plus autodéterminé. Pour les psychologues Myers et Lamarche (1992), la motivation intrinsèque est un désir de réaliser un comportement pour son propre compte et pour être efficace alors que la motivation extrinsèque est un désir de réaliser un comportement pour obtenir une récompense promise ou par crainte d'une punition.

D'après la théorie de l'évaluation cognitive de Deci et Ryan (2000), la motivation d'un individu est principalement influencée par ses besoins d'autodétermination, de compétence et d'affiliation. Il ressort donc de cette théorie que, tout ce qui est susceptible d'influencer les sentiments d'autodétermination, de compétence et d'affiliation, aurait un impact sur la

motivation d'un étudiant. En nous appuyant sur cette théorie, nous pouvons dire que l'intégration des logiciels dans les apprentissages des étudiants en formation à distance pourrait favoriser leur sentiment s'ils se sentent autodéterminés, compétents et s'ils ont la prétention d'avoir augmenté leur sentiment d'affiliation. Quoi que l'usage de ces logiciels reste encore informel, ils constituent de nos jours un des outils didactiques appropriés pour l'apprentissage des étudiants aussi bien en formation classique qu'en formation hybride dans la plupart des disciplines en éducation.

Dans le cadre des dispositifs hybrides de l'ENSP, leurs usages ne sont pas encore systématiques dans les programmes, mais la réalité est qu'elles sont de plus en plus incontournables dans la plupart des cours. Comment l'intégration des logiciels dans l'environnement d'apprentissage des étudiants favoriserait-elle davantage leur motivation académique, et par là, leur succès en formation des sciences des ingénieurs? Peut-on dire que leurs sentiments d'autodétermination, de compétence et d'affiliation sont plus favorisés qu'avant les usages des logiciels comme outils didactiques d'apprentissage dans les dispositifs hybrides MASTEL & MASSICO de l'ENSP? Ces interrogations vont faire l'objet de nos préoccupations dans la suite de notre recherche.

Et pour répondre à ces questions, nous nous appuierons sur la théorie de Deci et Ryan qui nous renseigne sur le cadre servant à observer les usages faites des logiciels par les étudiants universitaires ainsi que leurs sentiments autodéterminés (s'ils en perçoivent la valeur pour le cours, l'exercice ou les travaux pratiques) ou moins autodéterminés (s'ils ne perçoivent aucun lien entre les actions qu'ils mènent et leurs résultats), s'ils se sentent plus compétents (s'ils en perçoivent de nouvelles aptitudes acquises), ou encore si le fait d'apprendre avec les logiciels augmente leur sentiment d'affiliation (s'ils perçoivent qu'ils appartiennent à une catégorie sollicitée d'étudiants).

3.3.3.3. Impacts sur les travaux pratiques en formation classique

Classiquement, lors des travaux pratiques, les étudiants manipulent debout, le matériel est déjà installé sur une table préparée pour une activité et les étudiants peuvent se déplacer face au matériel de manipulation. Généralement, les étudiants disposent d'un livret expérimental conçu par l'enseignant. Ils ont à collecter des données et à rédiger des rapports mettant en exergues les résultats obtenus, l'interprétation et dégager des conclusions à partir des valeurs des mesures obtenues. Les mesures sont à faire dans un créneau horaire limité et accompagnées des rapports d'analyse des résultats. Un moniteur vérifie l'activité des étudiants et répond à leurs questions.

Les étudiants dans ce contexte apprennent des méthodes, des procédures et des démarches opératoires de référence pour effectuer les différentes tâches prescrites en laboratoire. C'est un apprentissage qui se fait par l'action (Baudouin et al., 2007), en suivant les consignes opératoires. Ce type de situation d'apprentissage classique favorise l'utilisation de connaissances prototypiques construites en référence aux activités antérieures (Beney et Séré, 2001).

3.3.3.4. Impacts sur les travaux pratiques en FAD/EAD

En contexte de formation hybride dans le domaine de l'ingénierie, les laboratoires en ligne se présentent comme une alternative pour la réalisation des travaux pratiques spécialisés au sein des environnements d'enseignement à distance (EAD). Des activités de travaux pratiques à distance peuvent être mise en œuvre à l'aide de logiciels propriétaires tels que Matlab (Szyperski, 2002) et LabVIEW (Paquette, 1999) dans un contexte d'exécution de laboratoire. L'exploitation de ces logiciels et éventuellement couplés avec d'autres ont rendu possible l'implémentation des laboratoires virtuels basés sur des simulations et favoriser une prise à main à distance des équipements électroniques à partir des réseaux.

3.4. Angles d'analyse des dispositifs et des logiciels de simulation en EAD

3.4.1. Angles d'analyse des dispositifs en EAD

L'enrichissement progressif du concept de FOAD/EAD se traduit par la multiplication des dimensions impliquées dans son analyse[33] :

- une dimension d'ingénierie pédagogique, si on considère l'angle de la gestion, technique et pédagogique ;
- une dimension psychologique de l'apprentissage, dès l'instant où on regarde ce qui se passe du point de vue de l'autonomie, des perceptions et des spécificités de l'apprentissage ;
- une dimension technologique, prise sous l'angle des outils et ressources ;
- une dimension sociologique ou institutionnelle enfin, du point de vue des modes d'accès[34].

[33] Les 3e Rencontres du FFFOD « La formation ouverte et à distance : l'heure des solutions mixtes », 5 et 6 mars 2002, Paris, sur le site http:// www. fffod. org

[34] Cf. (2002) La formation ouverte et à distance : l'heure des solutions mixtes, Actes des 3e rencontres du FFFOD, http:// www. fffod. org. fr

L'hétérogénéité des angles d'approche de la question n'a d'égale que la variété des analyses proposées par les diverses disciplines intéressées par ces nouveaux dispositifs (Bertrand Isabelle, 2003). Les chercheurs en science de l'éducation tendent eux à examiner de manière endogène et critique la question des mutations des pratiques de formations qu'implique l'usage des dispositifs FAD/EAD. Baron (2001), propose d'examiner les nouveaux métiers et compétences en formation, ou de se pencher sur les nouvelles formes d'apprentissage et les nouvelles pratiques pédagogiques qu'elles impliquent.

Les chercheurs issus des sciences de l'information de la communication adoptent une démarche plus exogène. Ils abordent l'analyse sous le prisme des mutations sociales que de tels dispositifs impliquent ou génèrent. Ils étudient d'avantage les usages effectifs observés d'une part et l'industrialisation de la formation (visio-conférence, collaboration entre professions diverses, opposition entre concepteurs et utilisateurs, etc.) d'autre part.

3.4.2. Angles d'analyse des logiciels de simulation en formation en science des ingénieurs

Les démarches d'élaboration des stratégies d'analyse des logiciels pédagogiques repose sur plusieurs phases (Khalid Ahaji et al., 2014). Dans une première phase, une étude détaillée des différents logiciels et leurs innovations respectives. La deuxième phase consiste à la construction d'une grille permettant d'apprécier chaque logiciel. En fin, l'analyse de la fidélité des différents logiciels en termes de consistance interne (Le coefficient alpha de Cronbach) des items évalués et du degré d'accord entre les évaluateurs. L'analyse de la consistance interne des items va permettre de vérifier la validité des construits. Afin de mener une expérience concluante sur l'effet d'un logiciel, une expérimentation doit être programmée suivant un nombre de situations d'apprentissage faites avec une cohorte d'apprenants choisie au sein du terrain expérimental.

3.5 Synthèse des cadres théoriques en lien avec nos objets d'étude

Au regard de tout ce qui précède, nous résumons sur la figure 3.6 les recherches saillantes sur lesquelles s'appuient notre étude. La synthèse est guidée par les principales dimensions servant à mettre en exergue nos deux objets d'études. Il s'agit notamment l'étude et l'évaluation des dispositifs hybrides en considérant comme cas spécifique les dispositifs MASTEL & MASSICO offerts par l'ENSP d'une part et sur l'étude des impacts découlant des usages des logiciels de simulation en contexte de formation en sciences des ingénieurs d'autre part.

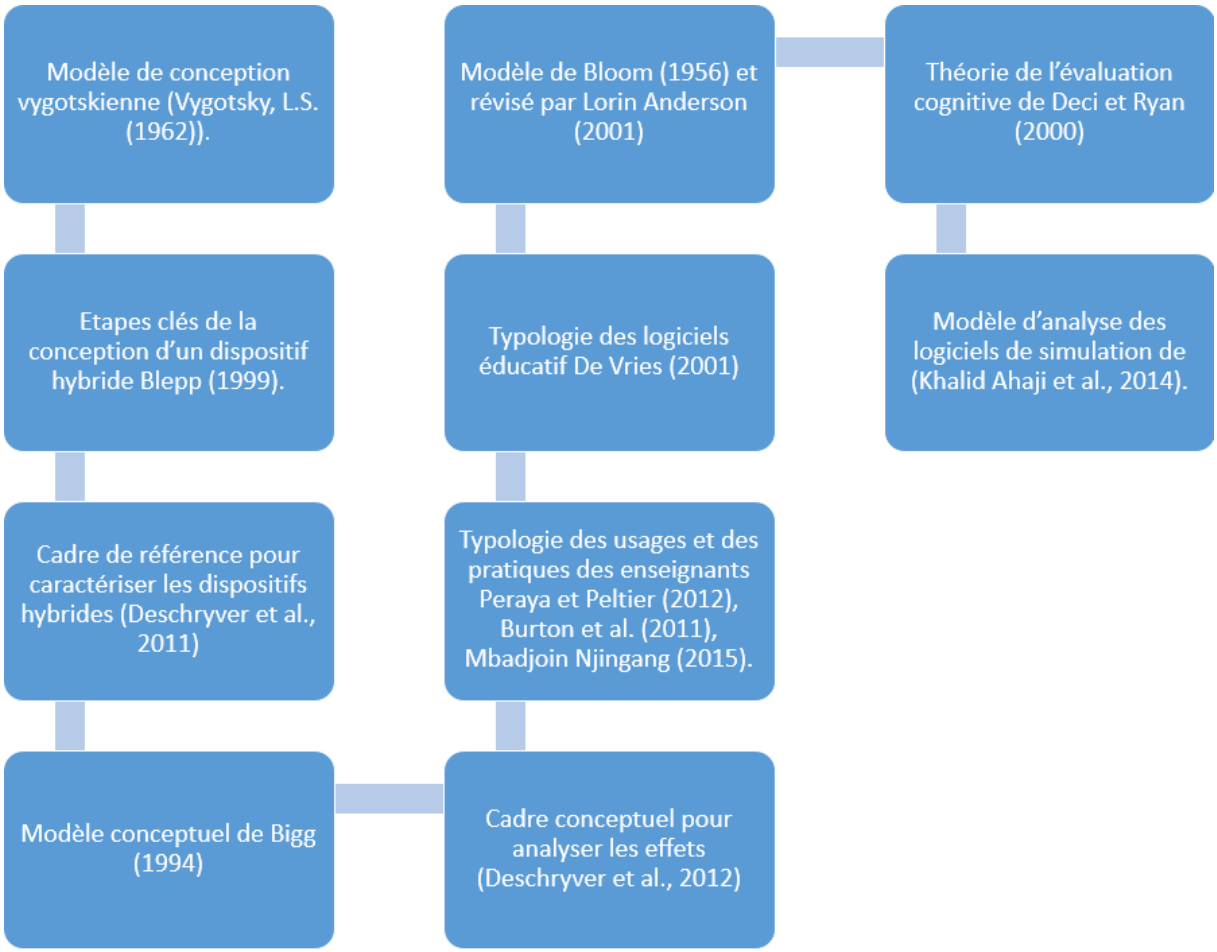

Figure 3. 6: Schéma de synthèse des cadres théoriques

Le modèle de conception vygotskienne (Vygotsky, L.S. (1962)) qui intègre un schéma « tripolaire » (Sujet-Objet-Alter) traduisant d'une part l'environnement d'apprentissage et d'autre part les changements cognitifs grâce aux interactions : sociale et de tutelle. Ce modèle permet dans de notre recherche de décliner les différentes formes de médiation (facilitation, réconciliation, etc,) pris en compte par l'équipe pédagogique en vue d'assurer l'accompagnement des apprenants.

Les différentes étapes clés de la conception d'un dispositif hybride de formation proposées par Blepp (1999), constitue le socle sur lequel nous nous appuyons pour faire l'analyse diagnostique des dispositifs faisant l'objet ici de cas expérimental (MASTEL & MASSICO).

Le cadre de référence pour caractériser les dispositifs hybrides élaboré par (Deschryver et al., 2011) et prenant appui sur les travaux de (Charlier et al., 2006). Il ressort de ce cadre de référence 5 dimensions pour la caractérisation des dispositifs hybrides (articulation des phases présence et distance, l'accompagnement humain, les formes de médiation, les formes de

médiatisation et le degré d'ouverture du dispositif) qui ont servi de cadre à élaborer certaines dimensions présentées sur le tableau 2.1.

Le modèle conceptuel de Bigg (1994) qui par une approche systémique et constructiviste de l'apprentissage accorde une place centrale à la perception construite par l'étudiant à propos du dispositif de formation. Dans son modèle, l'auteur différencie trois ensembles de variables en interaction : des variables de présage, des variables de processus et des variables de produit. Ces variables sont réinvesties dans notre travail pour caractériser les formes d'interaction en lien avec la perception des apprenants.

Le cadre conceptuel pour analyser les effets (Deschryver et al., 2012). Sur cette base, plusieurs catégories d'effet pressenti dont notamment les effets sur les apprentissages et les effets sur les pratiques d'enseignement. Les différentes catégories d'effets identifiées, servent à caractériser les dispositifs hybrides étudiés.

La diversité des usages et des pratiques des enseignants proposée par: Peraya et Peltier (2012), Burton et al. (2011) et Mbadjoin Njingang (2015), contribuent à recenser les différents usages et pratiques observées dans les dispositifs hybrides.

La typologie des logiciels éducatifs proposés par De Vries (2001), permet d'établir chaque lien entre le type de logiciel, la fonction pédagogique s'y attachant, la théorie qui en découle la tâche de l'étudiant liée au logiciel et les connaissances visées.

Le modèle de Bloom (1956) et révisé par Lorin Anderson (2001), permet d'identifier les opérations cognitives sollicitées lors des activités d'apprentissage avec les logiciels utilisés lors des cours.

La théorie de l'évaluation cognitive de Deci et Ryan (2000), nous renseigne les facteurs qui influencent sur la motivation d'un individu (besoins d'autodétermination, de compétence et d'affiliation).

Enfin, le modèle d'analyse des logiciels de simulation proposé par (Khalid Ahaji et al., 2014), nous permet d'identifier les démarches d'élaboration des stratégies d'analyse des logiciels pédagogiques (une étude détaillée des différents logiciels, construction d'une grille et analyse de la fidélité).

Conclusion

Au terme de ce chapitre, nous avons grâce à une lecture sélective de plusieurs auteurs traitant des thématiques allant de la conception des dispositifs innovants en formation aux usages pluriels desdits environnement en contexte de formation en mode hybride. Cette lecture, nous a ainsi permis de dégager notre cadre théorique devant servir de base à l'élaboration de notre méthodologie puis aidera à trianguler nos résultats.

Nous allons dans le chapitre qui va suivre décrire notre méthodologie de recherche.

CHAPITRE 4 : METHODOLOGIE DE RECHERCHE

Introduction

Pour apporter des réponses aux questionnements qui ont été précédemment posés, nous avons adopté une méthodologie de recherche de type mixte. Les recherches de méthodes mixtes ont ceci comme atout ; elles permettent de mettre en œuvre parallèlement voir séquentiellement les méthodes descriptives, expérimentales et compréhensibles. Ainsi, le choix d'une méthodologie mixte nous permet de combiner les analyses quantitatives avec les analyses qualitatives pour la triangulation de certains résultats. Aussi, non seulement le choix d'une méthodologie mixte semble-t-il justifié au regard des différents objectifs spécifiques que nous voulons atteindre, mais il permet aussi d'enrichir et de renforcer notre recherche. Donc, les réponses objectives aux questions posées nous exigent de prendre en compte les approches épistémologiques, les concepts et les langages couplés aux techniques des méthodes quantitative et qualitative.

Nous considérerons pour cela, le contenu des représentations qu'ils formulent au cours des entrevues semi-dirigées et dans l'enquête. La finalité étant de « comprendre de façon riche les phénomènes à l'étude à partir des significations que les acteurs de la recherche leur donnent » (Savoie-Zajc, 2000 : P. 174). En procédant aux enquêtes en ligne nous intégrons également les questions ouvertes pour favoriser un contenu riche, à l'instar des interviews semi-directives. Nous procédons par la suite, à l'analyse du discours pédagogique et de l'apprentissage à travers les traces de contenus d'interactivité. Ce dernier élément porte sur la démarche par trace d'activité et permet de compléter notre compréhension des opinions affichées par les répondants au questionnaire et interview. Les traces nous offrent la possibilité d'analyser l'action et le comportement des acteurs impliqués au dispositif dans le cadre des interactions à l'aide d'artefacts de communication médiatisée. Nous décrivons ensuite les méthodes et les instruments de collecte des données. Nous exposons les techniques de traitement des données quantitatives et qualitatives.

4.1. Cadre conceptuel des facteurs d'analyse : axes, dimensions, variables et indicateurs

La méthodologie déployée ici vise à répondre à ce double objectif, d'une part institutionnel (évaluation des dispositifs FOAD de l'ENSP en vue de les améliorer) et d'autre part scientifique (répondre à quelques questions de recherches en FOAD). Notre méthodologie est en relation aux axes de recherches que nous avons retenues dans notre étude.

4.1.1. Axes de recherches et questionnements

Nous avons à travers l'axe 1 voulu répondre à quelques questions qui guident et encadrent notre recherche. Quelles sont les caractéristiques des cours et dispositifs mis en place? Dans quelle mesure la médiation et la médiatisation des contenus contribuent-elles à la transformation efficiente des savoirs en savoir-faire dans le domaine de formation en ingénierie? En quoi les logiciels de simulation dans les dispositifs hybrides comme MASTEL & MASSICO permettent-ils d'assurer une formation de qualité des élèves ingénieurs à l'ENSP?

L'axe 2 permet quant à lui de répondre à la question suivante : Quels effets spécifiques observent-ont en particulier sur l'apprentissage des étudiants, au niveau des dispositifs MASTEL & MASSICO mis en place à l'ENSP?

L'axe 3 s'attaquera aux questions suivantes : Quels facteurs pédagogiques impactent de façon significative l'adoption des logiciels de simulation comme environnements numériques virtuels de réalisation des TéléTP tout en assurant une formation de qualité des élèves ingénieurs à l'ENSP? Quels facteurs techniques en contexte de formation hybride ont un impact significatif sur une formation de qualité des élèves ingénieurs à l'ENSP?

L'axe 4 tentera de répondre aux questions suivantes : En quoi l'utilisation des logiciels de simulation dans les dispositifs hybrides participe-t-elle de façon significative à l'atteinte des compétences professionnelles exigée dans la formation des élèves ingénieurs à l'ENSP? Quels sont les niveaux de satisfaction et d'efficacité des usages par les apprenants des logiciels de simulation pour l'apprentissage des sciences pour ingénieurs?

A partir de l'axe 5, nous avons voulu répondre à la question ; quelles sont les perceptions des étudiants en MASTEL & MASSICO sur l'usage du « Didacticiel Radiocom » en enseignement des télécommunications et particulièrement aux cours « Radio Communication Mobile » et «Antenne et Propagation » ?

4.1.2. Synthèse des dimensions, variables et indicateurs du cadre conceptuel d'analyse des résultats de la recherche

Nous résumons dans cette section les dimensions, variables et indicatrices en étroite relation avec nos axes de recherche indiqués au chapitre 2. Ces paramètres constituent l'ossature de nos cadres conceptuels et modèles d'analyse de nos résultats dans les prochains chapitres. L'axe 1 est composé de cinq dimensions (Articulation présence/distance, l'accompagnement, médiatisation, médiation et ouverture) servant à décrire un dispositif hybride (Burton et al., 2011). L'axe 2 est composé de deux dimensions (effet du dispositif hybride sur l'apprentissage

et l'enseignement, changements perçus par les acteurs au niveau de leurs pratiques et au niveau de leur engagement professionnel) liées aux impacts des dispositifs hybrides en enseignement et apprentissage des élèves ingénieurs. L'axe 3 comporte deux dimensions focalisant le concept d'EIAH au développement professionnel des enseignants et du savoir-faire des apprenants en milieu universitaire, celle du changement des pratiques innovantes et du sentiment d'engagement. L'axe 4 est composé de deux dimensions dont une axée sur les effets des logiciels de simulation sur l'apprentissage et l'autre sur le positionnement à l'autodétermination des apprenants en contexte de formation en sciences de l'ingénieur. Enfin l'axe 5 est composé de trois dimensions (l'usage centré sur l'acte d'apprentissage, l'usage centré sur l'apprenant) traduisant les typologies proposées par Basque et Lundgren-Cayrol (2002).

4.1.2.1. Synthèse dimensions et variables de l'axe 1 de recherche

Comme annoncé précédemment, l'axe 1 comporte 5 dimensions décrient au chapitre 3 (§ section 3.2). Dans les tableaux qui vont suivre, nous allons recenser les variables ainsi que les indicateurs y associés à chaque dimension. Une colonne référence bibliographique nous sert d'illustration des recherches consultées pour valider nos variables et qui devront nous servir de cadre d'analyse des résultats obtenus dans notre recherche.

Le tableau 4.1 (§ Annexe 1 : Tableau 4.1) ci-dessous illustré, présente la synthèse des dimensions, variables et indicateurs rattachés à l'axe 1 de recherche. Les 14 variables retenues serviront de cadre de validation ou non de l'hypothèse 1 (H1) mentionné au chapitre 2 et précédemment présenté.

Les indicateurs et les variables de cet axe vont nous permettre d'explorer l'hypothèse 1(H1) de notre recherche.

4.1.2.2. Synthèse dimensions et variables de l'axe 2 de recherche

Nous résumons ici les dimensions et variables liées aux effets des dispositifs hybrides sur la professionnalisation des enseignements d'une part et le développement des compétences professionnelles des apprenants en formation en ingénierie d'autre part.

Le tableau 4.2 (§ Annexe 1 : Tableau 4.2) récapitule les variables et indicateurs en liaison avec l'axe 2 de notre recherche.

4.1.2.3. Synthèse dimensions et variables de l'axe 3 de recherche

Les dimensions et les variables liées à l'axe 3 de recherche sont présentées et commentées au chapitre 3 (§ Section 3.3.3.) du présent mémoire. Cet axe comporte deux dimensions dont la

première porte sur la conception et la mise en œuvre des environnements interactifs d'apprentissage humain (EIAH) au développement professionnel des enseignants et du savoir-faire des apprenants en milieu universitaire, la deuxième dimension quant à elle repose sur le changement des pratiques innovantes et son impact sur l'autodétermination ou le sentiment d'engagement de l'apprenant en contexte de formation en sciences de l'ingénieur.

Pour étudier les logiciels de simulation, nous allons explorer les domaines : techno-pédagogiques, didactique, pédagogie évolutive (innovation pédagogique), les scénarii d'enchaînement et de contrôle pédagogique.

La didactique vise à explorer ici les processus d'enseignement et d'apprentissage mobilisé par les logiciels. Des dispositifs techniques comme les logiciels de courrier et de communication électroniques et certains logiciels de type hypertexte ou de simulation rassemblent beaucoup d'avantages pour étudier l'apprentissage en situation: ils favorisent et enregistrent les transactions (Dessus et al., 1977). La construction d'une connaissance ne pouvant se passer de la composante sociale, plus encore étudiée en laboratoire décontextualisée, quels sont alors les repères qui définissent le passage d'un raisonnement sur les symboles à un apprentissage en situation? La composante sociale prenant en compte la présence ou non de l'enseignant dans le processus d'apprentissage.

La spécificité du contexte (absence d'enseignant) fait que ce paramètre pourrait distinguer notablement la situation « à distance » d'une situation « en présence », au moins en ce qui concerne la « présence sociale » de l'enseignant (op.cit.). La variable contexte d'utilisation se déclinera alors en deux variables indépendantes : la situation « distance » et la situation « présence ». Comme le processus d'apprentissage est centré sur l'apprenant, la variable dépendante « satisfaction » sera utilisée pour apprécier l'adéquation du logiciel de simulation à l'activité d'apprentissage.

Trois variables que sont la structure, le dialogue et l'autonomie de l'élève établie par (Moore, 1989 cités par Claire Peltier, 2010) sont utilisées pour rendre compte de la distance séparant l'enseignant des élèves. A partir de la variable « structure », nous observerons la rigidité ou la flexibilité des objectifs pédagogiques du cours, des stratégies d'enseignement et des méthodes d'évaluation. C'est cette variable qui permettra de se prononcer sur l'adéquation ou non du programme d'enseignement aux besoins personnels de chaque apprenant. La variable « dialogue » va permettre d'observer le flot des interactions enseignant-élève lorsque l'un donne des instructions et que l'autre répond. La variable « autonomie » de l'apprenant permet de

définir la possibilité de ce dernier à déterminer lui-même plutôt que l'enseignant des paramètres comme les buts, méthodes et modalités d'évaluation.

La pédagogie évolutive mettra en exergue la virtualisation à partir de l'instrumentation des dispositifs de formation. Il sera question d'observer les outils choisis et leur utilisation. Nous tenterons de situer l'évolution des pratiques pédagogiques sur une échelle mesurant le degré d'intégration des TIC dans l'éducation. L'échelle LOTI (Levels Of Technology Implementation) établie par Moersch en 1995 et repris par Claire Peltier en 2010 représenté dans le tableau 4.3, nous semble être plus pertinente pour notre recherche.

Tableau 4. 1: Le modèle LOTI d'après Moersch (1995) et repris par Claire Peltier en 2010

Niveau	Catégorie	Remarques
Niveau 0	Non use (pas d'usage)	Aucun usage des technologies, si ce n'est les outils "text-based" comme le rétroprojecteur ou le tableau noir
Niveau 1	Awareness (prise de conscience)	L'ordinateur est utilisé par l'enseignant en dehors de la classe pour son propre usage (traitement de texte par exemple).
Niveau 2	Exploration	Les technologies sont utilisées pour compléter les activités existantes (tutoriels, jeux éducatifs, simulations)
Niveau 3	Infusion (pénétration)	Un choix de technologies est utilisé pour accompagner les activités d'apprentissage (tableurs, applications multimédia, de publication de contenu, etc.)
Niveau 4	Integration (Intégration)	Les outils technologiques sont intégrés de manière à contextualiser les processus d'apprentissage et à résoudre des problèmes (Problem Based Learning).
Niveau 5	Expansion	Les enseignants utilisent des technologies issues de cadres non scolaires (entreprises, universités, institutions étatiques) afin de d'étendre l'expérience des apprenants à des contextes réels.
Niveau 6	Refinement (raffinement)	Les technologies sont perçues comme étant naturelles et au service des processus permettant l'apprentissage des apprenants, notamment par le biais de la résolution de problèmes authentiques (real-world problems).

Une fois les outils utilisés recensés dans les logiciels de simulation, nous pourrons alors établir une hiérarchie de leur usage et estimer le degré d'intégration des TICE dans l'enseignement des sciences de l'ingénieur en général et en enseignement des télécommunications en particulier.

La virtualisation s'inscrivant dans une démarche d'innovation pédagogique, nous nous proposons ici d'évaluer la place des logiciels de simulation par rapport aux pratiques dominantes à l'enseignement des télécommunications. Pour son évaluation, nous utiliserons le modèle systémique de l'innovation développé par Depover et Strebelle en 1997 à travers les variables dépendantes : adoption, l'implantation et la routinisation.

Les scénarii d'enchaînement pédagogique vont d'avantage s'inspirer des travaux de J.P. Pernin en 1996 et repris par Gloria Cortés Bruitrago en 1999. L'enseignant définit l'enchaînement des objectifs, les activités à réaliser pour chaque objectif et les critères pour le passage d'un objectif à un autre (Gloria Cortés Bruitrago, 1999 : P.42). Le scénario d'enchaînement pédagogique sera observé en explorant les deux variables outils d'enchaînement et l'activation des exercices. A partir de la variable « outil d'enchaînement », il sera question de voir si au niveau du simulateur utilisé il est prévu des scénarii d'enchaînement pour l'apprenant. En fait, nous voulons vérifier si le logiciel de simulation du point de vue de l'apprenant, gère ou non automatiquement la progression entre les exercices selon les objectifs atteints ? La variable activation des exercices aide à explorer si pour chaque exercice, l'auteur a défini quels sont les exercices qui vont s'activer quand l'apprenant réussit, échoue ou abandonne. Le contrôle de l'enchaînement est ainsi réparti dans tous les exercices. Du point de vue de l'apprenant, il y a une liste d'exercices actifs.

Le scénario de contrôle pédagogique consistera à observer si au niveau du logiciel il est possible pour l'enseignant de contrôler en détail chaque activité de l'apprenant. Le modèle MARS (Pernin, 1996 ; cités par Gloria Cortés Bruitrago, 1999 : P.42) permet de distinguer les variables : but (appropriation, pratique, renforcement, évaluation, etc.), énoncé, aides à l'apprenant, surveillance à faire pendant la réalisation de l'activité, critères pour considérer l'activité comme accomplie, etc.

La synthèse des dimensions et les indicateurs servant à mettre en exergue les différentes variables recensées dans la présente section sont conciliés sur le tableau 4.4 (§ Annexe 1 : Tableau 4.4).

4.1.2.4. Synthèse des dimensions et variables de l'axe 4 de recherche

Les usages et la perception des technologies sont d'abord envisagés comme une variable contextuelle. Nous verrons cependant si cette variable pourrait avoir un impact sur la manière dont les étudiants perçoivent les logiciels de simulation. Dans le cadre de cette recherche, nous voulons étudier le sentiment d'efficacité personnelle relativement à « apprendre avec un logiciel » en tant que variable de sortie en recherchant l'effet d'un type de logiciel sur le sentiment d'efficacité personnelle des étudiants. Les questions visant à apprécier le sentiment d'efficacité personnelle des étudiants, comme celles utilisées pour les enseignants ont été élaborées par les chercheurs en s'inspirant de Follenfant et Meyer (2003).

Le sentiment d'efficacité personnelle est « *la croyance de l'individu en sa capacité d'organiser et d'exécuter la ligne de conduite requise pour produire des résultats souhaités* » (Bandura, 2003 : P.124).

La synthèse des dimensions, variables et les indicateurs associés en lien avec cet axe de recherche est conciliée dans le tableau 4.5 (Annexe 1 : Tableau 4.5).

4.2. Démarche et justification de la stratégie de recherche aux réponses des différents questionnements

4.2.1. Justification du type de recherche

Pour apporter des réponses aux questionnements qui ont été précédemment posés, nous avons adopté une méthodologie de recherche de type mixte. Les recherches de méthodes mixtes ont ceci comme atout ; elles permettent de mettre en œuvre parallèlement voir séquentiellement les méthodes descriptives, expérimentales et compréhensibles. Ainsi, le choix d'une méthodologie mixte nous permet de combiner les analyses quantitatives avec les analyses qualitatives pour la triangulation de certains résultats. Aussi, non seulement le choix d'une méthodologie mixte semble-t-il justifié au regard des différents objectifs spécifiques que nous voulons atteindre, mais il permet aussi d'enrichir et de renforcer notre recherche. Donc, les réponses objectives aux questions posées nous exigent de prendre en compte les approches épistémologiques, les concepts et les langages couplés aux techniques des méthodes quantitative et qualitative.

Les recherches adoptant une méthode quantitative se limitent à la mise en évidence de relations entre variables sans prendre en compte des dimensions importantes comme les caractéristiques et le contexte (Deschryver N. et Charlier B., 2012 : P.19). L'approche quantitative se veut déductive dans la mesure où, elle contribue à démontrer à partir des données empiriques la validité de nos hypothèses (Ouellet, 1981; Gauthier, 1997). Les méthodes qualitatives quant à elles se limitent à un petit nombre d'individus sans pouvoir conduire à des résultats généralisables. Ainsi, pour décrire et analyser le cadre conceptuel systémique tel que celui des dispositifs hybrides comme nous entrevoyons dans le cadre de la présente recherche, choisir un seul paradigme et une seule méthode de recherche ne suffit plus. Il s'agira pour nous et selon les phénomènes étudiés, d'adopter l'approche épistémologique la mieux adaptée (constructiviste ou post-positiviste), ceci dans le but de prendre en compte la complémentarité de ces approches. Cette approche qualitative se justifie également par le fait que l'objectif est, d'éclairer une problématique relative aux usages par de nouvelles pratiques avec les dispositifs modernisant la formation d'ingénieurs du système universitaire. Ce choix qualitatif repose aussi

sur sa capacité à rendre compte d'un phénomène complexe, et de ce point de vue, il s'agit dans cette étude, de l'explorer pour comprendre le phénomène d'innovation par les technologies numériques représentées par les études de cas des dispositifs qui ne peuvent être dissociés de leur contexte (Yin, 1994 ; Creswell, 1998 ; Njingang Mbadjoin, 2015). L'atout de cette approche dans notre recherche est qu'elle nous permet d'introduire le point de vu des acteurs (enseignants, étudiants, responsables institutionnels) dans la présentation des résultats. Comme il s'agit d'une recherche en enseignement à distance dont les résultats doivent intéresser les acteurs des autres institutions universitaires, les témoignages sous forme d'entretiens semi-directifs, enregistrés ou filmés, des traces vont constituer notre base de données qualitatives importantes pour la présentation de la typologie, elle-même issue d'une analyse quantitative.

4.2.2. Approche par enquête en ligne et théorie des représentations

La théorie des représentations se réfère à la théorie de la connaissance qui est fondée sur le principe explicatif. Selon Marchand (1997), l'architecture des représentations peut être associée à leur contenu et constituer les indicateurs dans une grille de lecture capable de donner une bonne compréhension de ce qui caractérise la représentation et les relations qu'elle implique. Il sera question spécifiquement ici de tenir compte des représentations des étudiants en EAD à l'égard des actions qui sont influencées par le type de dispositif, les stratégies pédagogiques incitatives, interactives en contexte de formation des ingénieurs. Les représentations recensées dans la présente recherche reposeront sur des enquêtes en ligne sous forme de questionnaire intégrant des questions ouvertes favorisant les contenus riches et qui permettront de confronter les réponses reçues par les entretiens semi-directifs.

4.2.3. Approche par traces et théorie de l'activité

Toute activité humaine peut-être médiatisée par les artefacts techniques ou symboliques qui contribuent à l'élaboration des schèmes d'apprentissage individuel ou collectif, impliquant culturellement les acteurs selon Brondin (2002), ce que Njingang Mbadjoin (2015) qualifie pour sa part des relations sociales. En se référant à Linard (2001), il montre que l'acquisition de connaissances dans cette relation, n'est pas un processus inactif, mais dynamique et interactif qui se structure réciproquement entre sujets et environnement externe ou interne au fil du temps (op. cit). Dans la littérature plusieurs auteurs en référence aux théories de l'activité et de l'interactivité se sont appuyés sur les traces pour illustrer les différents usages archivés dans un ENT ((Henri et al. 2006 ; Peraya et al. 2009 ; De lièvre et al. 2009 ; Larose et Jaillet, 2009 ; Jaillet, 2006). Dans un dispositif d'apprentissage avec les technologies numériques, la théorie de l'activité qu'elle soit individuelle ou collective permet de rendre compte de la manière dont

les artefacts techniques, symboliques et interactions langagières se combinent entre eux. Dans le cadre de cette recherche, notre approche va consister à élucider les éléments caractéristiques de l'action et du comportement des acteurs (étudiants et enseignants/tuteurs) à travers les symboles ou traces d'activité en situation de formation professionnelle des ingénieurs dans un ENT ou d'apprentissage. L'analyse par trace d'activité va dépendre de l'articulation autour de la relation pédagogique en rapport au codage, des concepts des traces d'interactivité ainsi que du triplet de l'activité. Nous allons dans les sections qui vont suivre étayer davantage notre technique d'analyse par trace.

4.2.3.1. Traces d'interactivité et mode de codage

Le traçage a comme objectif principal d'observer et de collecter les informations signifiantes concernant les activités des étudiants pendant leur communication. Vu que les dispositifs MASTEL & MASSICO reposent plus sur des échanges en mode synchrone et asynchrone, notre démarche de codage par traces d'interactivités va faire appel à l'analyse du discours et des actes de langage que nous classerons par catégorie d'unités de sens comme le suggère les auteurs (Ecuyer, 1990 ; Quintin, 2008, De lièvre et al., 2009).

La notion de « trace » reste encore un sujet assez complexe et ouvert interrogeant en permanence le statut sémiotique de l'objet en soi même ((Larose et Jaillet, 2009, Peraya et al., 2006). Pour analyser les traces, Lund & Mille (2007 : P.9) définissent la trace comme « *une inscription volontaire dans l'environnement informatique d'empreintes d'interactions entre un utilisateur et son environnement informatique* ».

Autour d'un environnement numérique d'apprentissage, la trace se traduit par les empreintes laissées par les utilisateurs sur la plateforme. L'intervention des interlocuteurs dans une plateforme pouvant se faire en mode synchrone ou asynchrone, se traduit tout aussi par l'interaction collaborative et le niveau d'échange mesurable dans la relation pédagogique. Pour Jaillet, le concept d'interactivité est en soi-même le « cœur de la relation pédagogique ». Il montre qu'il n'a pas seulement le sens de « *support à l'interaction, mais revêt un caractère mesurable. En plus de ce caractère, il lui confère la dimension « processus* » (Jaillet, 2006 : P. 955 repris par Njingang Mbadjoin, 2015). C'est ce caractère mesurable de l'interactivité qui va permettre de caractériser les comportements des étudiants et enseignants dans le contexte d'apprentissage à partir des « EAIH ».

Nous allons nous intéresser aux paramètres qualitatifs que nous intégrerons comme symbole de l'acte langagier en se focalisant des unités de sens dans la relation pédagogique en contexte

d'apprentissage. Ces paramètres découleront des analyses des contenus des cours, des fiches de présentation du cours et des activités, des dépôts, des chats et des forums de discussion. Pour analyser les traces issues des forums, Njingang Mbadjoin et Jaillet (2013) ont étudié la fréquence des unités de langage dites initiatives, réactives, évaluatives et auto-réactives. Grâce à cela, ont pu apprécier leur niveau d'apparition en fonction du type des forums pré-structurés ou non en fils conducteurs. Pour ces deux auteurs, il apparaît que plus le forum est fortement structuré, mieux l'apprentissage est efficace et positivement impacté par la pertinence des interventions au regard du niveau élevé d'interaction et d'unités initiatives ou réactives. En particulier, il convient que les forums soient structurés en fonction des compétences visées par le dispositif en mettant clairement en évidence leur apport spécifique mais aussi leur articulation avec d'autres modalités d'interaction ou de mise à disposition d'informations.

Par l'approche par traces, nous comptons donc enrichir le regard spontané du chercheur sur la compréhension du sentiment des étudiants, de leur propre activité et de celle focalisant la collaboration, ainsi que la pertinence qui se dégage en termes de performance, de développement des compétences professionnelles et de productivité. En effet, développement social et acquisition de compétences cognitives sont intimement liés et profitent l'un de l'autre (Depover et al., 2006). Comme le soulignait déjà (Vygotsky, 1962 : P. 104) « *Ce qu'un enfant peut faire aujourd'hui en collaborant avec autrui, il peut le faire seul demain* » (op. cit). De plus, en affirmant que les interactions inter-individuelles sont à l'origine des coordinations intra-individuelles, cet auteur met clairement en évidence le fondement social de tout apprentissage. Comme le souligne (Dillenbourg, 2006), la construction d'une vision commune exige que les participants puissent accéder au même espace d'information. Pour cela, il est souvent utile de s'appuyer sur plusieurs moyens de communication à distance disposant chacun de leurs propres spécificités. Ainsi, des outils permettant la communication synchrone comme le Chat pourront apporter un complément utile notamment pour soutenir certains processus de négociation.

Les traces produites par le déroulement d'une activité sont importantes pour évaluer l'aspect comportemental de l'utilisateur. Ces traces sont capturées lors des différentes actions et interactions des utilisateurs sur/via un outil de communication synchrone appelé ici le « Chat ». Dans la présente recherche, nous souhaitons savoir comment un étudiant participe au tutorat, le type de message posté (message lié au contenu, à l'activité, à un logiciel ou à l'actualité en milieu socioprofessionnel), etc. Toute communication engendrant des résultats (produits), le message posté par un étudiant est considéré comme un produit de son activité. En plus des

traces issues des tutorats, nous avons les traces laissées par les documents échangés sur la plateforme.

Les documents que les étudiants partagent sur les espaces de dépôt de la plateforme et qui participent à la réalisation du projet sont également considérés comme des ressources externes (partagées) ou internes si elles sont produites par d'autres activités que cette communication. L'interprétation des traces peut s'enrichir en prenant en compte d'autres types de produits tout au long d'une activité de communication.

Les traces prennent donc des formes très différentes d'un outil à l'autre, ce qui rend difficile leur exploitation systématique. Il y a alors une nécessité de structuration, de codage et une méthode efficiente d'analyse des traces propre à l'outil de communication utilisé. Afin de construire des indicateurs pertinents d'analyse des traces, nous proposons de classer les traces produites en ne se focalisant que sur des informations signifiantes et pertinentes filtrées à l'aide d'une granularité fine sur les activités de communications mobilisées. Le fait de tracer finement les activités de communication minimise la perte d'information sur une interaction. Notre préoccupation est de collecter un maximum d'informations afin d'identifier toutes les composantes d'une activité. Pour cela, nous avons commencé par l'identification des types de traces à collecter, de l'étude des différentes caractéristiques des outils de communication, de l'identification du processus de traçage et de production des traces. Ce travail préalable nous a aidés à élaborer nos grilles d'analyse des traces. Nous avons ensuite mené plusieurs expérimentations semi-contrôlées à l'aide des produits recensés à partir des différents outils de communication.

4.*2.3.2. Codage par traces des actes de langage en contexte d'échange synchrone et asynchrone*

Pour analyser les traces des interactions entre apprenants, nous segmentons les traces issues des forums en unités élémentaires de sens du langage pré-structurées ou non en fil conducteur. Ainsi, comme Njingang Mbadjoin (2015), nous mobilisons trois fonctions d'intervention basée sur les actes initiatifs, réactifs et évaluatifs. À l'instar de ces travaux, nous aurons à relier à chaque unité principale un indicateur qui correspond au comportement secondaire permettant de mesurer l'action qui se traduit. Les indicateurs de comportement principal (I, R, E, A) sont alors interprétés par les symboles **I** (proposer, demander, suggérer), **R** (répondre, questionner), **E** (approuver, désapprouver), **A** (Préciser, rectifier).

Nous y associons lors de l'analyse aux actes langagiers des typologies de message. À cet effet, nous considérons comme dans les travaux de Njingang Mbadjoin (2015), les trois catégories de message qui ont été testées dans les travaux de De lièvre et ses collègues, à savoir les messages directement liés à l'objet d'apprentissage, les deux autres types de messages organisationnels et sociaux motivationnels qualifiés respectivement comme des messages d'intervention de gestion et relationnelle (Peraya et Dumont, 2003).

4.2.3.3. Codage et analyse interactionnelle en contexte d'EAD

Nous abordons dans ce cadre les interactions découlant des échanges synchrones autour des outils numériques de communication comme le "Chat". L'angle sur lequel nous abordons ici est inspiré de la théorie de distance et du dialogue transactionnel développé par Peraya et Dumont (2003). Ces auteurs nous donnent un aperçu du type d'intervention des acteurs qui se construit dans les actions individuelles ou collectives en tant que base de contributions apportées lors des échanges dans un environnement médiatisé. Les flux d'intervention et les dynamiques conversationnelles des acteurs intervenant dans un dispositif d'EAD, peuvent s'analyser en s'appuyant sur les unités de codage qui gravitent autour des dimensions interactionnelles (Njingang Mbadjoin, 2015).

Dans le cadre de notre recherche, nous avons voulu à partir des protocoles correspondant à une fiche signalétique présentant sommairement et de manière globale le cours ou le corpus global du contenu des échanges, des épisodes correspondant à une unité élémentaire de codage laissé par l'intervention d'un locuteur dans un échange dialogique ou polylogique sur la plateforme ; identifier l'objet d'apprentissage, les comportements des acteurs ainsi que les actes de langage affectif et social pouvant caractériser la motivation ou non des apprenants.

Selon Péraya et Dumont (2003), l'espace virtuel du dispositif technique de médiatisation de la formation génère les traces interactionnelles avec la possibilité de reconnaître une intervention par les symboles relatifs aux traits formels des acteurs du dispositif de formation. Ces traits symboliques sont reconnaissables dans le dispositif médiatique avec les acteurs actifs par leur nom, ou la fonction relative d'étudiants, d'enseignant/tuteur, de coordinateur ou d'administrateur (op.cit.). Nous allons dans le cadre de ce travail croiser les interactions en suivant les mots relatifs à la tâche ou le but visé dans l'épisode afin d'assurer la cohérence thématique relative aux différents objets d'étude. L'épisode renvoi dans notre contexte à une séquence classique du cours.

4.2.3.4. Synthèse des indicateurs de dimensions de codage interactionnel

Les dimensions de codage des niveaux hiérarchiques des échanges peuvent s'organiser autour de trois ordres : référentielle (dimension directe à l'apprentissage et évaluation), relationnelle (dimension d'intervention socio affective) et régulatrice (dimension d'intervention de gestion) découlant des travaux de (Mc Donald et Gibson, 1998; Peraya et Dumont, 2003). Nous nous intéresserons d'avantage aux deux premières dimensions (référentielle et relationnelle) du fait de notre objet d'étude ou nous recherchons tout d'abord les compétences développées par les étudiants ainsi que leurs sentiments et motivations d'apprendre à distance une discipline technologique exigeant une bonne dose de pratique.

La dimension référentielle fera recours aux indicateurs d'action comme par exemple, poser et résoudre un problème d'ordre technique, les difficultés techniques d'usage des plateformes, l'utilisation d'outils de médiation/médiatisation, l'implémentation et la manipulation d'outils logiciels du domaine professionnel (accéder, questionner, demander, répondre…). Elle est également indiquée par les indicateurs visant les objectifs autour du scénario pédagogique, comme les présentations ou la transmission, l'analyse et la discussion sur les activités et travaux (résolution de problème, étude de cas..), les feedbacks, incitation à affiner, invitation à prouver, remise en question, etc. Par cette dimension référentielle, nous mettons donc en exergue la catégorie en relation directe avec l'acte d'apprentissage et se rapportant au mécanisme cognitif et métacognitif.

La dimension relationnelle met en exergue les indicateurs de comportement socio affectif produisant entre autres, les marqueurs de salutations d'excuses, de satisfaction, d'encouragement ou de félicitations. Le tableau 4.6 résume les deux principales dimensions et les indicateurs associés inspiré des travaux de Peraya et Dumont (2003).

Tableau 4. 2: Dimensions et indicateurs de codage des catégories messages interactionnels (synchrones, asynchrones)

Dimension	**Catégories messages et indicateurs interactionnels**	**Séquence et indicateurs d'épisode**	**Références**
Dimension Référentielle (Cognitive, métacognitif)	*Catégorie messages directs à l'apprentissage* **Indicateurs :** - présentation ou transmission d'informations cognitives ; - analyse et discussion d'activités et travaux (résolution de problème ;	*Marqueurs sémantiques formelles :* - introduction d'ouverture et de transition d'épisode ; - énoncé conclusif ou interruptif ;	-(Henri, 1991) ; -(Mc Donald et Gibson, 1998) ; - (Cerisier, 2000) ;

	- étude de cas) ; - feedback ; - incitation à affiner ; - invitation à prouver ; -remise en question ; -etc.	- mode de travail individuel et de collaboration en groupe/équipe ; - gestion d'activités et ressources ; -etc.	-(Peraya et Dumont, 2003)
Dimension Relationnelle	*Catégorie d'actes socio* affectifs **Indicateurs:** - salutations ; - demander les excuses ; - susciter les encouragements ; - félicitations ; - etc.		

Afin de synthétiser le processus de codage du contenu d'un protocole interactionnelle pour analyser l'interactivité synchrone et asynchrone en contexte d'enseignement à distance, nous avons jugé pertinent de prendre en compte les sous niveaux d'unités référentielles, relationnelle selon les actes de langage des intervenants autour du dispositif de formation. Le tableau 4.7, représente la synthèse du processus des dimensions de codage du protocole interactionnel selon les unités d'actes de langage inspiré des travaux de De Lièvre et al. (2009), Quintin (2008), Njingang Mbadjoin (2015), Peraya et Dumont (2003), Mc Donald et Gibson (1998).

Tableau 4. 3: La synthèse du processus des dimensions de codage du protocole interactionnel selon les unités d'actes de langage

Référence : De Lièvre et al. (2009), Quintin (2008), Njingang Mbadjoin (2015), Peraya et Dumont (2003), Mc Donald et Gibson (1998).								
Dimension	**Référentielle**				**Relationnelle**			
Catégorie	Cognitive/métacognitive (directe à l'objet étudié/apprentissage)				Intervention socio affective			
Acte principal	Initiatif **(I)**	Réactif **(R)**	Evaluatif **(E)**	Auto réactif **(A)**	**I**	**R**	**E**	**A**
Indicateurs d'acte (comportement secondaire)	Proposer Demander Affirmer **(PDR)**	Répondre Questionner **(RQ)**	Approuver Désapprouver **(AD)**	Préciser Rectifier **(PR)**	Protocole d'Entrée et Sortie **(PES)**	Pas de Réponse de l'Apprenant **(PRA)**	Sentiment de Satisfaction **(SS)**	Susciter des Encouragements **(SE)**

Il apparaît à partir de ce tableau que les deux dimensions contribuent à l'appréciation de notre objet d'étude dont le but est de comprendre l'attitude des apprenants, leur engagement ou le

niveau d'implication et le sentiment de compétence ou de satisfaction de leur apprentissage à partir d'un dispositif d'EAD médiatisé via les outils interactionnel que sont le forum et le chat.

L'étude à travers l'analyse des traces tirées des forums et des chats, permet ainsi de comprendre comment la plateforme en tant qu'artefact, peut contribuer à mesurer le méta activité à laquelle on peut rattacher l'analyse des différences et des convergences d'actions en contexte de formation à distance ou d'EAD. Selon les auteurs (Leontiev, 1976 ; Engeström, 1993), le méta activité est composé de trois facteurs constitutifs du triplet de l'activité à savoir l'assiduité, la disponibilité et l'implication. Pour ces mêmes auteurs, l'assiduité est mesurée par la fréquence de connexion de chaque acteur sur la plate-forme. La disponibilité étant considérée comme la durée de connexion. L'implication apparaît comme le nombre d'opérations effectuées par un ou plusieurs acteurs impliqués au dispositif de formation.

Puisque nous nous intéressons à la transformation réussie du savoir au savoir-faire des apprenants, les facteurs disponibilité et implication ont attiré notre attention. Le tableau 4.8 résume les indicateurs nous permettant d'explorer nos variables d'appréciation du niveau de compétence développé par les apprenants.

Tableau 4. 4: Indicateurs d'appréciation du niveau de compétence développé par les apprenants grâce à l'analyse des traces

Actions d'implication	**Critère utilisé**	**Indicateurs**	**Références**
Dynamique des activités et relation sociale : -Actions et opérations organisées ; -Actions/opérations individuelles et collectives - Actions en termes de travail collaboratif assisté par ordinateur et expérience sociale.	Assiduité des apprenants	Traces de fréquence de connexion des apprenants sur la plateforme	-Leontiev, 1976 ; -Engeström, 1993 ; -Njingang Mbadjoin, 2015 ; Jaillet, 2005a
	Disponibilité	Traces temporelles (Durée de connexion individuelle ou en groupe/équipe des acteurs impliqués).	
	Implication	-Traces d'opérations de création et dépôt en termes d'actions transmissives et incitatives (simulation, auto évaluation, consultation, commentaires, consignes, projets, production de synthèses, rapports, graphes, …) ; -Traces d'opérations de création et dépôt en termes d'actions interactives (outils d'échange/ partage collaboratif, interactions sur des objets, concepts, projets, travaux, de pratiques, d'expériences, …).	

Ce tableau servira de cadre de référence quand il faudra analyser les types d'opérations des apprenants sur la plateforme en phase avec les stratégies pédagogiques transmissives, incitatives ou interactives implémentées par les responsables pédagogiques. Son exploitation permet d'apprécier et mesurer les actions/opérations recueillies non pas seulement au niveau des forums et des chats mais aussi celles enregistrées avec les outils incitatifs comme les simulations, les auto-évaluations ainsi que les différents dépôts effectués par les étudiants sur la plateforme de formation.

4.2.4. Approche par codage et analyse par la technique d'observation participante

Nous observons des étudiants en classe durant les phases des travaux pratiques ou nous cherchons à comprendre, à donner sens aux pratiques observées lors des activités programmées durant la phase des regroupements présentiels. Cette démarche s'inscrit dans un cadre de recherche par analyse qualitative.

Huberman et Miles (1991, 1994) repris par Mukamurera et al. (2006) définissent globalement le processus d'analyse en trois étapes consistant : 1) à condenser les données (réduction, codage), 2) à présenter les données et 3) à formuler et vérifier les conclusions. Travaillant sur des enregistrements vidéos captées lors des activités des étudiants en séance des travaux pratiques, une dynamique itérative de l'analyse nous semble plus féconde et « colle » mieux à la réalité du processus. On voit déjà ici que non seulement la rigueur méthodologique et la systématisation du processus d'analyse s'imposent, mais aussi que le travail d'analyse doit être balisé pour une meilleure efficacité.

4.2.4.1. Un processus à formaliser et à systématiser

Selon Mukamurera et al. (2006), le travail d'analyse est encore souvent laissé dans l'ombre et ressemble davantage à une opération bricolée. Or, le trait d'union entre la création de sens, l'intercompréhension, l'intersubjectivité et le processus itératif de la logique inductive, c'est la transparence. Pour s'engager vers cette transparence, la formalisation et la systématisation du processus d'analyse sont indispensables. Lacourse (2004), au cours de son étude doctorale sur la construction des routines professionnelles chez de futurs enseignants de l'enseignement secondaire: intervention éducative et gestion de la classe, repris comme exemple d'analyse qualitative formalisée à partir d'une approche exploratoire par Mukamurera et al. (2006), propose une démarche d'analyse des données en quatre temps.

Temps 1 : de procéder à la saisie informatique des informations recueillies (transcriptions intégrale et pré-analyse). Cette première étape a permis d'obtenir une première vue d'ensemble des données à analyser et un ensemble d'informations contextuelles.

Temps 2 : repérer dans le corpus des segments du discours en fonction des dimensions et indicateurs tirés de son cadre conceptuel.

Temps 3 : regroupement et catégorisation des segments du discours précédemment identifiés.
Temps 4 : interpréter les données sur la base des objectifs de recherche.

En adoptant cette démarche dans l'exploration de nos données vidéos, nous avons pu systématiser notre approche ce qui nous a permis de trouver entre autres les paramètres de crédibilité au plan de la saisie des données, d'établir la validité de signifiance de l'observation qui découle de l'accord entre le langage et les valeurs du chercheur que nous sommes et ceux des acteurs, et la validité de signifiance des interprétations, soit la corroboration de l'interprétation.

4.2.4.2. Le codage comme étape essentielle à l'analyse qualitative des enregistrements vidéo

On observe depuis quelques années une multiplication des travaux de recherche qualitative qui ont choisi le codage des données comme modalité de traitement des données. Le codage consiste à traiter, à transformer par découpage et étiquetage (au moyen des codes) des segments significatifs appelés alors des unités de sens (Deslauriers, 1991 ; Huberman & Miles, 1991, 1994 ; Miles & Huberman, 2003 ; Van der Maren, 1995). Elle est aussi perçue par d'autres chercheurs comme le moyen de faire face à la richesse des données qualitatives et de conduire une analyse systématique des données (Miles & Huberman, 1991).

Les temps 1, 2, 3 et 4 évoqués précédemment de la démarche incluent préalablement le moment de collecte des données auquel fait recours notre démarche méthodologique. Ces moments de collecte des données qualitatives ont consisté aux enregistrements vidéo et aux entretiens semi-directifs. Le recueil systématique des données recueillies nous a permis de recourir au codage des données à posteriori. Le temps 1 a été précédé par la sélection des données pertinentes pour construire la base de données qui fera l'objet du codage. Nos choix ont porté sur la qualité des images, du son, des unités de codage (mots, phrase, sentiment de satisfaction, etc.) et le choix des TPs à considérer (les activités en rapport avec l'objet de la recherche). Au temps 2, un travail de visionnage a permis de réduire le volume des vidéos à traiter. Il s'agit de sélectionner en regard de la question de la recherche les enregistrements et passages pertinents qui feront

l'objet du codage. Il s'agit donc d'éliminer les passages sans rapport avec la question de recherche, appelés « déchets » par Huberman et Miles (1991).

La base de données constituée, qui réunit chronologiquement les données relatives aux cas étudiés, permet une première mise en forme du processus et rassemble dans un tableau de synthèse (§ Annexe 6) les informations essentielles au codage. Elle permet de reconstituer finement les processus de savoir-faire observés.

Nous avons choisi de présenter la base des échanges entre les acteurs sous la forme d'une matrice chronologique parce que le temps est une variable centrale dans l'étude du processus d'apprentissage. L'objectif est de comprendre rapidement et aisément ce qui s'est passé lors de la réalisation d'une activité proposée par l'enseignant au cours du TP. L'unité d'analyse utilisée pour la construction de la base chronologique des échanges est la séquence d'interactions autour d'une même thématique ou question.

La grille de transcodage constituée (§ Annexe 6) correspond à la liste des catégories et des codes, qui vont permettre de suivre l'évolution du processus d'interaction entre les différents acteurs. La définition de la grille de codage des données est conduite en trois étapes : le choix d'une méthode d'élaboration des codes, la définition des catégories de codes et l'émergence des codes.

Etape 1 : Choix d'une méthode d'élaboration des codes

Il existe trois méthodes d'élaboration des codes : codage « préétabli », « émergent » et « établi par un plan général ». Ses méthodes diffèrent par le moment où le chercheur établit sa grille de codage par rapport à la phase de recueil des données. Dans la présente recherche, les deux premières techniques ont été utilisées. Nous avons opté pour ces deux techniques pour des raisons qu'au regard de la nature de la recherche qui est de type exploratoire, nous disposions d'une part, certains codes avant le recueil des données tirés du cadre conceptuel et d'autre part certains codes qui émergeaient directement des données collectées.

Etape 2 : Définition des catégories de code

Les catégories de codes ont émergé directement des données collectées d'une part et de la littérature d'autre part. Le tableau 4.9 donne quelques catégories et sous catégories de codes émanant des échanges entre enseignants et étudiants.

Tableau 4. 5: Les catégories et sous catégories de codes émanant des interactions enseignants-étudiants

Référence : Ngunu(2013) ; Njingang Mbadjoin (2015) ; Mukamurera et al. (2006)		
Acteurs	**Catégories**	**Sous catégories de codes émergents**
Enseignant	**Discipline** (*nous cherchons à savoir si l'enseignant a des réactions immédiates, différées voire tardives face aux mauvais comportements des élèves.*)	- structuration de l'activité ; - rythme l'activité entre simulation et manipulation réelle ; - la voix reste détendue ; - la voix devient ferme ; - félicite le bravo des étudiants ayant réussi ; - note progressivement
	Style d'enseignement (*nous avons focalisé notre observation sur quelques points caractéristiques de la façon d'enseigner*)	- donne des consignes verbales ; - donne des consignes écrites ; - parle la plupart du temps ; - mène une leçon collective ou individualisée ; - utilise des supports comme des photocopies ou des tutoriels ; - parle avec une voix calme ; - parle avec une voix haute ; - parle avec une voix détendue ; - parle avec une voix sérieuse ; - parle avec une voix aigüe ; - fait des gestes ; - utilise un langage formel ou informel.
	Interaction (*nous observons le climat sociocognitif et interactionnel entre l'enseignant et les étudiants*)	- l'enseignant est accueillant ; - l'enseignant introduit son activité ; - l'enseignant répond aux questions posées ; - pose des questions à propos de l'activité ; - l'enseignant crée un environnement ou émerge des conflits sociocognitifs ; - l'enseignant est très participatif, intervient en complément du logiciel ;

		- l'enseignant propose des activités très dépendantes du logiciel.
Etudiant	**Attention** (*nous observons à travers cette catégorie le niveau d'assiduité de l'étudiant*)	- écoute l'enseignant ; - parle en lien avec le logiciel ; - est distrait ; - discute avec ses camarades ; - prend des notes
	Participation (*nous observons ici l'implication de l'étudiant à réaliser les tâches définies par l'enseignant*)	- répond aux questions ; - pose les questions ; -crée un environnement ou émerge des conflits sociocognitifs) ; - réalise les tâches demandées par l'enseignant;
	Interaction (*nous observons ici le niveau d'intervention des étudiants avec l'enseignant et les outils utilisés au cours de la séance de TP*)	- interagit avec ses camarades ; - interagit avec l'enseignant ; - interagit avec le logiciel ; - interagit avec un matériel.
	Sentiment (*nous observons à travers cette catégorie l'appréciation et le pressenti de l'étudiant au développement d'une compétence ou d'un savoir-faire avérer*)	- l'étudiant est heureux ; - l'étudiant est triste ou inquiet ; - l'étudiant est satisfait ; - l'étudiant est motivé ; -l'étudiant manifeste sa satisfaction.

Nous nous intéressons également aux usages des logiciels et leurs effets en contexte de formation des élèves ingénieurs. Ce qui nous a également conduit à coder les données sur les catégories «usages des logiciels » et « effet des usages des logiciels sur les étudiants ». Le tableau 4.10 illustre un extrait des catégories de codes des logiciels et du sentiment des acteurs.

Tableau 4. 6: Extrait des catégories et sous catégories de codes émergents des usages des logiciels et leurs effets en formation des élèves ingénieurs

Usages et effets des logiciels en formation	**Sous catégories de codes émergents**
Usages	Echange d'outils/logiciels ; Utilise un logiciel en situation d'apprentissage ; Exécute une activité à l'aide du logiciel ; Utilise un simulateur d'analyse ; Manipulation d'un outil en plus du logiciel ; Dessine architecture réseau ;

	Etc.
Effets des logiciels en formation	Emergence de conflit sociocognitif ; Développer un processus métacognitif ; Motivation d'apprentissage des apprenants ; Satisfaction des apprenants ; Etc.

Etape 3 : Emergence de codes

Un codage émergeant des données est déduit de chacune des catégories énoncées. Selon Belmondo (2002), « *un codage émergeant consiste à repérer des régularités dans les données de terrain et à en faire émerger des catégories qui sont ensuite utilisées comme code* ». Le tableau 4.11 illustre un extrait de la catégorie effets des logiciels en formation.

Tableau 4. 7: Extrait du tableau de la catégorie « effets des logiciels de simulation en formation

Codes	**Définition**	**Commentaires**
ECSC	Emergence de Conflit sociocognitif	L'émergence de conflit sociocognitif signifie une discussion née d'un accord ou d'un désaccord autour d'un concept par les étudiants entre eux ou entre étudiants et enseignant.

4.2.4.3. Stabilisation de la grille de codage

La grille de codage définie doit « résister » au codage de l'ensemble des données de chacun des cas pour être stabilisée. Plusieurs allers et retours ont été effectués entre la définition d'une grille de codage et le codage des données jusqu'à stabilisation complète de la grille de codage. Elle se prête aussi à un travail collectif, ne fut-ce que pour la fiabilité du codage et la validation inter-juges progressive de la signification des données. La grille n'est stabilisée que lorsque le double codage a permis de la valider. La synergie développée entre les membres de l'équipe conduit alors vers l'intercompréhension et l'intersubjectivité pour une vision commune de la signification des données et pour une compréhension élargie (complémentarité de points de vue) du phénomène à l'étude (Mukamurera et al., 2006).

4.2.4.4. Fiabilité et validité du codage

Une fois la grille stabilisée, afin de contrôler la fiabilité et la validité de la grille de codage et du codage obtenu, nous avons effectué un double codage, tel qu'il est préconisé par Huberman et Miles (1991). La question de fond qui est soulevée par cette démarche évaluative et à laquelle

nous sommes sensibles est celle de la validité des codages et interprétations qu'élabore l'analyste, c'est-à-dire leur crédibilité, leur stabilité et leur fiabilité.

Le « groupe » codage a été effectué d'abord par les chercheurs que nous sommes à la suite des validations croisées entre les doctorants du laboratoire TechEduLab de l'Université Cergy Pontoise. Les échanges entre membres du laboratoire nous ont permis d'élaborer une première version de notre grille de codage. Afin de calculer la fiabilité entre codeurs, nous avons utilisé la formule proposée par Huberman et Miles (1991) et qui a pour équation :

$$Fiabilité = \frac{Nombre\ d'accords}{Nombre\ total\ d'accords + désaccords}$$

Au démarrage de nos essais expérimentaux entre les trois membres du groupe constitué sur la base du rapprochement du champ d'intérêt de recherche entre les membres du laboratoire, nous avons obtenu un peu moins de 40%. Nous avons revu notre stratégie à la lumière des observations soulignées par nos co-évaluateurs, en suite à la lecture des productions des autres collègues du laboratoire et du partage d'expérience lors de nos différentes rencontres synchrones hebdomadaires, nous avons lors de notre dernière évaluation obtenu une fiabilité de 82%, ce qui constitue une fiabilité suffisante telle que préconisée par Huberman et Miles.

Le double codage a été ensuite effectué par moi-même le chercheur. Ainsi, après avoir effectué un premier codage des données à partir de la grille des codes stabilisée, nous avons réalisé un second codage. Après, la première version de la grille de codage construite autour d'un TP portant sur « les réseaux de télécommunications », nous avons dans la deuxième version appliquée la même grille sur un autre TP portant sur « les réseaux sans fils : VSAT » afin de vérifier la fiabilité du codage effectué. Nous avons obtenu un taux de 86% entre la première version et la deuxième version de notre grille de codage.

4.3. Terrain d'étude

Nous présentons dans les paragraphes qui suivent le terrain d'étude ainsi que les outils de collecte des données mobilisés afin de mener à bien notre recherche.

4.3.1. Dispositifs étudiés

La recherche s'est tout d'abord reposée sur les dispositifs de formation à distance en ingénierie MASTEL & MASSICO de l'ENSP. Les deux dispositifs font partie des projets ayant été soumis à un appel à candidature lancé par l'AUF et qui après étude ont été acceptés. Le fait qu'un projet FOAD soit retenu dans ces conditions favorise sa crédibilité dans la mise en œuvre et du bon suivi organisationnel et de sa prospective en termes de planification. Ces dispositifs impliquent

autant les apprenants allocataires et non allocataires du sud. Ils nous ouvrent la voie pour analyser l'efficacité et la qualité du dispositif par rapport à leur attitude, leur comportement, leur sentiment de compétence et les facteurs de motivation qui se dégagent en regard de l'organisation institutionnelle et des activités pédagogiques innovantes proposées.

4.3.1.1. Dispositif MASTEL

Le dispositif master 2 professionnel en télécommunication (MASTEL) fonctionne depuis 2007 et est soutenu par des partenaires internationaux et nationaux, le principal étant l'AUF. Cette formation bénéficie également du soutien de l'Agence de Régulation des Télécommunications du Cameroun; des entreprises Orange, CAMTEL, MTN-Cameroun, NEXTTEL AFRITEC, SACONET et GLOPCOF toutes basées au Cameroun. Le MASTEL participe au développement de la formation régionale africaine (Afrique subsaharienne), ainsi qu'à l'augmentation des capacités d'accueil de l'ENSP de l'Université de Yaoundé I (UY1).

Il est abrité à l'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique (ENSP) de l'Université de Yaoundé I, institution située au cœur de la capitale politique du Cameroun. Le même diplôme n'est pas délivré en présence et il n'existe pas de formation classique dans l'institution sous le même programme de formation en présentiel. L'initiateur du projet et un professeur titulaire et expert en télécommunications. Le dispositif initialement était rattaché au département des Génie Electrique et des Télécommunications (GET) au sein de la même institution mais depuis l'année académique 2014-2015, l'université a réuni tous les masters sous la tutelle d'une école doctorale, ce qui fait qu'au niveau de l'établissement, le programme est actuellement au moment de l'étude abrité au sein du département de la Coordination et de Valorisation de la Recherche (CVR) sous l'animation académique du département GET.

Le programme de formation à distance en Master (M2) en télécommunications comprend 20 cours regroupés en 6 unités d'enseignement avec une exigence d'un stage en entreprise et de la conduite d'un projet de mémoire de fin d'études conformément aux normes Licence Master Doctorat (LMD). Le projet est accompli sous la direction d'un directeur de projet et comprenant une étude de niveau supérieur sur un problème de génie des télécommunications ainsi que la rédaction d'un rapport de projet.

Chaque cours est articulé en séquences suivant la norme SCORM, avec des activités d'autoévaluation, des devoirs rendus et corrigés. A la fin de chaque cours une séquence spéciale consacrée à l'activité globale, c'est un microprojet pour les étudiants. Pour ces microprojets en général, l'étudiant est plongé dans le monde socioprofessionnel réel et grâce aux logiciels

adaptés aux connaissances apprises dans le cours et transversales aux autres cours, doit solutionner le problème posé.

- Dispositif de formation

La formation se fait en FOAD (Formation Ouverte et à Distance) via une plate-forme dédiée. Des regroupements périodiques de type présentiel sont prévus pour les évaluations et pour certains cours. A noter que les travaux pratiques se déroulent sur une durée de deux semaines par des entreprises partenaires.

Quatre sessions de regroupement présentiel sont prévues :

La première session d'une semaine a lieu à l'ENSP dès la rentrée (octobre). Cette session regroupe tous les apprenants et les enseignants. Chaque module d'enseignement est présenté à cette occasion, des cédéroms de supports pédagogiques sont remis aux apprenants. La présence à ce regroupement est obligatoire.

La deuxième session d'une durée de deux semaines a lieu à l'ENSP à la fin du 2ème semestre (juin ou juillet). Les travaux pratiques y sont donnés. Les TP suivants sont dispensés respectivement pendant deux à trois jours (16 à 24 heures pour chaque TP) : Fibres optiques avec AFRITEC et GLOPCOF, WIFI et WIMAX avec SACONNET, Réseaux informatiques (routeurs) avec le CUTI, Conception et mise en œuvre de la plateforme web, Systèmes embarqués avec le laboratoire d'Electronique de Traitement du Signal.

Les troisième et quatrième sessions de regroupements concernent les évaluations sommatives, et ont lieu dans les CNF (pour les étudiants résidant hors du Cameroun) et à l'ENSP (pour les étudiants résidant au Cameroun) respectivement d'une durée d'une semaine à la fin du premier semestre (février ou mars) et du second semestre (juin ou juillet).

- Tutorat

Les rencontres en ligne entre apprenants et tuteurs se font sur rendez-vous communiqués aux apprenants par le Coordonnateur du Master. Toutes les rencontres sont archivées pour permettre aux absents de prendre connaissance des entretiens d'une séance à laquelle ils n'ont pas participé.

Le travail se fait en individuel d'une part et en collaboratif d'autre part. L'apprenant participe à la construction des connaissances qu'il devra acquérir à terme. L'apprenant peut consulter en ligne ou télécharger les cours afin de prendre connaissance du contenu et préparer le tutorat. Le

tuteur, au cours des rencontres synchrones avec l'ensemble des étudiants inscrits dans cette UV, constitue des équipes de travail devant conduire la réflexion portant sur l'activité globale ou situation problème liée à son cours. Les travaux réalisés par les étudiants sont déposés par l'équipe dans l'espace de la plate-forme d'enseignement à distance réservé à cet effet. Ils reçoivent en retour la réaction du tuteur.

- Processus de la formation

Le Master en télécommunications est de type professionnel. Il vise à rendre l'étudiant opérationnel en matière de télécommunications. A l'issue du Master, l'étudiant sera capable d'analyser, de modéliser, de concevoir des circuits et de mettre au point des circuits, des sous-systèmes et des systèmes de télécommunications pour des applications terrestres, spatiales ou radio mobiles.

Le niveau Master des télécommunications a une durée d'une année académique. Dès l'inscription et le règlement des droits, l'étudiant reçoit un code d'accès qui lui permet d'accéder aux contenus et activités du Master.

Il est nécessaire que l'étudiant sache où il va. Ainsi, une vue synoptique de chaque cours est affichée sur la plate-forme au début de chaque cours.

Le tutorat fonctionne par semestre : un ou plusieurs modules sont censés être préparés en un semestre : de mi-octobre à mi-février ou de mi-février à mi-juillet. Chaque semaine deux à trois cours sont dispensés. Chaque cours, c'est une programmation de 12 heures de tutorat synchrone et 4 heures de forfait pour les suivis et échanges asynchrone entre tuteur et étudiants. Le calendrier de remise des travaux proposés, des forums, des regroupements et des examens est calibré sur le semestre. L'année académique est divisée en deux semestres, soit deux sessions d'examen. A l'issue de ces deux sessions, sont déclarés admis les étudiants ayant validé 100% des modules programmés. Toutefois, les étudiants n'ayant pas validé tous les modules peuvent se présenter à une session de rattrapage qui est celle suivant immédiatement sa deuxième session. La période de mi-juin à mi-juillet est consacrée aux examens de fin d'année et aux soutenances de rapport de stages.

- Plateforme de formation

La plateforme de formation choisie est Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment), logiciel libre basé sur le code PHP et fait appel à la base de données MySQL. La plateforme Moodle offre au dispositif du MASTEL plusieurs fonctionnalités notamment

d'administration, de gestion des supports de cours, de tutorat, de traçabilité du passage des tuteurs et apprenants. Les différents cours, structurés en activités pédagogiques, ont une présentation uniforme articulée en séquences dont une séquence spéciale appelée activité globale, sous la forme d'une véritable scénarisation du cours. La gestion de la communication synchrone et asynchrone est principalement assurée par les salons et les forums de discussion.

La plateforme de formation MASTEL est accessible à l'adresse suivante: http://mastel.auf-foad.org/ . La page d'accueil (figure 4.1) présente une description des objectifs de la formation. Cette page est accessible par tous, mais l'accès à un cours est restreint aux acteurs de la formation. Les colonnes de gauche et droite présentent respectivement des liens utiles (site de l'appel à candidature, cours gratuits en Télécommunications) et la liste des contacts des différents responsables de l'ENSP et de la formation. La partie centrale de la page est réservée aux unités d'enseignement. En entête de chaque page d'unité d'enseignement figurent une mini-bibliothèque, un espace réservé au téléchargement des sauvegardes (back up) de la plateforme et les plannings hebdomadaire et semestriel de tutorat.

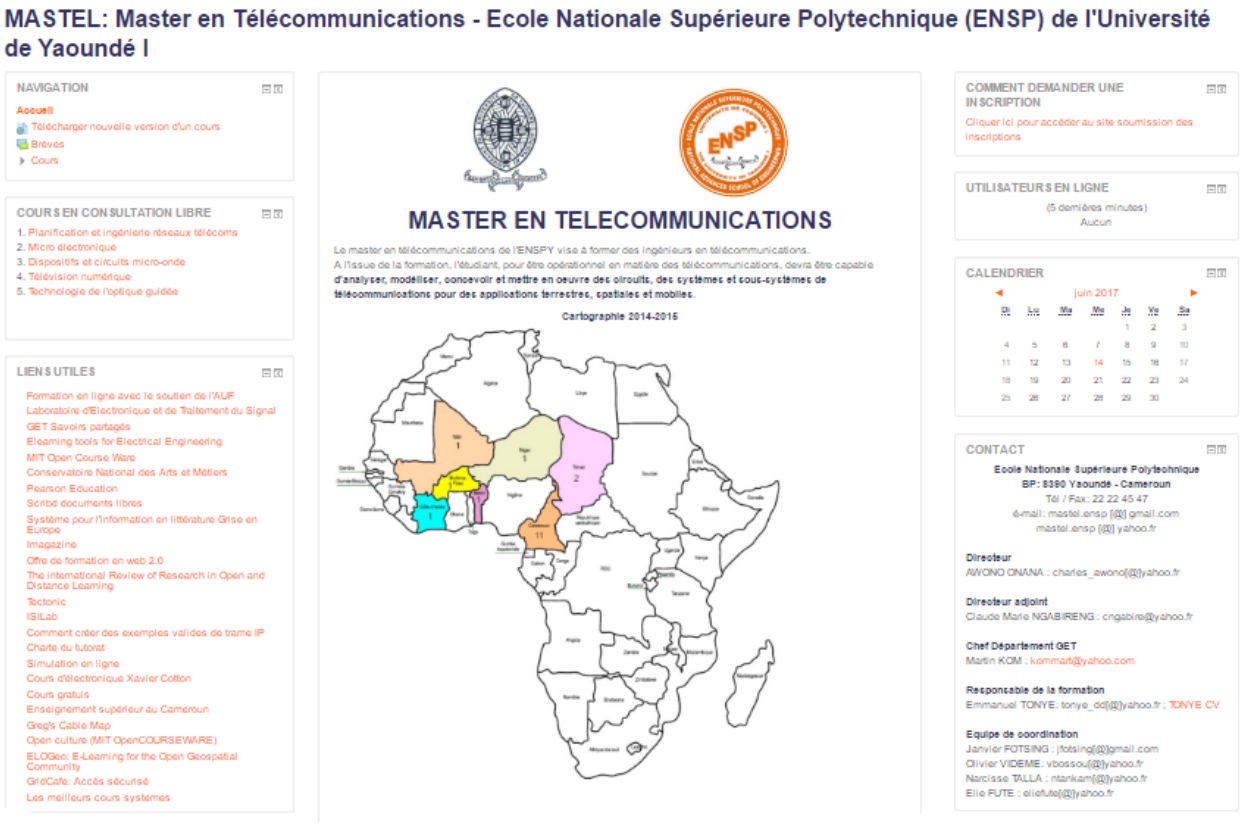

Figure 4. 1: Page d'accueil de la plateforme de formation du MASTEL

4.3.1.2. Dispositifs MASSICO

Tout comme le MASTEL, le Master 2 professionnel en Sécurité des Systèmes d'Information et de COmmunication (MASSICO) fonctionne depuis 2012. L'offre de formation MASSICO se fait en partenariat avec l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF), Université de Bourgogne – ESIREM (Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Recherche en Matériaux) en France, l'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique (ENSP) de Yaoundé (Cameroun) et son Département des Génies Electrique et des Télécommunications. Cette formation bénéficie également du soutien de l'Agence de Régulation des Télécommunications du Cameroun; l'Agence Nationale des Technologies de l'Information et de Communication (ANTIC), des entreprises Orange, CAMTEL, MTN-Cameroon, NEXTEL, et MEGASOFT, GLOPCOF toutes basées au Cameroun.

Le MASSICO comme le MASTEL offrent une formation en hybride qui se caractérise par le fait qu'il ne comporte pas, dans les lieux où il est reçu, la présence physique de l'enseignant chargé de le dispenser ou ne comporte une telle présence que de manière occasionnelle pour certains exercices, notamment les travaux pratiques. Les deux dispositifs ont été conçus sur les mêmes bases et en respect du modèle à 20 référentiels que notre équipe a proposé et qui fera l'objet d'une présentation plus exhaustive à la suite de cette section.

La page d'accueil de la plateforme de formation est accessible sous lien : http://m2massico.auf-foad.org/ . La page d'accueil (Figure 4.2) présente les modules de la formation y compris les cours qui les constituent. Cette page est accessible par tous, mais l'accès à un cours est restreint aux acteurs de la formation. Les colonnes de gauche et droite présentent respectivement le menu navigation (liens utiles vers les cours) et la liste des contacts des différents responsables de l'ENSP et de la formation. La partie centrale de la page est réservée aux unités d'enseignement.

Figure 4. 2: Page d'accueil de la plateforme de formation MASSICO

4.3.2. Modèles des dispositifs FOAD

Plusieurs approches de modélisations de dispositif pour la formation ouverte et à distance sont connues notamment par les outils technologiques facilitateurs (modèle à 4C), à partir du mécanisme de l'évaluation basée sur 5 indicateurs clefs (modèle à 5E) et par un canevas de vingt référentiels (modèle FOCAD) que notre équipe a proposé. La figure 4.3 donne une vue d'ensemble de la conception, implémentation et fonctionnement des dispositifs MASTEL et MASSICO de l'ENSP. Les lecteurs curieux de découvrir les autres modèles peuvent consulter l'article de TONYE et al. (2010).

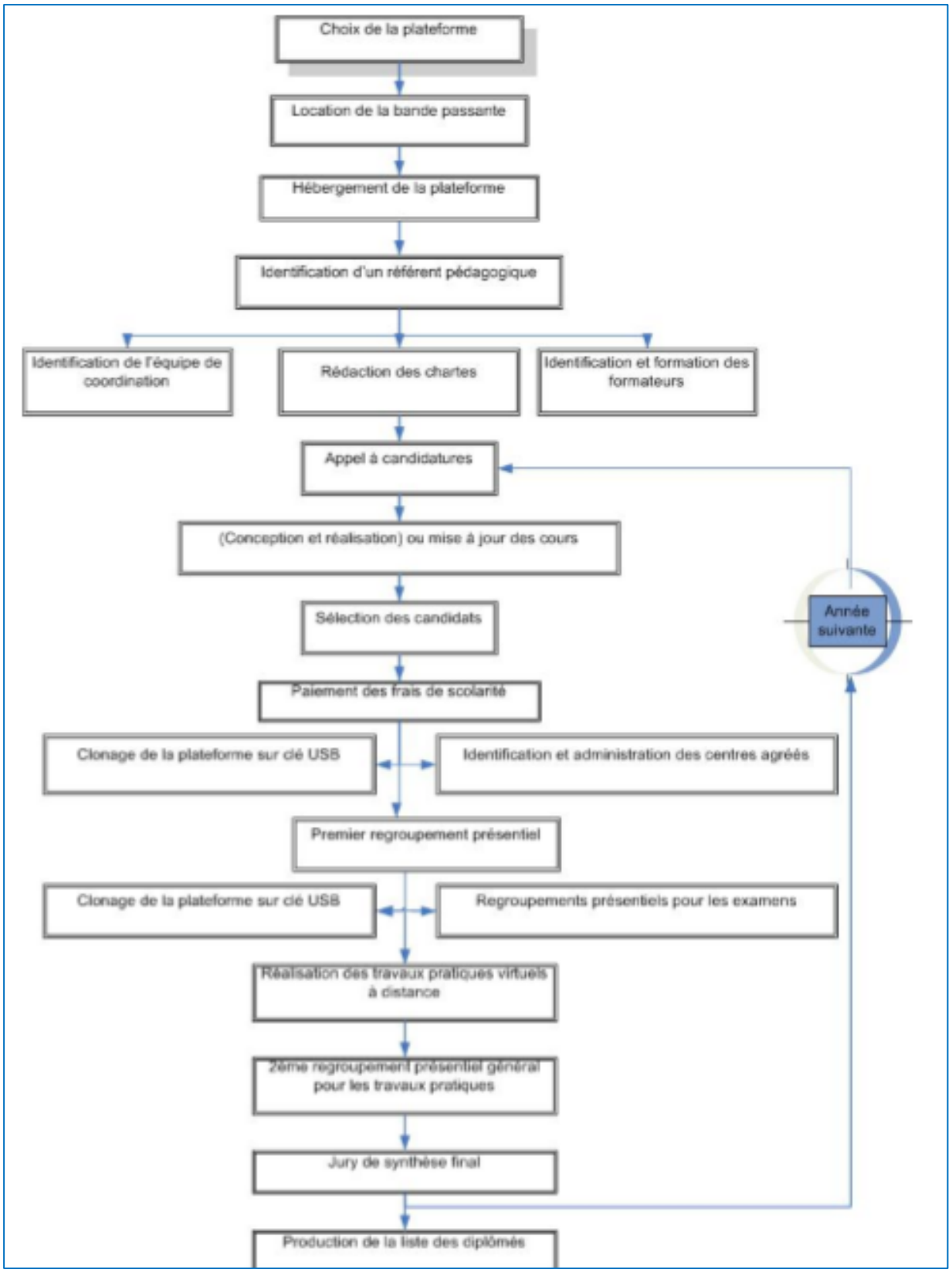

Figure 4. 3: Synoptique du modèle FOCAD à 20 référentiels (source Tonye, 2010 : P.76)

Le modèle FOCAD (Formation Ouverte et Continue à Distance) considère que la qualité d'un dispositif e-Learning dépend d'une multitude de facteurs. Tirant des enseignements suite à une

enquête menée dans les pays d'Afrique Centrale et de la région des Grands Lacs, relative à la perception ou à l'expérience que les responsables des acteurs de la formation universitaire ont des dispositifs FOAD, le modèle FOCAD préconise un canevas de 20 référentiels du synoptique de la figure 4.3.

Nous décrivons ci-après les 20 référentiels du synoptique de la figure 4.3 :

(1) Le choix des plateformes à utiliser doit résulter d'un compromis entre la complexité d'administration ou d'utilisation et les services offerts, mais aussi et surtout qu'elle soit à code source ouvert (open source) et libre d'accès (freeware) comme notamment Moodle et Claroline.

(2) La location des bandes passantes pour l'accès à Internet auprès d'au moins deux Fournisseurs d'Accès Internet (FAI), de préférence nomades est essentielle pour se prémunir des coupures erratiques d'accès Internet chez un FAI.

(3) L'hébergement de la plateforme doit tenir compte du volume, de la nature des informations à stocker, mais aussi du nombre d'accès simultanés.

(4) Un référent pédagogique est une personne expérimentée en matière de téléenseignement et qui est chargé d'animer des séminaires de formation des formateurs (concepteurs de cours et tuteurs).

(5) L'élaboration des chartes est indispensable pour le cadrage de l'engagement de tous les acteurs de la formation aussi bien les Etudiants que les Enseignants ainsi que le personnel administratif.

(6) Un coordonnateur assure la bonne marche de la formation et qui sert d'interface entre l'administration et les apprenants.

(7) La formation des formateurs est essentielle pour la maitrise des notions de pédagogie de l'enseignement à distance et d'utilisation de la plateforme de formation. Il s'agit ici d'organiser une série de séminaires de renforcement des capacités des enseignants et tuteurs en matière de TICE et d'utilisation de la plateforme de télé-enseignement.

(8) L'appel à candidatures est annuel. Les candidatures se font en ligne grâce à des logiciels qui permettent au responsable de la formation d'avoir des statistiques pertinentes en temps réel.

(9) Les critères de sélection sont stricts. Il s'agit en particulier du diplôme requis, des performances académiques et de l'habilité à utiliser les TIC par les candidats.

(10) La conception et la réalisation des cours sous forme de scénarisation, chaque séquence comportant des activités diverses notamment les supports de cours interactifs, les autoévaluations et les exercices d'application. Tous les cours sont disponibles sur la plateforme avant le lancement de la formation.

(11) Le payement des prestations académiques est sans complaisance. Celles-ci sont spécifiées dans le modèle économique relatif notamment à l'identification des dépenses liées aux charges pour la mise en œuvre du dispositif FOAD, et permettant de définir le coût de la formation en fonction du nombre d'étudiants qui seront sélectionnés.

(12) Le clonage de la plateforme sur clef USB, facilité par certaines plateformes comme Moodle, est nécessaire voire indispensable dans le but de permettre aux apprenants de travailler partout, avec ou sans connexion, comme s'ils étaient connectés sur la plateforme en ligne.

(13) L'administration des centres d'examen est essentielle. Ces centres sont des infrastructures physiques qui accueillent en présentiel les apprenants pendant la période des examens ;

(14) Les regroupements présentiels, dont un pour la prise de contact des apprenants avec les enseignants et les autorités administratives en début de formation, deux autres dans des centres agréés pour les examens des premier et second semestres et le dernier pour les travaux pratiques.

(15) Le tutorat qui a un volet synchrone dans lequel les apprenants et les tuteurs s'échangent des informations instantanément sur la plateforme et un volet asynchrone dans lequel les apprenants posent des questions, les tuteurs y répondent en différé. Un outil approprié permet à la plateforme d'enregistrer ces échanges pour des consultations ultérieures.

(16) Deux regroupements présentiels se font dans les centres agréés pour les examens des premier et second semestres. Les copies des examens sont numérisées et anonymes puis transmis aux enseignants pour correction.

(17) La mise en place des téléTP et des TP virtuels est possible à partir de la plateforme devant offrir des possibilités de simulations en ligne.

(18) L'organisation des travaux pratiques en face à face, en l'absence de laboratoires virtuels, peut se faire, faute d'équipements propres, à travers des partenariats avec des entreprises opérant dans le secteur de la formation.

(19) Le jury de synthèse comprenant les enseignants du collège pédagogique et les responsables administratifs se prononce sur les résultats académiques des étudiants et propose certains étudiants aux diplômes.

(20) La liste des étudiants promus, les relevés de notes et les diplômes sont établis sur la base des procès-verbaux du jury de synthèse en (19).

4.3.3. Evaluation des dispositifs MASTEL & MASSICO

Afin d'assurer une autoévaluation de la formation en vue de l'amélioration de celle-ci, nous avons conçu deux questionnaires différents, à l'intention des enseignants et des apprenants. Deux guides d'entretien semi-directifs à l'intention respectivement des apprenants et des tuteurs/enseignants intervenant dans les dispositifs de télé-enseignement soutenus par l'institution ENSP offrant les formations MASTEL & MASSICO.

Le questionnaire anonyme adressé à l'intention des apprenants des dispositifs MASTEL & MASSICO nous a permis de recueillir des informations sur l'identité sociologique et pédagogique de l'apprenant et sur l'évaluation qu'il fait de la FOAD suivie. Enfin, le questionnaire destiné à l'intention des responsables de l'EAD nous a permis de recueillir des informations sur la plateforme de téléenseignement utilisée et sur la politique de suivi et d'évaluation de la formation. L'analyse de ces informations nous a permis de mettre en exergue les points forts et faibles des dispositifs d'EAD de l'ENSP.

4.3.4. Constitution du corpus expérimental

La cartographie des étudiants inscrits en MASTEL depuis la première année académique de lancement du programme (2007-2008) à l'année de réalisation de l'étude (2016-2017) est représentée sur la figure 4.4. Sur la figure 4.5, nous présentons la cartographie des étudiants inscrits également en MASSICO depuis la première année de lancement du programme (2012-2013) à l'année de réalisation de l'étude (2016-2017).

Figure 4. 4: Cartographie des étudiants MASTEL depuis la première année de lancement

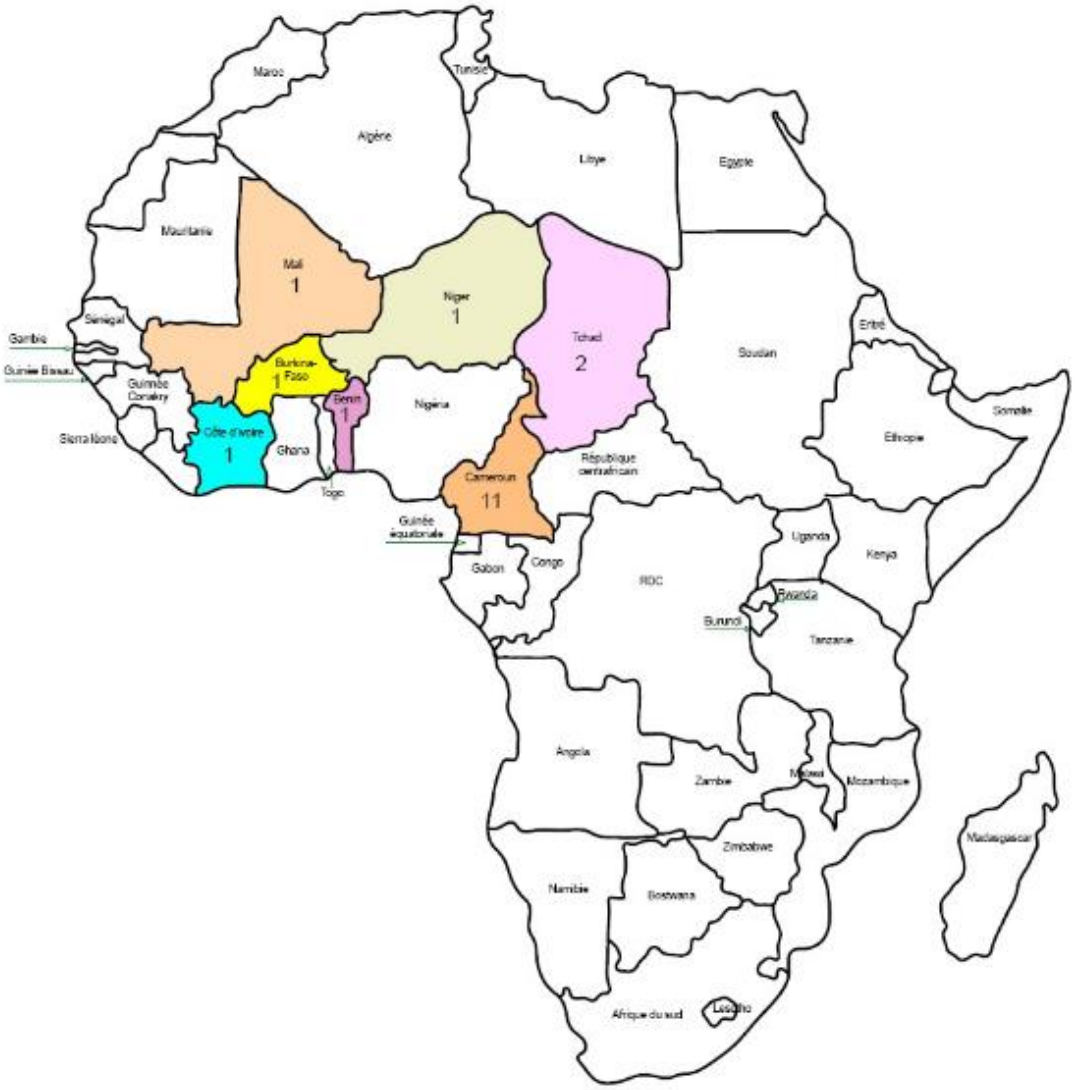

Figure 4. 5: Cartographie MASSICO depuis la première année de lancement

Pour obtenir les adresses mails des étudiants et des enseignants, en vue de leur adresser le questionnaire en ligne, nous sommes passés par le site de gestion des candidatures FOAD de l'AUF pour ce qui est des étudiants et de la plateforme de formation pour ce qui est des enseignants.

4.3.4.1. Etudiants de l'EAD participant à l'expérimentation

Nous appelons « *étudiants de l'EAD* » les étudiants ayant suivi entre 2007 et 2017 (année de l'étude), la formation en MASTEL ; entre 2012 et 2017 pour les étudiants en formation en MASSICO à distance à l'ENSP. Ce sont des formations diplômantes proposées exclusivement à distance (hormis quelques regroupements présentiels pour les sessions de TP et le démarrage de l'année académique en octobre).

Le tableau 4.12 ci-après illustre les effectifs des étudiants inscrits et ayant suivi la formation en MASTEL et pour chaque année académique. Entre 2007-2008 et 2016-2017, le programme MASTEL a enregistré 253 étudiants au total. Soit une moyenne de 25 étudiants par an. Le programme a enregistré 42 abandons soit 211 apprenants ayant effectivement pris part à la formation. Les abandons sont ici ceux des apprenants qui ont procédé au paiement des droits de la formation et qui pour des raisons professionnelles ou autres, n'ont pas suivi la formation. Sur les 211 qui ont effectivement suivi le programme de formation MASTEL, nous décomptons 188 hommes et 23 femmes. Le tableau 4.12 renseigne sur la distribution par année académique en effectif d'homme et femme.

Tableau 4. 8: Effectifs et par promotion des étudiants inscrits en MASTEL

Année Acad.	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	TOTAL
Homme	21	22	22	25	21	16	15	14	15	17	**188**
Femme	5	0	5	1	2	3	2	2	0	3	**23**
Total	**26**	**22**	**27**	**26**	**23**	**19**	**17**	**16**	**15**	**20**	**211**

Le tableau 4.13 illustre les étudiants inscrits dans le cadre de la formation en MASSICO et pour chaque année académique. Comme en MASTEL, entre les années académiques 2012-2013 et 2016-2017, le programme MASSICO a enregistré un total de 109 apprenants. Soit une moyenne de 20 apprenants sélectionnés par an. Nous décomptons 19 abandons, également des apprenants qui ont été régulièrement sélectionnés et ce sont inscrits, mais n'ont pas eu à suivre la formation. Nous décomptons 84 apprenants qui ont effectivement suivi le programme MASSICO. Sur les 84, nous dénombrons 74 hommes et 10 femmes.

Tableau 4. 9: Effectifs et par promotion des étudiants inscrits en MASSICO

Année Académique	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	TOTAL
Homme	12	15	14	17	16	**74**
Femme	2	3	1	2	2	**10**
Total	**14**	**18**	**15**	**19**	**18**	**84**

Nous résumons dans le tableau 4.14, le récapitulatif des étudiants MASTEL & MASSICO concernés par l'étude.

Tableau 4. 10: Synthèse des étudiants inscrits en MASTEL & MASSICO espérés pour l'étude

Programme / Effectif	MASTEL	MASSICO	MASTEL & MASSICO
Homme	188	74	**262**
Femme	23	10	**33**
TOTAL	**211**	**84**	**295**

4.3.4.2. Enseignants de l'EAD participants à l'expérimentation

Nous avons recensé la liste des enseignants intervenant dans les dispositifs MASTEL & MASSICO de formation à distance à l'ENSP. Nous avons des enseignants intervenant exclusivement à l'un des deux programmes et d'autres intervenants aux deux programmes. Nous avons aussi identifié une troisième composante d'enseignants constitués par ceux-là qui ont participé à une période et qu'au moment de l'étude, ils/elles ne font plus parti du collège pédagogique.

Le tableau 4.15 synthétise tous les enseignants intervenant ou ayant intervenus aux dispositifs de formation à distance de l'ENSP.

Tableau 4. 11: Synthèse des enseignants ayant faisant ou ne faisant plus partie du collège pédagogique au moment de l'étude

Dispositif	Exclusivement MASTEL		Exclusivement MASSICO		MASTEL & MASSICO	
Statut	*En activité*	*Abandon*	*En activité*	*Abandon*	*En activité*	*Abandon*
Homme	13	5	4	1	17	6
Femme	1	1	0	0	1	1
Total	**14**	**6**	**4**	**1**	**18**	**7**

4.4. Outils de recherche de collecte et de traitement des données

A titre de rappel, notre étude repose d'une part sur une analyse quantitative de données recueillies via deux questionnaires en ligne et sur les entretiens semi-directifs et d'autre part sur une analyse qualitative d'enregistrement vidéo et des traces recueillies sur la plateforme de formation. Le premier questionnaire était adressé aux étudiants inscrits aux programmes MASTEL & MASSICO de l'ENSP de l'Université de Yaoundé I pour les comptes des années académiques 2016-2017 & 2017-2018 et le deuxième questionnaire aux enseignants intervenant en EAD au sein des deux dispositifs. Une série de questions simples à choix unique/multiple ou à court développement élaborée à cet effet a permis d'avoir une idée plus fine auprès des enseignants ciblés. Pour catégoriser, comprendre et analyser les réponses, nous

avons eu recours au logiciel spécialisé Eval&Go. Pour connaître l'avis et la satisfaction des concepteurs et des apprenants, nous avons réalisé plusieurs entretiens semi-directifs.

4.4.1. De l'élaboration du questionnaire au traitement des données

De l'étape d'élaboration du questionnaire à celle du traitement des données, nous avons eu principalement recours au logiciel Eval&Go. Ce logiciel permet en effet de suivre et gérer presque toutes les étapes de l'enquête; celle de l'évaluation de notre questionnaire a été proposée à des échantillons que nous avons constitués à partir de notre terrain d'étude. Eval&Go gère aussi quelques étapes intermédiaires comme la mise en ligne du questionnaire, mais aussi les campagnes de mails. Cette dernière permet d'adresser automatiquement aux sondés une invite (message personnalisé) à répondre à l'enquête ainsi que le lien qui pointe vers elle. Les relances sont automatiques. Il est aussi possible de suivre sur la plate-forme d'Eval&Go le taux de réponses des personnes interrogées ainsi que les abandons en cours d'élaboration.

Le questionnaire a été élaboré à partir des questions que nous nous posions et des hypothèses de recherche que nous souhaitions vérifier. Nous avons un questionnaire destiné aux étudiants et un autre destiné aux enseignants. Le questionnaire adressé aux étudiants (Annexe 2) comporte plusieurs parties visant à connaître leur profil, leur motivation à suivre la formation à distance, leur satisfaction du dispositif et des contenus de cours de la formation, les outils utilisés lors de leur formation, les effets du cours sur leur sentiment d'efficacité personnelle, leur familiarisation avec les logiciels de simulation et enfin, les effets de l'usage des logiciels sur le développement de l'apprentissage des apprenants. On leur a aussi proposé une enquête de satisfaction portant sur les logiciels comme les outils de télémanipulations et de réalisation de téléTP.

De manière semblable, le questionnaire à destination des enseignants portait sur leur profil, leur motivation à participer à une formation à distance, leur avis sur l'évolution des dispositifs d'EAD, leur appréciation de ce qu'ils vivent en réalité par rapport à leurs attentes, leur perception de l'utilité et de la facilité d'utilisation des outils offerts par la plateforme ainsi que les usages des logiciels en formation des élèves ingénieurs, les effets de leur cours et les usages des logiciels sur le développement de l'apprentissage des apprenants et enfin leur perception des logiciels comme incitants ou obstacles pour l'EAD.

Tous ces questionnaires ont été testés par des personnes qui n'étaient pas impliquées dans notre projet. Ces tests nous ont permis de nous rendre compte de la façon dont une question pouvait être interprétée et d'éventuellement la reformuler si elle n'avait pas été comprise.

Les questionnaires ont ensuite été transférés sur un serveur web distant hébergé par la société Eval&Go, avec une mise en forme HTML, afin d'être visualisés dans un navigateur web, avec un enregistrement dans une base de données des réponses des participants.

4.4.1.1. Procédure d'élaboration associées aux enquêtes

L'application Eval&Go et son serveur associé permettent d'héberger le questionnaire en ligne, d'inviter des personnes à y participer à partir de leur adresse mail, de suivre le taux de répondants, de relancer les personnes n'ayant pas répondu, et d'avoir une première synthèse des résultats. C'est ce que l'on nomme un *processus,* ou *campagne* de diffusion de l'enquête.

Après avoir déposé en ligne le questionnaire Eval&Go, un processus comporte donc les étapes suivantes :

- Etape 1 : Rédaction d'un message d'information qui sera envoyé par mail (objet et corps du message), pour cela un éditeur HTML permet une mise en forme du message avec un habillage enrichi du texte. Ce message comporte des « champs de publipostage » (ou champs de fusion), pour personnaliser le message avec le nom et le prénom de la personne contactée. Il comporte également un « lien personnalisé » vers l'enquête en ligne, ce qui permettra, par la suite, un suivi de la personne contactée et de ses actions.

- Etape 2 : Préparation de la liste des destinataires, par ajout des adresses mails des personnes qui seront invitées à participer à l'enquête. Il est possible d'importer un fichier Excel, ou un fichier texte, ce que nous avons fait. Il est possible de rajouter des adresses à partir de plusieurs fichiers, ou même d'en saisir manuellement.

- Etape 3 : Phase de test, avec l'envoi du message d'invitation à participer à l'enquête en ligne à quelques destinataires. Cette étape est importante afin d'éviter des erreurs de paramétrage et pour vérifier que l'enquête se déroule parfaitement.

- Etape 4 : Envoi du message d'invitation à répondre au questionnaire en ligne. L'application permet d'envoyer un mail à toutes les adresses mails enregistrées, ou alors, uniquement aux nouvelles adresses mails rajoutées.

- Etape 5 : Relance automatique des personnes n'ayant pas répondu, ou ayant abandonné après avoir commencé à répondre au questionnaire.

4.4.1.2. Procédure de l'enquête EAD en direction des étudiants

L'enquête étudiant démarre le 18 mai 2017, avec l'envoi d'un mail à un échantillon de 36 étudiants MASTEL & MASSICO choisi au hasard au sein de notre population cible. Nous les avons alors directement contactés par mail et le corps du courriel contenait le lien vers le questionnaire en ligne hébergé dans le serveur d'application Eval&Go.

Plusieurs relances sont adressés aux étudiants n'ayant pas encore répondu ou ont commencé et n'ont pas achevé à répondre au questionnaire. Ainsi, plusieurs campagnes ont été lancées, soit pour une première notification d'enquête en ligne, soit pour relancer les étudiants n'ayant pas répondu. Nous avions au total 295 adresses courriels d'étudiants MASTEL & MASSICO, actuellement inscrits ou ayant suivi une formation à distance à l'ENSP de l'UY I.

Cette première campagne nous a permis de reformuler les questions incomprises par les enquêtés et ajuster les différentes rubriques du questionnaire. Après cette phase, nous avons procédé à l'enquête dirigée vers tout notre public cible constitué comme nous l'avons indiqué précédemment des étudiants MASTEL & MASSICO inscrits jusqu'à la date de l'étude.

75 étudiants ont répondu partiellement au questionnaire, 65 d'entre eux ont totalement répondu au questionnaire. Ces réponses seront donc exploitables à condition de procéder à une analyse par item et au prorata des fréquences des répondants du questionnaire en ligne. Nous estimons donc un taux de réponses de 47% par rapport aux mails délivrés, soit 140 répondants sur les 295 qui étaient attendus.

4.4.1.3. Procédure de l'enquête EAD en direction des enseignants

Nous avons décidé, dans un premier temps, d'utiliser la même procédure que pour la campagne du côté étudiants, à savoir, envoi à un échantillon test constitué de 8 enseignants, révision du questionnaire lorsqu'un manquement est constaté. Un échantillon relativement faible des enseignants en EAD impose un fort taux de répondants, pour que les résultats de l'enquête soient pertinents. Nous avons alors décidé de recontacter par mail et par téléphone les enseignants n'ayant pas encore répondu au questionnaire, à partir du suivi disponible sur le serveur Eval&Go.

Nous avons ainsi renvoyé à 25 enseignants, en les invitant à répondre au questionnaire, à partir d'un lien direct contenu dans le courriel mail et invitant chaque personne qu'une fois le

questionnaire répondu nous renvoi une réponse du style « nécessaire fait ». En procédant ainsi, nous avons finalement obtenu 7 réponses (questionnaires complets) sur 25 enseignants impliqués en EAD, soit un taux de 28% de participation, résultat moins que satisfaisant pour ce genre d'enquêtes en ligne!

4.4.2. Elaboration du guide d'entretien semi-directif

Un guide d'entretien semi-directif a été conçu (§ Annexe 4) pour compléter l'enquête par questionnaire. Nous avons souhaité recueillir les sentiments, les opinions et la perception des pratiques que font les apprenants du dispositif EAD de l'ENSP.

Compte tenu du fait que les apprenants des dispositifs MASTEL & MASSICO sont géographiquement disséminés dans toute l'Afrique subsaharienne francophone, nous avons opté pour un entretien à distance. Pour ce faire, nous avons retenu la promotion 2016-2017 des deux programmes MASTEL & MASSICO. A l'année de l'enquête, les apprenants ont déjà bouclé avec les enseignements et sont en stage en entreprise pour finaliser leur formation qui sera sanctionnée par la rédaction d'un mémoire à soutenir devant un jury constitué par l'établissement.

Nous avons utilisé le groupe mail de la promotion pour envoyer par fichier attaché aux apprenants le guide d'entretien qu'ils devraient remplir et nous retourner par réponse mail. Sur les 38 réponses attendues, nous avons reçu 19 réponses des apprenants de la promotion.

4.4.3. De l'élaboration de l'enquête par observation à la réalisation du kit d'encodage

Nous avons voulu dans le cadre de cette étude observée dans un premier temps les usages faits des logiciels par les enseignants et les apprenants lors d'une séance de TP au cours d'une session de regroupement présentiel à l'ENSP. En plus de permettre l'évaluation des apprenants en même temps, l'observation nous a permis de connaître le niveau de satisfaction, les effets sur la motivation et les sentiments de développement des compétences des étudiants cibles en comparaison avec celui des autres étudiants de la classe.

Nous avons choisi de procéder aux enregistrements vidéo des séances de TP observées afin de pouvoir les analyser plus en profondeur. Nous avons également réalisé une grille d'observation en essayant de mettre plus en exergue les éléments les plus importants que nous voulions observer.

Dans notre cas, il s'est agi de :

- L'action de l'étudiant sur les outils mis à sa disposition, dans notre cas, il s'est agi davantage des logiciels ainsi que d'autres actions accomplies par l'étudiant ;
- Les conditions d'utilisation des logiciels ;
- L'action de l'enseignant.

Notre grille d'observation étant complémentaire aux questionnaires élaborés, nous avons choisi et par soucis de clarté, opté pour trois catégories d'observables pour l'étudiant et l'enseignant et deux pour les conditions d'utilisation, ceci à l'instar des travaux de recherche de Ngunu (2013).

Comme l'exige notre approche méthodologique, nous avons tenté à la mesure du possible, limiter notre influence sur la gestion des enseignants/apprentissages lors des TP. Pour cela, nous n'imposons rien et n'apportions que nos outils d'observation vu que nous voulions entre autre observer ce qui est fait en présence par les enseignants ici les formateurs venant d'entreprises en partenariat avec l'école pour l'accompagnement des programmes MASTEL & MASSICO et ce qui est fait à distance par les enseignants ici relevant du milieu académique. Conformément aux chartes pour les formateurs, ils doivent faire un pré-test au début et un post-test à la fin du TP. Nous exploitons également cette donne pour évaluer le niveau de compétence engrangé par les étudiants.

Les étapes suivantes ont été suivies comme démarche d'observation :

Etape1 : arrivée et inspection de salle de TP en vue d'identifier le niveau d'éclairage ainsi que la disposition de la salle ;

Etape2 : installation des caméras pour l'enregistrement, ici deux caméras fixes dont un pointé sur le tableau et l'autre sur les étudiants ;

Etape3 : début du TP, déclanchement d'enregistrement des deux vidéos ;

Etape4 : Arrêt des enregistrements vidéo à la fin du TP.

4.4.3.1. Technique d'enregistrement vidéo

Nous avons utilisé l'enregistrement vidéo afin de pouvoir renseigner les différents items de notre grille d'observation. Comme nous l'avons souligné à l'étape 2, nous disposions de deux caméras et deux trépieds sur lequel était fixée chaque caméra. Nous avons disposé une caméra au fond de la salle avec son objectif pointé sur le tableau avec possibilité de prise de vues sur les activités d'étudiants et de l'enseignant. La deuxième caméra était quant à elle positionnée

en avant de la salle avec son objectif pointé sur les étudiants. Signalons que l'enregistrement s'est fait de façon automatique puisqu'il n'y avait personne pour la prise de vue. Nous avons ensuite décrypté ces enregistrements vidéo parallèlement à l'analyse des grilles d'observations.

4.4.3.2. De la grille de transcription au kit d'encodage vidéo

La démarche qui a été appliquée dans notre étude est celle présentée à la section 4.2.4. Nous insistons tout de même ici sur l'outil kit d'encodage conçu pour la collecte et l'analyse des données vidéo. Notre grille de transcription découle directement du tableau 4.9 illustrant de manière implicite notre base chronologique de transcodage d'un enregistrement vidéo.

Nos séquences d'observation se sont focalisées sur ce qui se passait en classe : le comportement des élèves, le comportement de l'enseignant et les conditions d'utilisation et d'exécution du logiciel pendant le cours. Toutes ces observations ont été faites via des unités de temps variant des secondes aux minutes d'observation des faits et gestes des étudiants et enseignant lors d'une activité des TP. Cette technique a permis de noter des changements du comportement, de l'ambiance, les sentiments des acteurs en présence au fil du temps.

Notre kit d'encodage (§ Annexe 6) est composé de deux grands profils enseignant et étudiants. L'observation du comportement de l'enseignant se fait autour de trois catégories : style d'enseignement, discipline et l'interactivité.

4.4.4. De l'élaboration de la grille d'analyse au kit d'encodage des traces

Les informations qualitatives provenant des traces d'opérations et d'interactions avec les outils de la plateforme nous ont permis de procéder à la triangulation multimodale des données collectées dans le but de compenser les limites des autres sources de données d'enquête et d'interview de notre étude ((Njingang Mbadjoin, 2015). Désirant analyser les activités des apprenants sur la plateforme en utilisant la théorie d'activité d'Engeströn, traduit dans les travaux de Jaillet par trois facteurs représentant le triplet d'activité (implication, assiduité et disponibilité), nous avons élaboré la grille synthétisée dans le tableau 4.16 (§ Annexe 1 : Tableau 4.16). Ce tableau marque singulièrement le premier facteur (implication) du triplet de l'activité des actions possibles d'un acteur dans le dispositif de formation.

Ce tableau récapitule les traces des différentes actions que représente l'activité d'un acteur sur le dispositif de formation. Elles permettent à partir des trois dimensions en référence à la pédagogie active présentées dans le tableau 4.17 (§ Annexe 1 : Tableau 4.17), d'analyser les actions de différents acteurs impliqués dans le dispositif de formation. Nous avons pour être plus exhaustif, élaboré deux autres grilles permettant de prendre en compte les données du méta

activité portant sur les deux autres facteurs du triplet de l'activité que sont la disponibilité et l'assiduité. Elles s'observent au regard des traces temporelles pour marquer la disponibilité en termes de durée (min/heures) et l'assiduité des étudiants en termes de nombre de connexion sur la plateforme (Jaillet, 2006 ; Njingang Mbadjoin, 2015).

Le tableau 4.18 (§ Annexe 1 : Tableau 4.18) illustre notre instrument de collecte des données servant à traduire la temporalité et le nombre de connexion de l'acteur au sein du dispositif de formation.

Le tableau 4.19 (§ Annexe 1 : Tableau 4.19) quant à lui permet de recenser les informations plus détaillées si nous voulons collecter les mêmes données d'assiduité et de disponibilité particulièrement pour chaque type d'outils de communication médiatisée mobilisé dans le dispositif de formation.

Au-delà des grilles d'analyse des trois facteurs du triplet de l'activité, nous nous sommes également intéressés aux contenus des messages échangés autour d'un forum. Les grilles de recueil élaborées ci-dessous, nous permettent de repérer ces informations complémentaires en fonction des catégories de messages et des actes de langage qui émergent de l'utilisation du contenu d'un salon de discussion par les apprenants dans le dispositif de formation.

Les salons de discussion pouvant avoir un ou plusieurs sujets de discussion et intégrant assez de messages, nous avons pour faciliter l'analyse des contenus des échanges interactionnels, différentié les Faux Messages (FM) et les Messages Ayant un Sens (MAS) avec l'objet d'apprentissage. Une triangulation avec les données des entretiens individuels axés sur les pratiques a été appuyée par un nuage de mots.

Quant aux analyses des données, deux types ont été utilisés. Il s'agit de :

- L'analyse quantitative explicative principalement basée sur la procédure descriptive : examiner la distribution des proportions d'une ou deux variables catégoriales avec la procédure de fréquence ;
- L'analyse qualitative (verticale et horizontale) va s'appuyer sur des cartes conceptuelles avec illustration par des verbatim afin de faire émerger le sens du corpus en contexte.

4.4.4.1. Analyse catégorielle des messages (MAS)

L'analyse catégorielle des messages est conduite en considérant les indicateurs de qualification des conditions de rapprochement tiré des travaux (Njingang Mbadjoin, 2015) que sont :

- Effectif au forum ou présence active dans le groupe (EF ou PG) ;
- Nombre de participants ou intervenants actifs (IA) ;
- Taux de participation (TP) ;
- Durée d'interaction en jours ou heure (DI/j-h) = (Jour/heure fin dernière intervention - début 1ère intervention).

En plus de ces indicateurs, nous distinguons les messages MAS et FM. Nous entendons par FM, les messages n'ayant rien en lien avec l'objet d'apprentissage. C'est l'exemple du message envoyé sans contenu, un post portant rien que les marques des caractères sans texte (…;;; etc.) envoyé par un apprenant lors d'une fausse manœuvre au niveau clavier. Ces 4 éléments sont relevés et consignés à l'aide de la grille du tableau 4.20 (§ Annexe 1 : Tableau 4.20). Par contre, les MAS sont des messages traitant directement ou indirectement l'objet d'étude. Ce sont les discours véhiculés en droite ligne du fil de discussion crée et abordant aussi bien les autres aspects comme ceux d'accompagnement socioaffectif, pédagogique ou technologique par les pairs ou le tuteur.

4.4.4.2. Analyse de comportement d'apprentissage en fonction des actes de langage

Nous procédons au découpage des échanges en segments correspondant aux actes classifiés selon le comportement principal défini par les unités (Initiatif = I, Réactif = R, Evaluatif = E, Auto-évaluatif = A comme annoncé plus haut (§ : 4.2.3.4).

Enfin, dans l'interprétation et la discussion des résultats, nous avons fait attention à la distinction entre le changement dans l'apprentissage et la modification des représentations mentales liée à la stratégie mise en œuvre dans les pratiques de formation (Baujard, 2014).

4.4.5. Synthèse des outils de collecte des données

Nous recensons sur la figure 4.6 l'ensemble des outils mobilisés dans le cadre de la présente recherche.

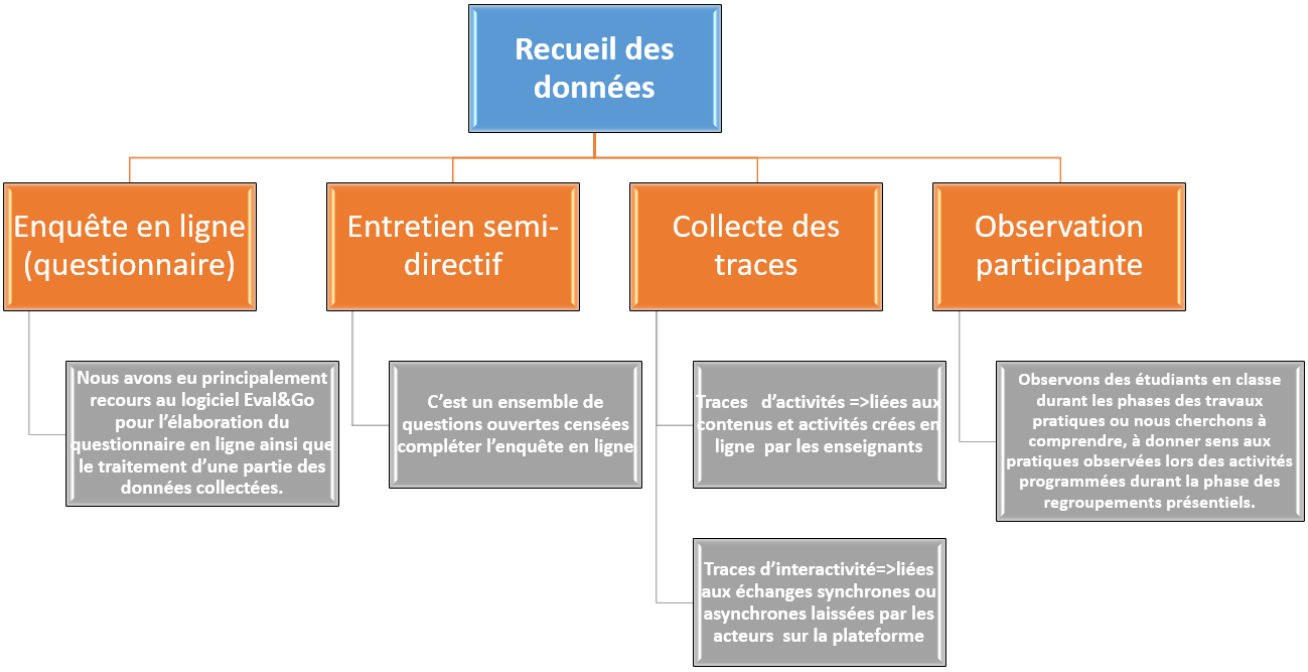

Figure 4. 6: Synthèse des instruments de collecte des données

Sur cette figure 4.6, il ressort quatre groupes de données (Questionnaire, Entretien, Traces et Observation participante (vidéo)). Ces données vont permettre d'éprouver nos hypothèses de recherche autour du terrain expérimental retenu dans le cadre de ce travail, qui est celui des dispositifs de formation à distance de l'ENSP de l'Université de Yaoundé I (MASTEL & MASSICO). La pluralité des sources des données permet de mieux trianguler les différents résultats obtenus et aussi contribue à valider notre approche méthodologique.

Conclusion

Ce chapitre, présente dans son entièreté les outils conçus allant de l'élaboration des instruments de collecte aux instruments d'analyse et de traitement des données en passant par la justification de la pertinence de chaque outil choisi pour notre recherche. Nous avons également insisté sur les outils conçus dans le cadre des autres recherches et sur lesquels nous nous sommes inspirés pour élaborer notre méthodologie. Cette démarche a eu pour intérêt non pas seulement de valider nos outils de collecte des données mais également d'aligner nos recherches aux standards scientifiques de l'heure.

Dans les chapitres qui vont suivre, nous allons présenter les données collectées ainsi que les résultats obtenus à partir des différents outils conçus.

CHAPITRE 5 : PLAN DE RECHERCHE

Introduction

Les recherches portant sur les usages des TIC en éducation sont nombreuses et chacune se prévalant une démarche protocolaire propre à son objet d'étude. Notre étude mettant l'accent sur des évènements observés ou nous n'avons pas de contrôle ni sur les sujets, ni sur les évènements observés, nous avons adopté l'approche par étude de cas suggéré par Benbasat, et al. (1987). Pour ces auteurs, l'étude de cas est une stratégie acceptée et à la fois objective. En effet, la fiabilité des études de cas peut être augmentée en utilisant des procédures d'analyse validées, une base de données des études de cas (Yin, 1994 ; Darke et al 1998.).

En tenant compte de tous ces aléas d'étude, nous avons par une succession d'allers et retour adopté une étude en 13 temps et un plan de faisabilité subdivisé en 29 étapes que nous présentons dans les deux sections qui vont suivre.

5.1. Plan de recherche d'expérimentation

Notre plan d'expérimentation se résume en plusieurs temps :

Temps 1 : Délimitation du terrain d'étude autour des dispositifs MASTEL & MASSICO de formation des élèves ingénieurs de l'ENSP ;

Temps 2 : Démarche auprès du responsable pédagogique pour l'obtention des documents officiels de lancement desdits programmes et les droits d'accès aux plateformes de l'AUF pour récupérer les adresses e-mail des étudiants inscrits MASTEL & MASSICO de toutes les promotions ;

Temps 3 : Démarche auprès des entreprises et du responsable pédagogique pour les autorisations de prendre les vidéos lors des phases de regroupement présentiel et particulièrement lors des travaux pratiques ;

Temps 4 : Rencontre avec les enseignants/tuteurs pour expliquer les objectifs de la recherche et obtenir les autorisations ou les accords de principe de l'évaluation de leur cours par les étudiants ;

Temps 5 : Choix des promotions expérimentales, suivi et visite desdites promotions lors des différentes activités et regroupement présentiel durant toutes les phases de la formation ;

Temps 6 : Observation et enregistrement de séquences vidéos lors des phases des travaux pratiques ;

Temps 7 : Réalisation des entretiens semi-directifs lors des phases de regroupement présentiel ;

Temps 8 : Constitution d'un échantillon aléatoire des étudiants dans les promotions choisies en vue de tester nos questionnaires administrer en ligne sur le site Eval&Go, nos guides d'entretien semi-directifs envoyés par courriel ;

Temps 9 : Collecte des traces issues des forums, des salons de discussion des cours dans les plateformes MASTEL & MASSICO de formation des étudiants en EAD de l'ENSP ;

Temps 10 : Dépouillement, tri et sélection des vidéos, des traces appropriées pour notre recherche ;

Temps 11 : Test et expérimentation de nos outils de collecte, d'analyse et de traitement des données par les pairs membres du laboratoire ;

Temps 12 : Analyse, interprétation et croisement des variables ;

Temps 13 : Correction de toutes les insuffisances observées et test étendu à toute la population cible.

5.2. Plan de faisabilité

Le chronogramme des différentes étapes qui ont été suivies lors de cette recherche s'articule autour des points principaux présentés dans le tableau 5.1.

Tableau 5: Etapes suivies pour la réalisation de la présente recherche

Phase A : Exploration théorique, développement problématique et identification des dispositifs étudiés		
Etapes	**Description**	**Période**
1	Recherches et recension des écrits scientifiques sélectionnés, constituant la base théorique de la recherche.	Nov-Dec 2015
2	Identification et analyse des éléments du contexte	Jan-Fev 2016
3	Problématique phase1 : Développement et questions de recherches	Fev-Mar 2016
4	Problématique phase2 : Développement des hypothèses et axes de recherches	Mar-Avr 2016
5	Cadrage des axes de recherche en fonction des hypothèses et objectifs au regard du fondement théorique et éléments de contexte.	Avr-Juin 2016
6	Dimensions, domaines et variables de recherche plus test auprès des groupes réduits de 2 à 3 personnes	Juin-Aou 2016
7	Elaboration d'un poster résumant les étapes 1 à 7	Aou-Sept 2016

8	*Première capture des vidéos lors du regroupement présentiel pour travaux pratiques des étudiants MASTEL & MASSICO promotion 2015-2016*	*Juillet 2016*
Phase B : Approches conceptuels méthodologiques et production des protocoles de recherche		
Etapes	**Description**	**Période**
9	Analyse des références au cadre conceptuel de la méthodologie	Oct-Nov 2016
10	Séminaire doctorale : deuxième regroupement présentiel à l'Université Cergy Pontoise en France	Nov 2016
11	Elaboration du cadre d'analyse (dimensions, variables et indicateurs)	Dec 2016
12	Développement et description des choix (technique, procédures, échantillonnage)	Jan-Fev 2017
13	Elaboration des protocoles (enquête, interview)	Mar-Avr 2017
14	Elaboration des instruments de collecte de données sur les traces (kits d'encodage vidéo, traces)	
15	Pré-test auprès des pairs, amélioration et validation des kits d'encodage, des questionnaires avant la mise en ligne.	Mai-juil 2017
16	*- Administration du questionnaire en ligne et test sur un échantillon de 36 étudiants choisis au hasard dans notre terrain d'étude ;* *- Interview en ligne auprès de la promotion 2016-2017 MASTEL & MASSICO ;* *- Deuxième séquence de prise des vidéos lors du regroupement présentiel pour TP des étudiants MASTEL & MASSICO de la promotion 2016-2017*	*Juillet 2017*
17	Rédaction du rapport d'étape en vue de passage en 3ème année de thèse	Juil-Août 2017
Phase C : Démarches et expérimentations sur le terrain de la recherche		
Etapes	**Description**	**Période**
18	Présentation du rapport d'étape devant un jury composé par le laboratoire	Sept 2017
19	Déroulement de l'enquête étendue à tous les apprenants et enseignants des programmes MASTEL & MASSICO	Sept-Oct 2017
20	Déroulement de l'entretien semi-directif étendu à tous les apprenants des programmes MASTEL & MASSICO	Oct-Nov 2017
21	Recueil des réponses provenant des enquêtes en ligne	Nov-Dec 2017
22	Recueil données issues des traces (plateforme des dispositifs MASTEL & MASSICO)	Dec 2017
23	Transcription des entrevues et entretiens semi-directif	Jan 2018
24	• Dépouillement, tris à plat de données brutes et croisement de variables • Codification et analyse statistique des données de traces d'interactivité	Jan-Fev 2018
25	• Analyse statistique des données quantitative des enquêtes • Analyse données qualitatives entretiens semi-directif	Mar-Avr 2018
26	Analyse et interprétation des résultats	Mai 2018

27	Résumé des travaux, Introduction générale, développement conclusion générale (apports, limites, perspective de la recherche) et finalisation d'articles	Mai-Juin 2018
28	Relecture et correction du Manuscrit	Juin-Oct 2018
29	Dépôt manuscrit au laboratoire pour réévaluations	Nov-Jan 2019
30	Correction du manuscrit à la lumière des observations soulevées par les évaluateurs	Jan-Mars 2019
31	Relecture du nouveau jet du manuscrit	Mars-Avril 2019
32	Dépôt Manuscrit final pour validation	Mai 2019
33	Prise en compte des observations relevées après dépôt puis constitution du dossier de demande de soutenance	Mai 2019

5.3. Protocole expérimental

5.3.1. Délimitation du champ expérimental

Afin de mieux circonscrire notre objet d'étude, nous avons représenté l'architecture fonctionnelle d'un dispositif de formation et ou on peut retrouver toutes les composantes (administrative, acteurs, contenus, etc.) en lien direct avec les objectifs visés de notre recherche.

La composante "administration" représentée en discontinu marque la non prise en compte du volet institutionnel voir de la gestion administrative de la formation dans la présente recherche. Nous le justifions par le fait que la précédente recherche (Njingang Mbadjoin, 2015) consacrée à l'analyse desdits dispositifs s'était longuement appesantie sur cette composante.

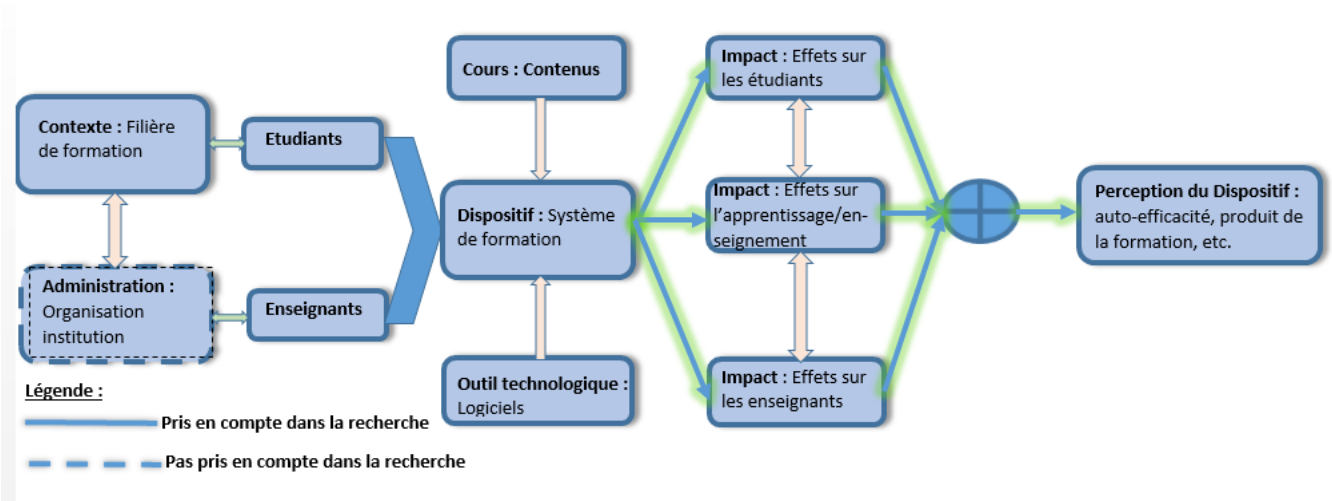

Figure 5. 1: Cadre conceptuel d'analyse et d'évaluation du dispositif de formation

Le dispositif est au cœur du système de formation et est la résultante de l'effort jugulé par l'institution, les enseignants et les étudiants pour la virtualisation d'une filière de formation par l'usage innovant des TICE. De notoriété, la qualité d'un dispositif de formation peut s'observer à travers ses effets sur les étudiants, les enseignants voir le système

d’apprentissage/enseignement. La résultante des effets observés va permettre d’apprécier l’efficacité du produit de la formation.

5.3.2. Organigramme de la démarche expérimental

La figure 5.2 présente sous forme d’organigramme le protocole expérimental adopté dans le cadre de cette recherche. Comme tout système de formation, les acteurs et les supports pédagogiques sont identifiés puis analysé selon le type d’environnement de formation. Dans notre cas, il s’agit d’un dispositif de type bimodal ou hybride en formation dans le domaine de l’ingénierie axé sur une phase en enseignement à distance et d’une phase en présentiel.

Le dispositif identifié et sur la base des variables initialement recensés à partir des hypothèses de recherche permet d’évaluer le dispositif de formation. Le logiciel artefact mobilisé comme objet d’apprentissage est choisi et sur cette base des tests sont opérés à l’entame de la formation (première phase du regroupement présentiel) et un posttest est également effectué à la fin de la formation (deuxième phase de regroupement présentiel). Ces tests visent à évaluer les effets des usages des logiciels lors de la formation et se faisant évaluer la compétence développée par les apprenants.

Des régulations sont permanentes par des successions d’allers et retour qui peuvent être nécessaire soit pour modifier les variables et/ou indicateurs, soit pour revoir les paramètres orientant le choix du logiciel.

La décision finale permet d’approuver la démarche auquel cas une analyse suivie de l’interprétation/discussion est effectuée si non le recours à la régulation est encore nécessaire jusqu’à ce que le résultat soit satisfaisant.

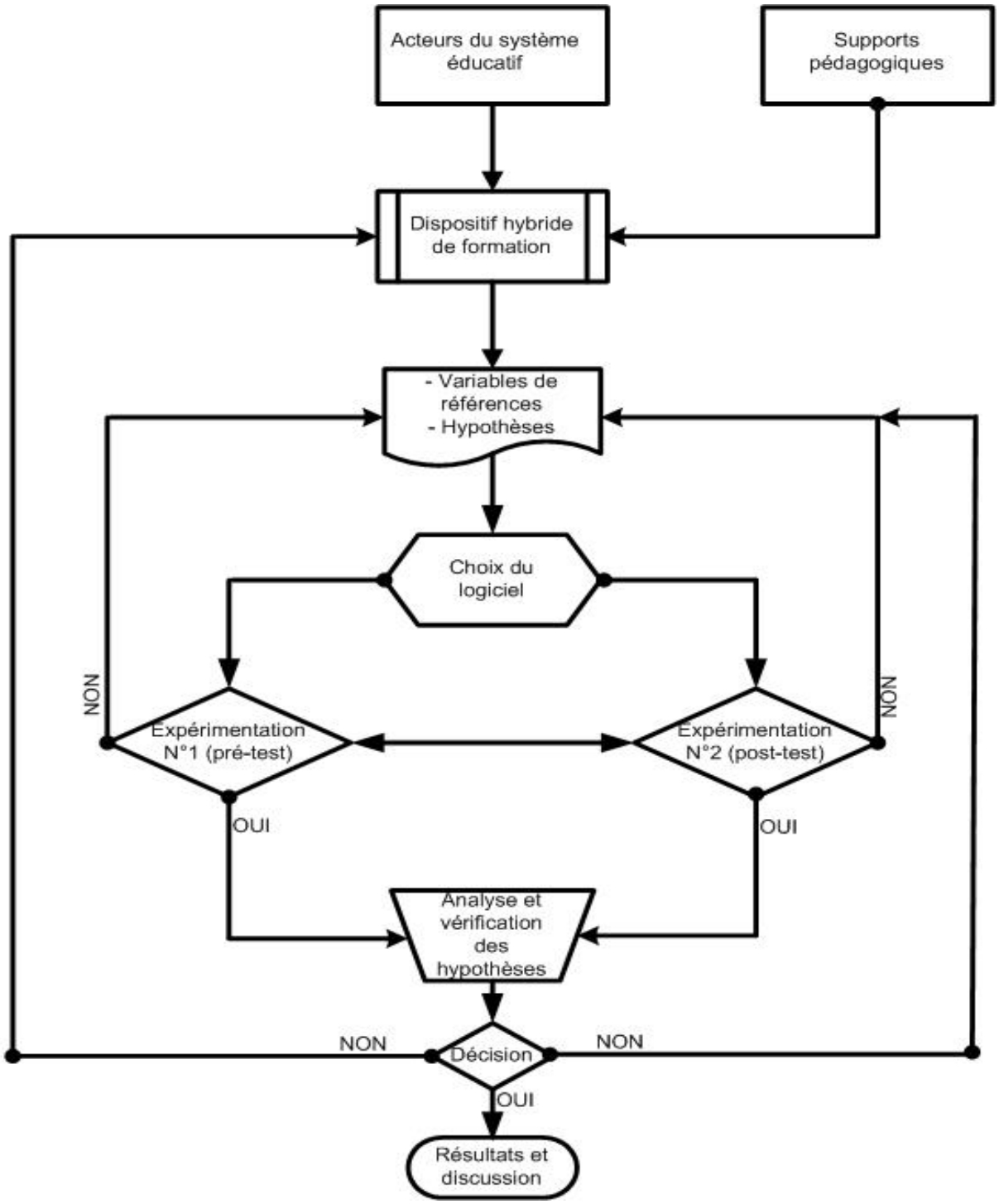

Figure 5. 2: Organigramme du protocole expérimental suivi dans le cadre de l'étude

Conclusion

Dans ce chapitre, il a été question de présenter le protocole expérimental appliqué dans le cadre de l'exécution de l'étude. Pour ce faire, un plan de recherche autour de 13 temps et de faisabilité organisé en 33 étapes ont été suivi comme protocole expérimental d'étude. Afin de mieux circonscrire notre terrain d'étude, il a été proposé un cadre conceptuel de recherche soutenu par un organigramme présentant la démarche fonctionnelle de notre approche expérimentale.

Le chapitre qui suit présente les différents résultats obtenus au regard de la grille méthodologique proposée ainsi que les différentes analyses y afférentes.

CHAPITRE 6 : RESULTATS ET ANALYSES

Introduction

Les résultats obtenus de la présente étude sont présentés selon les axes de recherche que nous avons identifiés à l'entame de ce travail. Les axes de recherche sont les suivantes : Axe 1) description et analyse des dispositifs hybrides de l'ENSP: cas spécifique du MASTEL et MASSICO ; Axe 2) étude d'impact des dispositifs hybrides sur le développement des compétences professionnelles des apprenants en formation en ingénierie ; Axe 3) étude d'impact des logiciels de simulation sur le développement des compétences professionnelles des apprenants en formation en ingénierie ; Axe 4) perceptions des apprenants sur l'efficacité des usages des logiciels de simulation pour l'apprentissage des sciences pour ingénieurs et Axe 5) les usages des logiciels en contexte d'enseignement des télécommunications dans les dispositifs hybrides. En présentant de la sorte, la cohérence des liens entre les différents résultats est davantage visible et surtout que les différents axes sont en étroite relation avec les objectifs poursuivis par notre recherche.

6.1. Résultats de l'axe 1 : Etude évaluative des dispositifs hybrides : MASTEL et MASSICO de l'ENSP

Dans ce chapitre nous allons suivre la convention d'écriture i(j) ou "i" représente l'occurrence relevant du dispositif MASTEL et "j" l'occurrence équivalent au dispositif MASSICO.

6.1.1. Description des dispositifs MASTEL et MASSICO

L'analyse descriptive a consisté à identifier tous les constituants des différentes plateformes MASTEL & MASSICO et particulièrement au niveau structuration des contenus, distribution des informations, environnements d'échanges, etc. desdits dispositifs. Nous avons sur la base des traces d'opérations existantes (§ Annexe1 : Tableau 6.1) décrit les plateformes MASTEL & MASSICO suivant plusieurs dimensions notamment conceptuelle, relationnelle et référentielle.

La dimension conceptuelle est renseignée par deux variables indépendantes transmissive et incitative.

La variable transmissive est obtenue en analysant les traces d'opérations liées à la conception des contenus et leurs diffusions dans le dispositif. A partir du tableau 6.1 (§ Annexe1 : Tableau 6.1 (LOT1)), nous pouvons ainsi lire que les dispositifs MASTEL (respectivement MASSICO) ont respectivement 7 (5) UEs, 21 (21) cours, 19 (19) activités globales, 1 (3), etc.

La variable incitative est obtenue en analysant les traces d'opérations incitatives (ou activités individuelles) médiatisés en EIAH. Dans le même tableau (§ Annexe 1 : Tableau 6.1 (LOT2)), il ressort que le dispositif MASTEL (respectivement MASSICO) compte 28 (20) activités de simulation conceptuelle, de procédures et de pratiques professionnelles ; 10 (09) activités de conception graphique et de modélisation ; 172 (163) activités d'auto test évaluative et enfin 2 (6) activités de télémanipulation d'objets virtuels ou réels à distance.

La dimension relationnelle est renseignée par deux autres variables indépendantes que nous avons cités : la variable interactive et la variable d'intervention socioaffective. La variable interactive est analysée via les traces d'opérations interactives (création et dépôt contenus collaboratifs/interactionnels) médiatisés en EIAH. Il ressort du tableau 6.1 (§ Annexe 1 : Tableau 6.1 (LOT3)) que pour les dispositifs MASTEL (respectivement MASSICO), on dénombre 0(21) activités d'échanges par chat ; 4(77) activités d'échanges avec le forum ; 0(0) activité d'échanges par audio/téléconférence ou par vidéo/Visio conférence ; 3(7) activités d'échange avec un logiciel et enfin 1(0) activité d'échange avec un média de communication.

La variable d'intervention socioaffective est analysée via les traces d'opérations socioaffectives d'interventions médiatisées en EAIH. Nous dénombrons également au niveau du tableau 6.1 (§ Annexe 1 : Tableau 6.1 (LOT4)) que 5(7) protocoles d'entrée et sortie (PES) ; 19(15) pas de réponse de l'apprenant (PRA) ; 5(7) sentiment de satisfaction (SS) et 2(1) susciter des encouragements (SE) observés sur les plateformes MASTEL (respectivement MASSICO).

La dimension référentielle insiste sur l'unique variable indépendante que nous avons nommé variable comportementale. Cette variable est observée à partir des traces d'opérations comportementales (Initiatif, Réactif, Evaluatif, Auto-Réactif). L'analyse des dispositifs MASTEL (respectivement MASSICO) permet à partir du Tableau 6.1 (§ Annexe 1 : Tableau 6.1 (LOT5)) de dénombrer 45 (22) proposer demander affirmer (PDA) ; 36(82) répondre questionner (RQ) ; 7 (12) approuver désapprouver (AD), enfin 12(15) préciser rectifier (PR).

Globalement, toutes les dimensions susmentionnées présentent une grande hétérogénéité traduisant la différence sur le plan conceptuel et même fonctionnel des deux dispositifs.

6.1.1.1. Analyse des traces liées à la conception et diffusion des contenus sur la plateforme

Analyse comparée : Quelle différence entre les dispositifs de formation en MASTEL et MASSICO ?

Pour répondre à cette question, nous partons du tableau 6.1 (§ Annexe 1 : Tableau 6.1) où il est extrait le compartiment correspondant au LOT1 dénommé ici tableau 6.2 (§ Annexe 1 : Tableau 6.2).

Nous observons ainsi que le dispositif MASSICO à moins d'UE (5 en MASSICO contre 7 en MASTEL), mais pour autant de cours et d'activités globales. En réalité, on se serait attendu à moins de cours, sauf que le MASTEL dont on maîtrisait déjà un schéma fonctionnel à 21 cours, le collège pédagogique a opté de compléter le nombre de cours du dispositif MASSICO par certains cours du MASTEL (notamment les cours en réseaux mobiles). On a cependant renforcé le MASSICO par plus de projets professionnels et d'activités globales dont le but a été de le rendre plus professionnel. Il a été délaissé des espaces grand groupe 455 (440) pour plus d'espace petit groupe 0(34) avec comme but un plus grand travail collaboratif des apprenants. Ces espaces petits groupes sont créés autour de chaque situation problème (SP) ou chaque équipe peut accéder aux espaces propres et peuvent échanger autour d'un salon de discussion, d'un forum et même un wiki d'équipe. Cette innovation apportée lors de la conception du dispositif MASSICO a permis de rendre la formation plus collaborative que ce qu'on avait jusqu'ici avec le dispositif MASTEL.

6.1.1.2. Analyse des traces d'opérations incitatives (ou activités individuelles) médiatisés en EAIH

Analyse comparée : Quelle différence entre les dispositifs de formation en MASTEL et MASSICO en rapport aux fréquences des traces d'opérations incitatives médiatisées en EAIH?

Le tableau 6.3 (§ Annexe 1 : Tableau 6.3) renseigne sur le nombre des traces d'opérations incitatives crées sur les dispositifs de formation MASTEL & MASSICO. Il s'agit ici, des activités incitatives (quizz, activités de simulation ou de conception en lignes, didacticiel) crées par les enseignants au niveau des cours sur chacune des plateformes de formation. Le tableau 6.3 montre que les dispositifs MASTEL (MASSICO) qu'on a 28(20) activités de simulation conceptuelles, 10(9) activités de conception graphique, 172(163) activités d'auto test évaluative (quizz) et 2(6) activités de télémanipulation d'objets virtuels (téléTP). Ces résultats illustrent bien que les dispositifs MASTEL & MASSICO ont été conçus avec un fort accent sur les activités incitatives et d'aide à l'apprentissage. Le dispositif MASTEL présente un nombre relativement supérieur au dispositif MASSICO pour ce qui est des activités de simulation conceptuelle, conception graphique et des quizz. Ceci se justifie dans la mesure où le dispositif MASTEL qui est typiquement orienté vers l'ingénierie des télécommunications, dans sa phase

conceptuelle s'est énormément appuyé sur le didacticiel « Radio Communication Mobile (RadioCom) » conçu et réalisé par le responsable pédagogique du programme et très utilisé en formation présentielle pour l'enseignement des télécommunications. Le programme MASSICO qui lui est orienté vers la sécurité des systèmes d'information utilise un peu moins le didacticiel RadioCom. On observe cependant une plus grande utilisation des activités de télémanipulation des objets virtuels à distance, soit 2 en MASTEL contre 6 en MASSICO. En effet, le dispositif MASSICO s'en dosse sur les réseaux virtuels et particulièrement les environnements relevant du « *cloud* » ou les apprenants ont généralement comme moyen de supervision, l'usage des logiciels de monitoring des systèmes d'information à distance.

Les plateformes MASTEL et MASSICO ont été conçus sur le standard SCORM. Or, du tableau 6.1 (§ Annexe 1 : Tableau 6.1), il ressort que les deux dispositifs ont tous deux 21 cours chacun pour également 19 activités globales (situations problèmes). Ainsi, les indicateurs du LOT2 qui sont consignés dans le tableau 6.3 (§ Annexe 1 : Tableau 6.3) présentent toutes les occurrences dont la variation est très faible aux deux dispositifs, ce qui permet de dire qu'il n'y a pas de différence significative au regard des traces d'opérations incitatives médiatisées en EAIH sur les dispositifs MASTEL & MASSICO.

6.1.1.3. Analyse des traces d'opérations interactives (création et dépôt contenus collaboratifs/interactionnels) médiatisés en EIAH

Analyse comparée : Quelle différence entre les dispositifs de formation en MASTEL et MASSICO en rapport aux fréquences des traces d'opérations interactives médiatisées en EAIH?

Nous nous intéressons aux outils prévus par les enseignants pour favoriser les échanges interactifs en mode synchrone ou asynchrone. L'observation des occurrences dans le tableau 6.4 (§ Annexe 1 : Tableau 6.4) permet de relever 0(21) pour ce qui est du nombre d'activité d'échanges par chat ; 4(77) pour ce qui est du nombre d'activité d'échanges avec le forum ; 1(1) pour ce qui est du nombre d'activité d'échanges par audio/téléconférence ou par vidéo/Visio conférence ; 3(7) pour ce qui est du nombre d'activité d'échange avec un logiciel et 1(0) pour ce qui est Nombre d'activité d'échange avec un média de communication (Skype, Facebook, WhatsApp, etc.).

Au regard des différentes occurrences, il ressort que le dispositif MASSICO comporte plus d'outils interactifs intégrés pour favoriser des échanges collaboratifs entre les apprenants avec comme corollaire de créer davantage un climat socioconstructiviste. Aucun cours du MASTEL

n'intègre un salon de discussion (Chat) autour d'une activité sommative (activité globale ou projet). Nous comprenons dès lors que chaque étudiant réalise individuellement ses activités. Le MASSICO corrige cette défaillance en systématisant un Chat autour de chaque activité globale. Soit 21 Chats à raison de 1 Chat par cours. Chaque cours intègre une activité globale à visée d'une évaluation sommative pour l'apprenant. Il ressort également un nombre très élevé de forum (77) pour le dispositif MASSICO contre (4) en MASTEL. On observe ainsi un dispositif MASSICO favorisant plus d'échanges interactifs entre les apprenants. On relève cependant que les outils de communications instantanés par Skype, visioconférence, sont inexistants. Il s'agit là des outils qui ne sont pas intégrés par défaut dans Moodle comme le sont les Chat, forum, wiki, etc. Pour être pris en compte, il aurait fallu un effort supplémentaire de l'équipe technique FOAD pour plus de médiatisation et l'ouverture des dispositifs MASTEL & MASSICO vers les média de communication instantanés.

Nous pouvons ainsi dire qu'il y a bien des différences significatives entre les dispositifs de formation MASTEL et MASSICO au regard des traces d'opérations interactives médiatisées en EAIH. Le résultat obtenu à travers des occurrences relevées des traces d'interaction de conception du dispositif MASSICO favorise davantage des échanges collaboratifs entre les apprenants que le dispositif MASTEL. Ceci est d'autant justifier qu'au niveau de la plateforme MASSICO, chaque SP constitue en soi-même une section du cours comprenant les espaces d'échange synchrone par chat (salon de discussion), asynchrone par forum, le wiki pour l'édition des rapports ainsi que des espaces de dépôt pour chaque équipe de projet.

6.1.1.4. Analyse des traces d'intervention socioaffectives

Analyse comparée : Quelle différence entre les dispositifs de formation en MASTEL et MASSICO en rapport aux fréquences exploitées des messages issus des échanges interactifs et/ou incitatifs des apprenants / enseignants dans les forums?

Les effectifs observés du tableau 6.5 (§ Annexe 1 : Tableau 6.5) sont obtenus de l'analyse de deux cours dont un cours en MASTEL (Radiocommunication mobile) et un cours en MASSICO (Signature électronique) pour le compte de l'année académique 2016-2017. Il ressort de ce tableau les fréquences suivantes 5(7) pour le PES, 19(15) pour le PRA, 5(7) pour le SS et enfin 2(1) pour le SE.

Le constat général qui se dégage est qu'il n'y a pas de différence significative entre les dispositifs de formation en MASTEL et MASSICO en rapport aux fréquences exploitées des messages issus des échanges interactifs et/ou incitatifs des apprenants / enseignants dans les

forums. On observe que même si le dispositif MASSICO intègre plus de forums, dans le fonctionnement, il n'y pratiquement pas d'effets observables pouvant justifier une augmentation d'usage des forums par les acteurs de la formation. C'est probablement lié au fait que le collège pédagogique MASTEL est presque le même que celui du MASSICO. Ainsi, les enseignants du dispositif MASTEL ont transféré leurs habitudes développées au dispositif MASSICO.

6.1.1.5. Analyse des traces d'opérations comportementale (Initiatif, Réactif, Evaluatif, Auto-Réactif)

Analyse comparée : Quelle différence entre les dispositifs de formation en MASTEL et MASSICO en rapport aux nombres d'unités de sens centré sur les traces d'opérations comportementales des étudiants?

Le tableau 6.6 (§ Annexe 1 : Tableau 6.6) reprend les mêmes cours analysés précédemment (§ 6.1.1.4). Nous voulons maintenant nous intéressé au sens des messages échangés par les apprenants au sein des forums des cours susmentionnés.

Les occurrences obtenues permettent de relever que le nombre d'unités de sens et centré sur les traces d'opérations comportementales observées des interactions des apprenants au niveau des forums sont significativement différents dans les dispositifs MASTEL et MASSICO. Le tableau 6.6 (§ Annexe 1 : Tableau 6.6) montre que les fréquences liées aux traces comportementales avec pour unité de sens "Répondre Question" sont de 82 en MASSICO contre 36 en MASTEL. Une même tendance est observée avec les unités de sens PR (12(15)) et AD (7(12)). Ceci traduit que malgré le non accentuation sur le forum, les fils de discussion dont ont participé les apprenants permettent de conclure aussi que les apprenants du dispositif MASSICO ont été plus interactifs que ceux du dispositif MASTEL, renforçant par le fait le caractère plus collaboratif dudit dispositif.

6.1.2. Etude évaluative des dispositifs de formation en EAD de l'ENSP

Les résultats présentés dans cette sous-section sont recueillis sur la base de l'exploitation des questionnaires (étudiants et enseignants) et de l'entretien semi-directif. Nous nous intéressons plus aux acteurs étudiants, mais toute fois dès que nécessaire nous faisons également recours aux avis des enseignants quand besoin dans le but de retenir ou rejeter les réponses contradictoires.

6.1.2.1. Profil des acteurs questionnés

Le corpus des étudiants ayant répondu à l'enquête est composé de 127 (91%) hommes et 13 (9%) femmes, soit un total de 140 étudiants ayant participé à l'enquête. Des 140 étudiants ayant répondu à notre questionnaire, 93 (66%) sont du programme MASTEL et 47 (34%) de MASSICO. La situation académique des étudiants ayant participé à l'enquête est composée 97 diplômés (69%) contre 43 (31%) non diplômé. Sur les 43 non diplômé, nous avons 26 étudiants qui sont de la promotion 2016-2017, qui au moment de l'enquête (octobre 2017) poursuivent encore leur formation.

Le tableau 6.7 (§ Annexe1 Tableau 6.7) nous renseigne sur la répartition géographique et par pays des étudiants ayant participé à l'enquête. De ce tableau, il ressort que les programmes MASTEL & MASSICO ont de nos jours permis de fédérer 16 pays d'Afrique Subsaharienne. Le Cameroun pays hôte regorge le plus grand nombre d'apprenants avec 86 sur les 140 ayant participé à l'enquête. Ce nombre élevé est justifié par le fait que tous résident au Cameroun y compris le chercheur, il était par conséquent plus facile d'exercer une pression sur les étudiants camerounais pour participation plus active à l'enquête.

A la question, quel est votre âge ? Nous avons 138 étudiants qui ont répondu à la question, le minimum d'âge est de 25 ans et le maximum d'âge est de 55 ans, pour une moyenne d'âge de 37 ans. Aussi vrai que c'est une formation de niveau M2, les plages d'âges montrent bien que nous sommes en contexte de formation des adultes qui en général pour des raisons professionnelles ne peuvent suivre des formations classiques en présentiel.

Nous nous sommes aussi intéressés à la situation professionnelle des participants à l'enquête, en posant la question suivante : quelle est votre situation professionnelle ? Les réponses à cette question sont consignées dans le tableau 6.8 (§ Annexe1 Tableau 6.8).

La figure 6.1 montre une représentation en secteur et par pourcentage de la situation professionnelle des étudiants ayant participé à l'enquête.

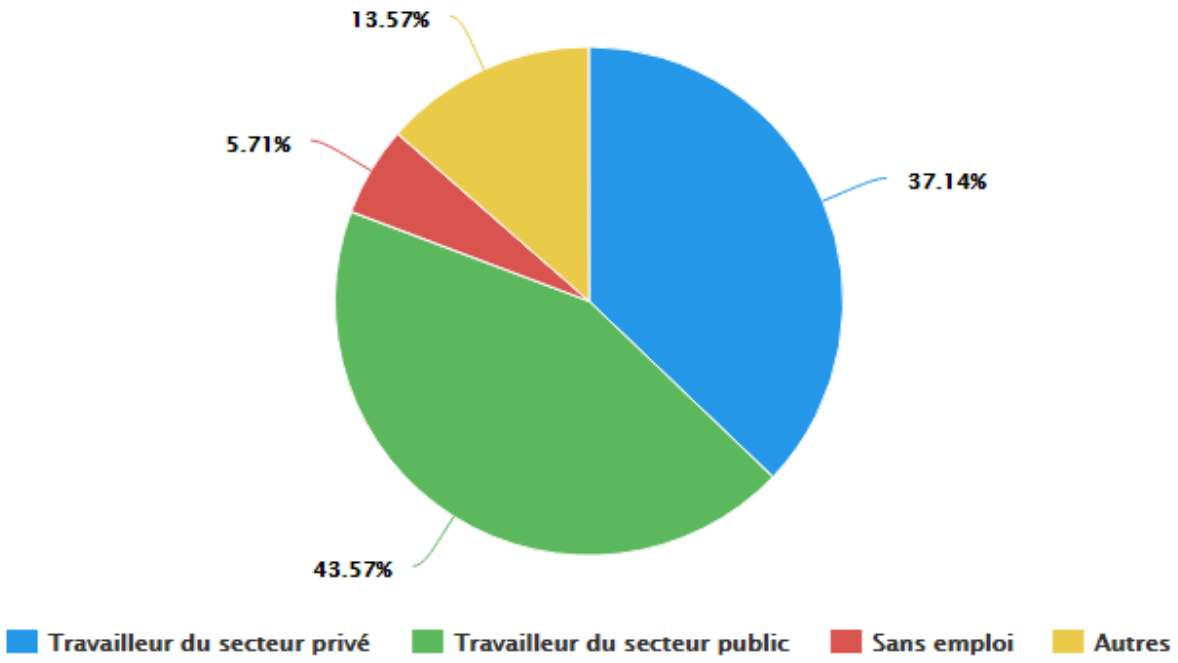

Figure 6. 1: Représentation par secteur et par pourcentage de la situation professionnelle des étudiants

Au niveau du corpus enseignant, c'est 4 hommes et 3 femmes, soit au total 7 enseignants (tuteurs) ayant participé à l'enquête. Des 7 enseignants interrogés, 7 interviennent en MASTEL et 3 en MASSICO. Il est donc évident que 3 enseignants interviennent à la fois en MASTEL & MASSICO.

Le tableau 6.9 (§ Annexe1 : Tableau 6.9) nous renseigne sur le nombre d'année d'expérience professionnelle en EAD des enseignants ayant participé à l'enquête.

Du tableau 6.9, il ressort qu'entre 5-10 et 11-20 ans, nous avons un total de 6 enseignants qui en termes de période représente ici des responsables pédagogiques qui ont contribué à l'élaboration des contenus lors de la conception des deux programmes confondus. Celui donc le nombre d'année est inférieur à 5 ans est probablement du programme MASSICO.

Nous nous sommes aussi intéressés à l'institution d'appartenance des enseignants ou nous exhortions nos enquêtés à préciser le nom de leur établissement d'origine. Le tableau 6.10 (§ Annexe1 : Tableau 6.10) récapitule les différentes institutions d'appartenance des enseignants enquêtés.

Il est observé du tableau 6.10 que 6 enseignants sont de l'ENSP, un enseignant de l'Université de Dschang dans la région ouest du Cameroun et un enseignant de l'Université de Yaoundé II.

Partant des connaissances sur le collège pédagogique des deux programmes, nous pouvons affirmer que la plus grande concentration des enseignants se trouve au Cameroun avec le plus gros effectif à l'ENSP. Aussi, les deux programmes comptent en son sein des enseignants de la diaspora au nombre de 3 et des intervenants venant du milieu de l'entreprise.

6.1.2.2. Motifs ayant motivé leur choix à s'inscrire en EAD

Les raisons principales qui ont conduit les étudiants au choix de la formation distance sont consignées dans le tableau 6.11 (§ Annexe1 Tableau 6.11).

Sur 127 répondants à la question, 86 soit 68% des répondants déclarent que, le motif principal qui leur a poussé à suivre la formation en EAD est parce qu'ils sont salariés en temps plein, la deuxième raison que cette forme de travail est mieux adaptée à leur façon d'apprendre (24%) et aussi adaptée à une reprise d'étude après interruption (21%) et la troisième raison à cause de l'éloignement géographique (22%).

6.1.2.3. Les outils de l'EAD sur lesquels ils ont travaillé

Le tableau 6.12 (§ Annexe 1 : Tableau 6.12) liste un ensemble des outils ou les étudiants sont appelés à cocher ceux dont ils ont véritablement retrouvé et utilisé dans les dispositifs MASTEL & MASSICO de l'ENSP. Le tableau 6.13 (§ Annexe1 : Tableau 6.13) quant à lui illustre les outils utiles dans le cadre d'une formation à distance.

Le croisement entre les variables outils utilisés (Tableau 6.12) et outils utiles (Tableau 6.13) à la formation à distance, permet de relever une dépendance très significative entre les deux variables liées. Selon Davis et al. (1989), c'est la perception que les usagers ont de l'utilité de la technologie et la facilité avec laquelle elle est utilisée qui fera son acceptation ou son rejet. L'école par correspondance qui consistait à envoyer par colis postal les documents aux apprenants éloignés et de par le temps que cela prenait est moins utilisée comme nous pouvons voir sur les tableaux 6.12 et 6.13 ou le courriel postal a des occurrences respectives de 12 (16%) et 8 (11%). Cette manière classique d'échange des informations dans les dispositifs traditionnels de formation par correspondance est remplacée dans les dispositifs modernes de formation à distance par l'usage du courriel avec une fréquence d'utilisation de 78%, la messagerie instantanée avec une fréquence de 90% et le dépôt et téléchargement des fichiers présentant une fréquence de 88%. Ce résultat montre que l'innovation au niveau des dispositifs hybrides est davantage accentuée par le développement des outils transmissifs, incitatifs et interactifs autour de l'environnement numérique du travail collaboratif à distance.

Nous avons par une question ouverte demandée aux étudiants lors de l'entretien semi-directif de nous lister les exemples d'objets pédagogiques ou d'outils technologiques dont ils ont rencontré tout au long de leur formation. En rappel, la question posée était la suivante : Quels sont les exemples d'objets pédagogiques ou d'outils technologiques que vous avez utilisés sur cette (ces) plateforme(s) pour suivre la formation? Les réponses sont consignées dans le tableau 6.14 (§ Annexe1 : tableau 6.14).

En exploitant le tableau 6.14, il vient de constater qu'il y a des objets et outils technologiques qui sont jusqu'ici restés non cités dans la liste des outils EAD proposés dans les tableaux 6.12 et 6.13. Comme objets pédagogiques, nous avons les plateformes ou environnement numériques de simulation comme radiocommunication mobile, les logiciels de simulation et de détection des intrusions dans un réseau. L'étudiant 15 déclare :

> **Etudiant n°15 tab6.14** « *On a utilisé la plate-forme de radiocommunication, le logiciel Matlab pour la configuration des directions d'antennes* ».

Comme outils technologiques, nous avons l'émergence trois catégories d'outils. La première catégorie des outils matériels pas directement accessibles sur la plateforme de formation, mais retrouvé lors des sessions de regroupement présentiel. A ce titre, les étudiants 10 et 12 déclarent :

> **Etudiant n°10tab.14** « *Lors des TP, les encadreurs nous ont présentés des vrais outils professionnels (antenne, parafoudres, routeurs, fibre optique, etc)* »
>
> **Etudiant n°12tab.14** « *Des équipements réels en transmission hertzienne, en fibre optique, les routeurs cisco et des équipements pour la sécurité des équipements télécom* »

La deuxième catégorie des outils immatériels qu'on retrouve cette fois dans les environnements numériques de travail installés dans les plateformes de formation en MASTEL & MASSICO. Ces outils se retrouvent dans les activités crées par les enseignants et sont généralement contenus dans les logiciels de simulation. Ce sont ici les routeurs, les switches, les pare feu etc., qu'on retrouve dans les logiciels de simulation réseau comme OpenVPN, Omnipeek, Cisco Packet Tracer et même la plateforme radiocommunication mobile.

La troisième catégorie concerne les outils qu'on retrouve directement dans la plateforme Moodle de formation en MASTEL & MASSICO. Ce sont les salons de discussions ou de Chat

et les forums généralement retrouvé dans l'environnement Moodle. Des tableaux 6.12 et 6.13, nous avons relevé les plus forts taux d'usages dans les plateformes MASTEL & MASSICO.

6.1.2.4. Nature des supports de cours fournis aux apprenants toutes formations EAD confondues

Les supports de cours fournis aux apprenants dans le cadre de leur formation à distance, constituent un levier majeur sur lequel peut s'appuyer l'adoption ou pas d'un dispositif de formation à distance. Rappelons que Moodle qui est la plateforme de formation en MASTEL & MASSICO, comme tout environnement technopédagogique, permet de diffuser les documents servant à la formation au format numérique, pour éviter justement l'impression papier et les envois postaux en nombre. La plateforme Moodle dans sa conception permet de charger en ligne les ressources en pdf, word, powerpoint, etc., ainsi que des ressources audio-vidéo cours.

De l'autre côté, l'audioconférence et la visioconférence font timidement leur entrée dans les dispositifs EAD de l'ENSP. Ces outils n'étant pas intégrés dans les plateformes de formation MASTEL & MASSICO, il est évident que le manque de ces outils synchrones sur la plateforme Moodle suffise à conduire ses usagers à ne pas utiliser les supports de cours interactifs, incitatifs et transmissifs au format audio ou vidéo.

Qu'en est-il en réalité de l'efficacité des supports de cours disponible en ligne ? Pour le savoir, nous avons posé une question ouverte à nos étudiants enquêtés lors de la phase d'entretien semi-directif : quel est votre jugement de l'efficacité des modules de cours et des ressources qui ont été mis à votre disposition pour apprendre et atteindre vos objectifs? Nous avons eu 17 répondants à la question et la synthèse des réponses est consignée dans le tableau 6.15 (§Annexe1 : Tableau 6.15).

En exploitant les déclarations des étudiants, il ressort que pour plusieurs d'entre eux les ressources proposées sont efficaces mais sont anciennes pour certaines et souvent mal abordées par les enseignants comme le déclare les étudiants n°2 et n°12 du tableau 6.20.

> **Etudiant n°2 tab6.15** « *Les modules de cours sont efficaces sauf que les ressources mises à notre disposition sont mal abordées pour certaines, dépassé pour d'autre et hors du contexte actuel des technologies de pointe* »
>
> **Etudiant n°12tab6.15** « *Les modules sont adaptés, efficaces et intéressants mais c'est la manière de dispenser ses modules qui posent problème* »

Les problèmes soulevés dans le cadre de cette étude par les apprenants sont réels. En effet, comme tout dispositif FOAD financé par l'AUF, les équipes pédagogiques sont formées à la scénarisation des contenus et à l'élaboration des objectifs pédagogiques par un référent pédagogique désigné par l'AUF. Le lancement de l'appel à candidature est conditionné par l'avis favorable du référent pédagogique. Son avis favorable donnant lieu au paiement par l'AUF de l'auteur concepteur du cours et une fois payé, le cours devient la propriété de l'institution avec une durée de validité de trois ans. Cette exigence fait qu'en général les cours sont "biens élaborés" par les enseignants pour avoir le quitus de paiement du référent pédagogique. Ceci devrait justifier la bonne appréciation des ressources pédagogique par les apprenants.

Il se trouve que dans le cas des dispositifs concernés par cette étude, l'institution n'honore pas à ses engagements de payer les enseignants après les trois années de contrat pour une nouvelle mise à jour de leurs cours. Ces derniers à leur tour ne font rien pour actualiser leurs contenus. D'autres enseignants plus consciencieux préfèrent remettre aux apprenants les supports et les activités à jours sans pour autant mettre à jour les contenus disponibles sur la plateforme. C'est ce manquement au niveau institutionnel qui peut expliquer l'ancienneté des cours et même des activités soulevé par les étudiants.

6.1.2.5. Perception des étudiants des dispositifs de formation

Après la description des dispositifs MASTEL & MASSICO, inventorier les outils embarqués dans lesdits dispositifs ainsi que les supports pédagogiques d'apprentissage, nous avons voulu aussi prendre les avis généraux des apprenants sur les environnements numériques implémentés dans le cadre des EAD à l'Université de Yaoundé I et particulièrement à l'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique.

Les formés devraient dans un premier temps évaluer Moodle utilisé à l'ENSP comme plateforme de formation à distance. Une liste de quatre propositions leur a été proposée et chacun devrait opérer un unique choix. Le résultat des choix est consigné dans le tableau 6.16 (§ Annexe1 Tableau 6.16).

Sur 127 répondants à la question, 75 soit 59% jugent Moodle utile à la formation et 40 soit 32% en jugent indispensable à la formation. Dans l'ensemble 115 répondants sur 127 soit 91% ont un avis favorable de l'utilisation de Moodle comme environnement numérique de formation. En quoi ces choix peuvent être guidés au niveau des apprenants ? Les réponses sont-elles liées à la facilité d'usage qu'offre Moodle ?

Afin de répondre aux questions précédentes, nous avons dans notre enquête voulu identifier le niveau de difficulté de la plateforme Moodle comme environnement de formation à distance par les étudiants. Le résultat du sondage est consigné dans le tableau 6.17 (§ Annexe1 : Tableau 6.17).

Le résultat montre que 97 sur 127 répondants soit 76% jugent facile Moodle, 25 sur 127 soit 20% l'en jugent de très facile. Globalement 112 sur 127 soit 96% ont un penchant que Moodle est facile d'usage contre 4% qui en jugent difficile.

Des tableaux 6.16 et 6.17, nous pouvons dire que l'utilité de Moodle comme plateforme de formation à distance est liée à la facilité d'usage qu'offre cet environnement numérique de travail. Maintenant qu'il est identifié que Moodle est jugé utile comme environnement de formation et facile d'usage, qu'en est-il de l'évaluation globale des dispositifs FOAD de l'ENSP toutes formations confondues ?

Pour répondre à cette question, nous avons exhorté nos interviewés sur l'appréciation globale des dispositifs FOAD de l'ENSP. Le résultat du sondage est consigné dans le tableau 6.18 (§ Annexe1 : Tableau 6.18).

Sur 127 répondants à la question, 11 soit 9% trouve le dispositif très satisfaisant, 53 soit 42% trouvent le dispositif satisfaisant et 49 soit 39% trouvent le dispositif assez satisfaisant. Des 127 interviewés seulement 14 soit 11% ne trouvent pas satisfaisant les dispositifs FOAD de l'ENSP.

Nous avons voulu comprendre les raisons qui ont motivé les 14 étudiants ayant trouvé les dispositifs FOAD de l'ENSP pas du tout satisfaisant. Pour ce faire, un deuxième volet de la question maintenant ouverte, interpelait chacun des apprenants à indiquer les raisons pour lesquelles selon eux le dispositif n'était pas satisfaisant. Sur les 14 ayant répondu qu'ils trouvaient les dispositifs pas satisfaisant, 5 seulement ont argumenté leurs réponses. Nous recensons ci-dessous les justificatifs avancés.

> **Etudiant n°5_Quest_12.2** : « *Dans ce MASTEL il Ya beaucoup à améliorer. Etaler d'abord ce programme MASTEL sur deux ans ensuite bien planifier les cours et bien les exposer aux apprenants* »
>
> **Etudiant n°32_Quest_12.2** : « *La façon des enseignants de dispenser le cours qui ne tienne pas en compte la diversité des profils.*»

Etudiant n°67_Quest_12.2 : « *On a le sentiment que les enseignants ne communiquent pas suffisamment autour des apprenants. Les programmes sur la plateforme devraient évoluer et tenir compte de la conjoncture actuelle portant sur les TIC en général et sur la sécurité en particulier. Nous avons également ressenti une tendance vers les Télécom au détriment des aspects de sécurité, surtout en ce qui concerne le regroupement présentiel de TPs. Parfois, nous avions l'impression d'assister à u forum en ligne plutôt qu'à une formation de niveau Master 2.*»

Etudiant n°79_Quest_12.2 : « *Le master 2 sécurité s'est bien passe et il est passable par contre nous recommanderons de respecter le programme mis sur la plateforme car c'est ce programme qui pousse les apprenants à s'y inscrire. Il faudrait si cela est possible aller en profondeur pour qu'une fois sorti, l'apprenant puisse être l'ambassadeur de l'école et de la formation.*»

Etudiant n°85_Quest_12.2 : « *quelque difficulté de connexion internet, mais aussi de calibrage de heures de cours(le plus souvent 04h GMT) et le rythme de travail trop rapide pour maitriser tout le contenue.*»

Etudiant n°88_Quest_12.2 : « *Une formation à distance est une très belle initiative mais pour l'avenir je propose que pour chaque UE, que les différents tuteurs mettent à la disposition des apprenants des enregistrements vidéos dans lesquels ils expliquent de façon détaillée les différentes notions clés du cours avant les séances de tutorats en ligne. De plus les enseignants devraient se rendre plus disponibles pour les apprenants en répondant de façon claire à toutes leurs préoccupations par mail et leur fournir des corrections aux différents exercices d'applications et activité globale surtout lorsqu'ils leur soumettent un travail.*»

Une des clés d'évaluation des dispositifs reposent aussi sur la qualité d'accompagnement en ligne des apprenants par les tuteurs ou enseignants. En effet, l'évaluation ne prend pas seulement en compte le volet techno pédagogique mais également de l'accompagnement en ligne des acteurs autour du dispositif de formation. Pour cela lors de la phase d'entretien semi-directif, nous avons par une question ouverte voulu avoir la perception des étudiants sur l'efficacité de leur encadrement en ligne dans les dispositifs de formation en MASTEL & MASSICO. Les étudiants interviewés devraient répondre à la question : quel est votre perception de l'efficacité de votre encadrement en ligne accompagné par les tuteurs ou les enseignants pendant la formation ?

La synthèse des réponses est consignée dans le tableau 6.19 (§ Annexe 1: Tableau 6.19).

Le tableau 6.19 montre que 17 étudiants ont répondu à la question. L'analyse des réponses permet de relever que globalement l'accompagnement n'est pas toujours celle escomptée par les étudiants. Pour eux un suivi plus soutenu aux heures synchrones et asynchrones par les tuteurs serait la bienvenue, comme le déclare l'étudiant n°14 du tableau 6.19.

> **Etudiant n°14tab6.19** « *Les échanges en ligne entre tuteurs et étudiants se font essentiellement lors des séances des cours qui pour moi me paraissent insuffisants car étant donné la distance la période de temps accordée au cours me parait très insuffisante pour éponger la majeure partie des différents problèmes que nous rencontrons. Du coût l'échange des mails pourrait bien être une solution sauf que très peu d'enseignants ont l'amabilité de répondre aux préoccupations des étudiants* ».

D'autres étudiants entendent de l'efficacité d'accompagnement les pratiques professionnelles. Ainsi, le manque des activités professionnelles pratiques et certains outils donnent une perception d'inefficacité d'accompagnement en ligne par les tuteurs. Les déclarations des étudiants n°15 et n°8 en sont forts illustratifs.

> **Etudiant n°7tab6.19** « […] *il y a un déficit au niveau de l'utilisation effective des logiciels professionnels et des didacticiels. Ce point devra certainement être amélioré* ».

> **Etudiant n°15tab6.19** « *[…] nous souhaitons pour les générations avenir, l'intervention des professionnels d'entreprises ou de métiers pour animer certains modules* »

Nous relevons aussi du tableau 6.18, une autre préoccupation soulevée par les apprenants et portant sur l'insuffisance de la ressource humaine qualifiée. Nous avons ici les déclarations des étudiants n° 8 et n°15 du tableau 6.18.

> **Etudiant n°8tab6.19** « *Cet encadrement souffre de l'insuffisance d'enseignant, ou d'une faible diversification/spécialisation de ces enseignants* »

> **Etudiant n°15tab6.19** « *Cependant le staff administratif gagnerait à diversifier de la ressource humaine afin que les apprenants n'aient pas le sentiment que toute la formation repose sur un petit nombre d'enseignants* »

Du tableau 4.16 (§ Annexe 1 : Tableau 4.16), il ressort que les dispositifs MASTEL & MASSICO comptent en activité 18 tuteurs/enseignants pour les deux formations confondues.

Hors, du tableau 6.1 (§ Annexe 1 Tableau 6.1), il ressort que chaque programme de formation compte 21 UEs soit au total 42 UEs à animer par 18 tuteurs pour un effectif d'une vingtaine d'étudiants par programme et par promotion. Ces chiffres suscitent plusieurs questions : L'inefficacité soulevée ici par la plupart des étudiants sur l'insuffisance au niveau de leur accompagnement ne sera-t-elle pas liée au manque d'enseignants qualifiés ? Pourquoi le manque d'engouement manifeste des enseignants de l'ENSP à adhérer aux dispositifs EAD de leur institution ? Du côté de l'agence universitaire de la francophonie de même qu'il y a un appel à candidature pour les apprenants, on note également un appel à candidature pour tuteur. Est-ce à dire qu'il n'y a pas de candidature tuteur ? Où se trouverait le problème du non élargissement du collège pédagogique ?

Une réponse à certaines de ces questions peuvent se déduire du tableau 6.20 (§ Annexe1 : Tableau 6.20). Dans ce tableau, il est récapitulé les fréquences des effectifs observés sur une échelle de Likert des réponses que nous avons proposées.

Pour un seuil de signifiance exacte de 5%, un ddl de 20, la valeur limite de khi^2 est égale 31,40. La statistique observée est Qobs= 26,427 pour un p-value =0,152 supérieur au seuil de significativité de 0,05. Le khi^2 n'est pas significatif au seuil choisi, ce qui permet de conserver l'hypothèse nulle qui indique qu'il y a indépendance entre la perception de l'efficacité du dispositif de formation et la fréquence liée à l'appréciation d'accompagnement en ligne des étudiants en EAD. Ce résultat permet d'observer qu'on ne saurait prendre la variable dépendante accompagnement en ligne des étudiants comme indicateur de mesure de la perception de l'efficacité du dispositif de formation.

6.2. Résultats de l'axe 2 : Etude d'impact des dispositifs hybrides sur le développement des compétences professionnelles des apprenants en formation en ingénierie

Les résultats de cet axe 2 visent à identifier les compétences développées par les étudiants à partir des dispositifs hybrides MASTEL & MASSICO implémentés à l'ENSP. L'analyse des résultats de cet axe permet de répondre à la question de recherche 2, portant sur l'impact des environnements techno pédagogiques sur le développement des compétences professionnelles des apprenants en contexte de formation dans le domaine de l'ingénierie.

6.2.1. Impact des outils transmissifs, interactifs et incitatifs des apprenants sur le développement des compétences professionnelles en formation en ingénierie

Nous abordons ici l'analyse d'impact des outils mobilisés dans les dispositifs hybrides sur la qualité d'apprentissage au regard des fréquences d'usage desdits outils dans les différents cours

hébergés dans les plateformes de formation en MASTEL & MASSICO de l'ENSP. Nous voulons répondre à la question de recherche, en quoi les facteurs techno pédagogiques des environnements numériques virtuels de réalisation des Télé TP en EAD impactent-ils sur l'amélioration des compétences professionnelles des élèves ingénieurs à l'ENSP? En d'autres termes, les usages des outils numériques de communication dans les environnements techno pédagogiques ont-ils un effet sur le développement des compétences des apprenants en formation dans le domaine de l'ingénierie?

Afin d'apporter une réponse, nous avons recueilli les données d'enquêtes par questionnaire, d'entretiens semi-directifs ainsi que les traces d'opérations transmissives, incitatives et interactives laissés par les acteurs sur les plateformes de formation MASTEL & MASSICO.

6.2.1.1. Analyse de l'appréciation des apprenants des différents usages des outils de communication mobilisés par les enseignants dans les dispositifs de formation en MASTEL & MASSICO

Le tableau 6.21 (§ Annexe1 : Tableau 6.21) récapitule les effectifs observés sur la base de l'échelle de Likert.

La figure 6.2 en illustre cette distribution en fonction de chaque item retenu. L'analyse du graphique en histogramme qui en résulte montre que les distributions sont très différentes pour chacune des échelles en relation avec les items retenus.

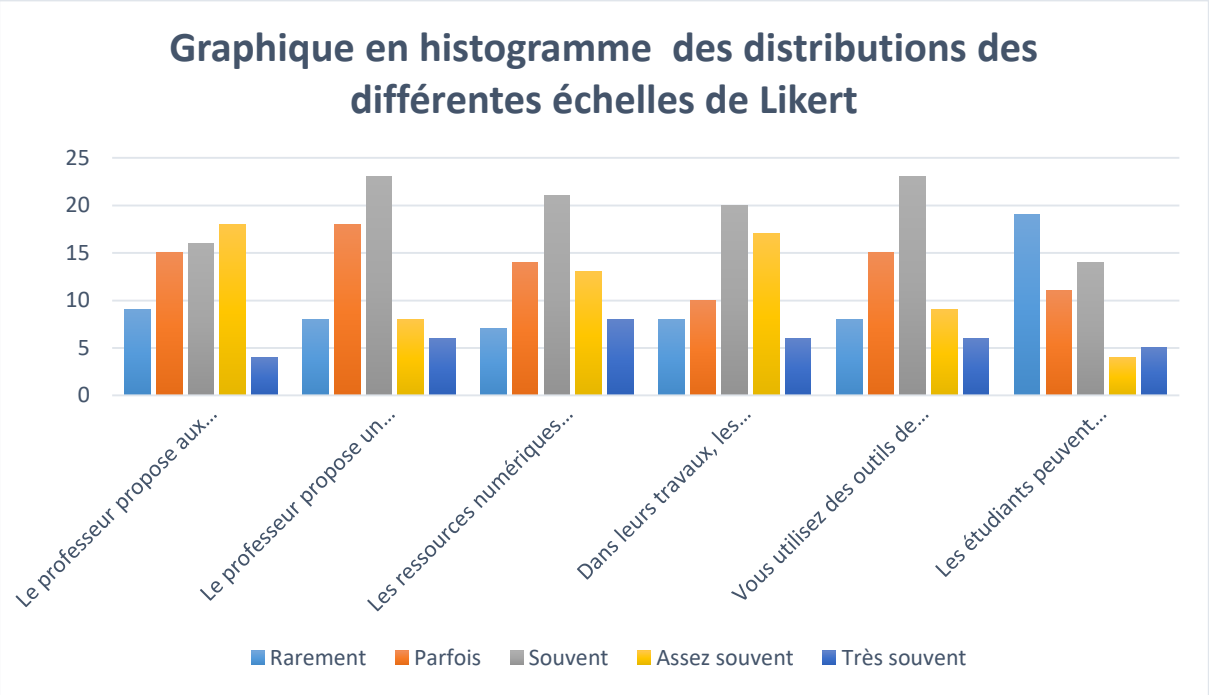

Figure 6. 2: Compilation des différents usages des outils de communication identifiés par les apprenants MASTEL & MASSICO

Nous constatons que globalement, tous les apprenants qui se sont soumis à répondre à la question ont coché majoritairement l'échelle de niveau « Souvent », pour une occurrence totale de 117. Ce qui à notre sens, permet de dire que globalement ce que nous projections retrouver comme usages classiques dans un dispositif technopédagogique à travers les items recensés s'y retrouvent bien dans les dispositifs MASTEL & MASSICO.

Pour des auteurs comme Trestini et al. (2012), la prise en compte de ces outils dans un environnement technopédagogique est le seul gage des enseignants d'assurer les bonnes pratiques pédagogiques aidant les apprenants à mieux peaufiner leur apprentissage.

6.2.1.2. Analyse d'impact des traces liées à l'utilisation des outils sur les plateformes MASTEL & MASSICO et le développement des compétences des apprenants en formation en ingénierie

Les traces découlant des usages des outils numériques mobilisés sur la plateforme et proposé par l'équipe pédagogique des dispositifs MASTEL & MASSICO de l'ENSP sont cosignés dans le tableau 6.22 (§ Annexe1 : Tableau 6.22). Nous nous intéressons aux traces relevant de l'assiduité et la disponibilité. Les traces relatives à la disponibilité portant sur le temps consacré par les apprenants autour de chaque outil embarqué sur la plateforme ne sont pas archivées sur Moodle. C'est fort de cela que nous avons opté d'attribuer une valeur arbitraire d'une heure d'utilisabilité à chaque outil consacré à la variable disponibilité.

Analyse comparée : Quelle différence entre la fréquence d'exploitation des outils numériques d'ordre transmissifs ou de consultation, incitatifs et/ou interactifs entre les cours du dispositif MASTEL? Quels impacts ont-ils sur le développement des compétences professionnelles des apprenants en formation en ingénierie ?

Le tableau 6.22 (§ Annexe1 Tableau 6.22) présente la liste des outils numériques transmissifs ou de consultation, incitatifs et interactifs rencontrés sur les plateformes et leurs fréquences d'utilisation pendant toute la période d'apprentissage par les étudiants autour du dispositif MASTEL.

Afin de vérifier la différence d'utilisabilité des outils entre les cours du dispositif MASTEL, nous avons fait recours au test Student (§ Annexe 1 : Tableau 6.23). Le tableau 6.23 illustre le résultat obtenu en exploitant le tableau 6.22 ou n'est pas pris en compte la variable assiduité,

mais plutôt les différentes fréquences d'usage des outils numériques embarqués dans la plateforme MASTEL.

Le p-value obtenue par calcul est de 0.891. Le p-value est supérieur à la valeur statistique observée qui est de 0,139 pour un de seuil 5% choisi dans notre cas. La valeur de P étant largement supérieure au seuil de signification 0,05, on conserve donc l'hypothèse nulle (pas de différence significative entre les échantillons). Le résultat du calcul permet de dire que la différence n'est pas significative au seuil choisi. La réponse à la question en lien avec le résultat du calcul indique donc qu'il n'existe pas une différence significative entre l'exploitation des outils numériques d'ordre transmissifs ou de consultation, incitatifs et/ou interactifs entre les cours du dispositif MASTEL.

La première information que nous fournit le tableau 6.22 (§ Annexe 1 : Tableau 6.22) est que les traces d'accès aux ressources complémentaires (vidéos, son et image,…) n'ont jamais été utilisées aussi bien par les étudiants que par les enseignants. Le même constat est observé pour ce qui concerne les activités d'échanges par audio/téléconférence ou par vidéo/visioconférence ainsi que les espaces d'équipe/petit groupe de 3 à 7 sujets (échange/partage, consultation et dépôt)- (préciser nombre de sujets N < 10). Cette première information extraite des fréquences d'usage de certains outils numériques sur la plateforme MASTEL montre ici que le dispositif dans sa phase conception n'a pas pris en compte les composantes audio, vidéo, téléconférence et les espaces de suivi groupé et individualisé des étudiants. Ceci suscite la question suivante : Quels effets cette faible médiatisation peuvent-ils avoir sur le développement des compétences professionnelles des apprenants en contexte de formation en ingénierie ?

Le tableau 6.24 (§ Annexe1 : Tableau 6.24) récapitule les fréquences des usages des outils numériques liés aux échanges d'ordre transmissifs, incitatifs et interactifs des acteurs du dispositif MASSICO.

Le résultat du test Student est consigné dans le tableau 6.25 (§ Annexe 1 : Tableau 6.25). De ce tableau, il ressort que le p-value obtenue par calcul est de 0,606. Le p-value est supérieur à la valeur statistique observée qui est de -0,5222 au seuil de 5% choisi. La différence n'est donc pas significative au seuil choisi. Le résultat obtenu permet de conclure qu'il n'y a pas de différence significative entre l'exploitation des outils numériques d'ordre transmissifs ou de consultation, incitatifs et/ou interactifs entre les cours du dispositif MASSICO. Comparer au dispositif MASTEL, le tableau 6.22 (§ Annexe 1 Tableau 6.22) donne comme information que les activités groupées sont présentes suivant les cours. Le cours signature électronique indique

que « l'espace d'équipe/petit groupe de 3 à 7 sujets (échange/partage, consultation et dépôt)-(préciser nombre de sujets N < 10) » a une fréquence d'usage de 73 contre 0 pour le cours de réseaux IPv4/IPv6, routage & commutation. Le cours de réseaux IPv4/IPv6, routage & commutation présente des activités de télémanipulation d'objets virtuels ou réels à distance avec une fréquence d'usage de 438 contre 0 pour le cours signature électronique. Quel pourrait être l'impact des espaces d'équipe (petit groupe de 3 à 7) sur le développement des compétences professionnelles des apprenants en formation en ingénierie ?

Pour répondre à cette question, nous avons dans un premier temps lors des entretiens semi-directifs adressé aux étudiants participant à l'interview de répondre aux questions : les modalités de travail collaboratif en équipe ou en groupe sont-elles présentes dans la majorité de vos modules de cours ou des UE ? Justifiez

Les réponses des répondants sont consignées dans le tableau 6.26 (§ Annexe 1 : Tableau 6.26).

Sur 17 étudiants ayant répondu à la question lors de l'entretien semi-directif, 12 ont répondu par l'affirmative de l'efficacité des travaux collaboratifs en équipe ou en groupe tout au long de leur formation en MASTEL/MASSICO. Un constat se dégage de l'exploitation des déclarations des interviewés, ce n'est pas dans tous les cours que les enseignants intègrent le travail collaboratif comme le souligne les étudiants ci-après :

> **Etudiant n°10tab26** « *Quelques UEs nous proposent des activités en groupe, toute fois il y a la majorité des rendus qui sont individuel* ».
>
> **Etudiant n°10tab26** « *Les groupes ont été constitués dans certains modules de cours ou des UE, mais ils n'ont pas véritablement fonctionné à mon avis parce que les membres du même groupe n'ont pas forcément les mêmes motivations pour l'UE en question* ».

Ces constats sont conformes aux résultats obtenus de l'enquête par questionnaire ou les fréquences d'usage des travaux en petits groupes variaient d'un cours à l'autre avec une plus forte pratique du travail collaboratif sur la plateforme MASSICO. La plateforme MASTEL n'ayant pas intégré dans son design les ateliers en équipe pour les travaux collaboratifs. Un autre étudiant d'affirmer :

> **Etudiant n°8tab26** *« […], il n'y a vraiment pas d'espace collaboratif sur la plateforme MASTEL »*

Il ressort de la perception des étudiants que les travaux collaboratifs ont permis de développer des compétences, comme le témoigne ces autres étudiants :

> **Etudiant n°15tab26** *« Les projets ont été traités pour la plupart en groupe pour permettre aux uns et aux autres d'associer les compétences afin de solutionner des problèmes »*
>
> **Etudiant n°1tab26** *« Elles ont été d'une efficacité hors pair dû aux échanges qui se créent ce qui nous permet de nous améliorer »*

Pour d'autres étudiants, il est difficile d'apprécier l'efficacité de ce travail collaboratif faute de feedback de la part des tuteurs, comme ils le soulignent ici :

> **Etudiant n°15tab26** *« Oui […], dommage que nous n'ayons pas toujours eu l'appréciation des enseignants ».*
>
> **Etudiant n°11tab26** *« Non, […], de plus les encadreurs ont rarement pris la peine de relancer les apprenants dans les cas très rares ou ceux-ci travaillaient en groupe»*
>
> **Etudiant n°3tab26** *« […], de plus, l'absence de retour sur les activités menées n'est pas de nature à édifier les apprenants sur la qualité de travail commun».*

Pour mieux comprendre la disparité entre les fréquences d'usage intra cours dans un même dispositif et inter cours entre les deux dispositifs, nous nous sommes posés la question suivante : Quelle différence entre l'exploitation des outils numériques d'ordre transmissifs ou de consultation, incitatifs et/ou interactifs entre les cours du dispositif MASTEL et ceux du dispositif MASSICO ?

Nous avons fait recourt au test paramétrique d'ANOVA pour répondre à cette question statistique. Le tableau 6.27 (§ Annexe 1 : Tableau 6.27) récapitule les effectifs observés des différents usages des outils numériques liés aux échanges d'ordre transmissifs, incitatifs et interactifs des acteurs des dispositifs MASTEL & MASSICO pour les quatre cours analysés. Les quatre cours avec les différentes fréquences liées à la variable assiduité et les différents indicateurs retenus pour comparer les dispositifs MASTEL & MASSICO y sont illustrés dans ce même tableau.

Le F-value est 4.30215. Le P-value est 0,00982. Le résultat est significatif à $p < 0,05$. Ce résultat permet de dire qu'il y a une différence significative entre les usages des outils numériques liés aux échanges d'ordre transmissifs, incitatifs et interactifs des acteurs des dispositifs MASTEL

& MASSICO. Ce résultat à notre sens s'explique par le fait que le dispositif MASSICO est récent comparé au dispositif MASTEL qui est plus ancien. En effet, les équipes de conception des deux dispositifs sont tous issus à près de 95% de la même équipe pédagogique. De ce fait, le dispositif MASSICO est en lui-même une copie améliorée du dispositif MASTEL puisque sur le plan techno pédagogique, on assiste à une scénarisation des cours accentuée par des usages plus prononcés des outils numériques interne et externe à Moodle.

6.2.2. Impact des ressources des cours sur le niveau de satisfaction des apprenants en contexte de formation en sciences des ingénieurs

Nous voulons dans cette section recueillir les perceptions des apprenants sur les effets des ressources pédagogiques et particulièrement des supports de cours sur la qualité de leur apprentissage.

6.2.2.1. Préférences des apprenants en rapport aux supports de cours contribuant mieux à l'amélioration de la qualité de leur apprentissage

Nous avons dans l'enquête par questionnaire demandé aux étudiants MASTEL & MASSICO d'indiquer et en un seul choix le cours qui selon eux avait les activités et les contenus leur ayant donné le plus de satisfaction dans le développement et la transformation efficiente des savoirs en savoir-faire.

Le tableau 6.28 (§ Annexe1 : Tableau 6.28) récapitule les perceptions des apprenants sur l'impact de chaque cours du dispositif MASSICO sur leur satisfaction en termes de développement de leurs compétences professionnelles.

L'exploitation du tableau 6.28 permet d'observer que ; 10 étudiants sur 46 soit 22% des apprenants interrogés ont la perception que chacun des cours "Réseaux IPv4/IPv6, routage & commutation (RRC 525)", "Signature électronique (SEL 523)" leur ont permis chacun de contribuer efficacement à la transformation efficiente des savoirs en savoir-faire et donc de développer des compétences professionnelles. Outre ces deux cours qui émergent sur l'ensemble des 22 cours que compte le dispositif MASSICO, nous avons un deuxième groupe de cours où les étudiants ont soit rempli en indiquant "RAS" ou ont laissé le champ réservé vide. Nous dénombrons 11 réponses dans cette catégorie ce qui représente 24% des répondants à la question. Les autres cours ont eu des scores assez mitigés, donc zéro (0), un (01), deux (02), trois (03) ou quatre (04) choix sur les 46 répondants s'étant prêté à l'étude.

Le commentaire que nous pouvons faire au regard des différents scores est qu'on ne saurait en première analyse affirmer ou infirmer que tel ou tel autre cours ayant reçu tel ou tel autre nombre de choix des apprenants a plus ou moins d'impact sur le niveau de satisfaction en termes

de développement des compétences professionnelles des apprenants. Cependant les scores obtenus ici nous ont permis dans notre recherche de cibler les cours sur lesquels pouvaient s'appesantir notre approfondissement au niveau de l'évaluation voir aussi de la comparaison des cours intra ou inter dispositifs MASTEL & MASSICO sans qu'on ne soit amener à dire que ce sont les "meilleurs ou mauvais" cours des dispositifs étudiés dans la présente recherche.

Le résultat découlant de la même question et orienté sur le dispositif MASTEL est présenté dans le tableau 6.29 (§ Annexe1 : Tableau 6.29) ou les perceptions des apprenants MASTEL sur l'impact de chaque cours sur le développement de leurs compétences professionnelles sont récapitulées.

Sur 64 répondants à la question, 22 soit 34% ont porté leur choix sur le cours " Radiocommunication mobile système et concept (MOB 206)", 18 soit 28% ont choisi le cours " Antennes et propagation (ANT 209)", 8 soit 13% n'ont pas répondu ou ont indiqué "RAS", 4 soit 6,25% pour chacun des cours " Réseaux intelligents (REI 225)" et " Comptabilité et gestion financière et comptable (GCF)", 3 soit 5% pour le cours "Système d'information et de gestion (SIG 229)" et pour le reste des cours, on peut dénombrer un nombre de choix de 1 ou 0 fois par les apprenants soit respectivement 2% et 0%.

Nous remarquons également ici que deux cours émergent dans le dispositif MASTEL, ce sont les cours "Radiocommunication mobile système et concept (MOB 206)" et "Antennes et propagation (ANT 209)" dont les plus grands scores ont été dénombrés de la part des apprenants. C'est également au regard de ces scores que nous avons choisi ces deux cours comme base d'analyse aussi bien pour l'évaluation du dispositif MASTEL ou la comparaison entre les deux dispositifs MASTEL & MASSICO.

Au regard de ce qui précède, nous nous interrogeons sur les mobiles qui pourraient amener les étudiants à porter leurs choix sur les cours susmentionnés. En d'autres termes, nous voulons savoir si les choix portés par les apprenants sont-ils liés au discours de l'enseignant pendant le tutorat ou alors influencé par la nature des activités d'apprentissage ou encore même de la qualité des supports de cours ?

Une tentative de réponse a consisté dans cette recherche à l'analyse de traces laissées par les acteurs lors de la phase des échanges synchrones sur les plateformes MASTEL & MASSICO respectives.

6.2.2.2. Effet des traces d'interaction liées aux échanges interactifs sur la participation des apprenants au cours

Pour analyser les contenus des traces d'interaction des apprenants sur la plateforme, nous avons sur la base des informations recueillies des salons de discussion des cours sélectionnés, catégorisé les messages comme indiqué plus haut (§ paragraphe 4.4.3). Le déroulement d'un cours se faisant sur 6 périodes de 2 heures chacune, chaque ligne de notre tableau représente donc une séance de tutorat et la durée d'interaction faute d'avoir des logs de connexion indiquant le temps de login de chaque acteur au cours d'une séance de tutorat, nous avons considéré le temps global entre la dernière et la première interaction des acteurs lors d'une rencontre synchrone. Le tutorat du cours concerné, est celui suivi par les apprenants de la promotion 2016-2017.

Pour réduire les disparités entre les salons de discussion analysés, nous avons retenu comme historique d'échange interactif que les tutorats programmés par la coordination. Ainsi, les historiques entre les étudiants se retrouvant sur la plateforme et échangeant aux heures non réglementaires ne sont pas pris en compte. Il apparait pour cela uniquement l'analyse des 6 périodes ou programmations prévue pour chaque cours.

Pour ce qui est des messages ayant un sens (MAS), nous retenons dans cette catégorie uniquement les messages en lien direct avec l'objet d'étude et les faux messages (FM), les messages émanant des erreurs de frappes, des envois multiples d'un même message et les entrées et sorties des apprenants lors d'une session de tutorat. Les contenus de messages ayant un sens seront analysés dans l'axe 3 de cette étude.

Le tableau 6.30 (§ Annexe1 Tableau 6.30) montre la répartition des fréquences d'échanges interactives par fil des salons de discussion du cours "Radiocommunication Mobiles et concepts" du dispositif MASTEL.

L'analyse du tableau 6.30 montre que globalement sur 20 étudiants inscrits en MASTEL au compte de l'année académique 2016-2017, nous décomptons 16 présences maximum y compris le tuteur lors des 6 périodes programmées de tutorat du cours radiocommunication mobiles. C'est donc dire que sur les 20 initialement inscrits, 5 n'ont pas pris part active au tutorat de ce cours. La durée d'intervention est ici supérieure aux 2 heures requise pour le tutorat. Le dépassement observé ici est lié au fait que le tutorat de ce cours se faisait en la dernière période de la journée allant de 18h00-20h00 (GMT). Et donc, tout dépassement de temps n'affectait du tout pas sur la programmation d'un autre cours. Le nombre moyen de message par période du

cours radiocommunication mobile est de l'ordre de 245 messages. Dans ces 245 messages, nous avons en moyenne 156 MAS et 89 FM. Le nombre de FM élevé ici, peut s'expliquer par la difficulté qu'on les étudiants à disposer d'une connexion internet stable.

Le tableau 6.31 (§ Annexe1 : Tableau 6.31) montre la répartition des fréquences d'échanges interactives par fil des salons de discussion du cours "Antennes et Propagation" du dispositif MASTEL.

Sur ce deuxième cours dénommer "Antenne et Propagation", nous avons un maximum de 11 présences actives y compris le tuteur sur les 20 étudiants inscrits. Ce qui représente un taux d'absentéisme de l'ordre de 50%. Nous avons cherché à comprendre le pourquoi de ce fort taux d'absentéisme pour un cours réputé fondamental en télécommunications. Il ressort de l'entretien semi-dirigé que la plage horaire allouée à ce cours et allant de 16h00-18h00 (GMT) coïncide avec l'heure de retour à domicile de la plupart des étudiants dont la majeure partie d'entre eux sont des travailleurs. Plusieurs veulent rentrer suivre le tutorat à domicile et chemin faisant, le trafic étant dense, fait qu'ils arrivent le plus souvent quand le tutorat est achevé. Il ressort également de ce tableau que le nombre moyen de messages échangés durant chaque période de tutorat de cours est d'environ 192 messages. Sur ces 192 messages, nous avons aussi en moyenne 135 MAS pour 57 FM. En comparant les résultats des tableaux 6.30 et 6.31 (§ Annexe1 Tableaux 6.30 et 6.31), nous constatons que le nombre moyen de FM est faible sur le cours antenne et propagation que sur le cours radiocommunications mobile. Une explication plausible serait que plusieurs personnes étant sur la voix de retour dans les domiciles, la bande passante est moins sollicitée par les utilisateurs d'internet rendant de ce fait une connectivité plus stable pour ceux qui sont connectés. Le taux de présence active est en moyenne de 77% en accord avec le nombre moyen de messages échangés par les acteurs du dispositif.

Le tableau 6.32 (§ Annexe1 Tableau 6.32) montre la répartition des fréquences d'échanges interactives par fil des salons de discussion du cours signature électronique du dispositif MASSICO.

L'analyse des résultats consignés dans le tableau 6.32 montre que sur 18 inscrits en MASSICO de la promotion 2016-2017, un maximum de 12 présences actives dans le groupe y compris le tuteur lors des plages horaires programmées pour les tutorats du cours "signature électronique". En moyenne, la durée d'interaction est d'environ 2h10min pour un nombre de messages moyen de 167 messages avec 141 MAS et 26 FM. Nous observons que le nombre réduit de faux messages atteste également de la stabilité du réseau internet à la plage horaire 4h00-6h00

(GMT). Qui peut trouver pour explication dans le fait qu'à cette tranche horaire, plusieurs personnes s'apprêtent pour aller au travail et se faisant une faible sollicitation de la bande passante. Les personnes qui sont connectées bénéficient d'une meilleure fluidité de la bande passante, d'où un faible taux d'entrée sortie des acteurs de la formation.

Le tableau 6.33 (§ Annexe : 1 Tableau 6.33) montre la répartition des fréquences d'échanges interactives par fil des salons de discussion du cours Réseaux IPv4/IPv6 routage et commutation du dispositif MASSICO.

Les résultats du tableau 6.33 montrent qu'un maximum de 15 sur 18 étudiants inscrits ont participé de manière active au cours « Réseaux IPv4/IPv6, Routage & Commutation ». La durée d'interaction moyenne ici de 1h24min au lieu de 2 heures comme prévu par la coordination. Nous avons observé au niveau de la plateforme que pour ce cours, le tuteur ne respectait pas toujours le planning prévu et procédait par les réaménagements à des jours et horaires arrêtés de commun accord avec les étudiants. Nous n'avons pris en compte que les tutorats dont les horaires coïncidaient avec la programmation du coordonnateur des programmes. Nous relevons en moyenne un nombre de messages 149 donc 105 MAS et 43 FM. Le nombre de participants actifs maximum de 16 obtenus dans ce cours peut justifier cet aspect de négociation entre apprenants et tuteur de ce cours.

6.2.2.3. Effet des contenus des MAS sur le développement des compétences professionnelles des apprenants

Nous nous intéressons aux contenus des messages « MAS » en lien avec chacun des cours des deux dispositifs MASTEL & MASSICO retenus pour la présente étude. Pour cela, nous avons procédé en une analyse catégorielle des messages.

6.2.2.3.1. Analyse catégorielle des messages « MAS » du chat du cours radiocommunication mobile

La distribution des messages ayant un sens liée au cours radiocommunications mobile et concepts est donnée dans le tableau 6.34 (§ Annexe1 : Tableau 6.34). Ce tableau donne la distribution des Messages Ayant un Sens (MAS) et de Faux Messages (FM) en fonction des codes types salons de discussion du cours radiocommunications mobile du dispositif MASTEL.

Les messages « MAS » repérés dans le tableau 6.32 (§ Annexe1 : Tableau 6.32) comme messages ayant un sens en lien direct avec l'objet d'apprentissage interactif autour d'un salon de discussions « Chat » synchrone lors des différentes séances de tutorat du cours.

Le tableau 6.33 (§ Annexe1 : Tableau 6.33) présente la distribution de fréquences en fonction de trois catégories (cognitif/métacognitif, gestion technique et logicielle, socioaffective)

identifiées en utilisant notre grille de collecte des données ainsi que les indicateurs de codage des dimensions référentielle et relationnelle au regard de notre méthodologie.

Au regard des distributions fréquentielles observables dans le tableau 6.34, nous observons que les catégories des messages « MAS » (cognitif/métacognitif, gestion technique et logicielle, socioaffective) de la participation des apprenants est prépondérante. Le tableau 6.34 indique entre autre une forte occurrence d'échange autour de la dimension référentielle analysée ici via la catégorie cognitive/métacognitive recensées des interactions synchrones des apprenants au cours radiocommunication mobiles. Cette forte occurrence observée permet d'apprécier d'une part le développement des compétences professionnelles des apprenants à travers ici les indicateurs comme la fréquence des questions d'ordre réflexives, interrogatives voir même la force des arguments employés durant les échanges.

> **Trace_L13_MASTEL_Etud_05** : « *tu as une fonction f définie sur [0,N]x[0,M] et tu veux calculer F(x,y) = intégrale f(u,v)g(x,y) et u variant de 0 à N et v variant de 0 à M. ce que tu es en train de dire c'est que pour toi, on ne devrait pas avoir g(x,y) sous l'intégrante (sous le signe intégrale quoi!)*»

> **Trace_L15_MASTEL_Etud_03** « *Mathématiquement tu as raison mais n'oublie pas qu'ici on traite individuellement chaque pixel. Hors en sortant la fonction de l'intégration, tu globalises le traitement des pixels par conséquent tu obtiendras un mauvais résultat et donc une mauvaise image* »

> **Trace_L20_MASTEL_Etud_05** « *Et plus encore, ici l'hypothèse de dépendance est évidente puisqu'on a une fonction en f(u-x, v-y), mais même si c'était une fonction en f(u, v); il faut toujours se poser la question sur l'existence d'un lien entre (u, v) et (x, y) avant de sortir g(x, y)* »

> **Trace_L58_MASTEL_Etud_10** « *il y a plusieurs méthode de classification : la distance minimale, le maximum de vraisemblance etc. de quelle méthode s'agit-il ?* »

6.2.2.3.2. Analyse catégorielle des messages « MAS » du chat du cours antennes et propagation

Le tableau 6.35 (§ Annexe1 : Tableau 6.35) renseigne sur la distribution des messages ayant un sens et de faux messages en fonction des codes types issus des salons de discussion du cours "Antennes et propagation" du dispositif MASTEL.

L'analyse catégorielle des contenus des messages « MAS » est donnée dans le tableau 6.36 (§ Annexe1 : Tableau 6.36) ou est présenté la distribution des fréquences des messages ayant un

sens « MAS » par catégorie et par code type de salon de discussion du cours « Antennes et propagation » du dispositif MASTEL.

Pareil comme au cours précédent (radiocommunication mobile), il se dégage qu'y a une forte prédominance des catégories des messages « MAS » découlant de l'analyse des verbatim issus la participation des apprenants au cours « Antennes et propagation » du dispositif MASTEL. Ce résultat indique donc également que la dimension référentielle à travers la catégorie cognitive/métacognitive est prépondérante.

6.2.2.3.3. Analyse catégorielle des messages « MAS » du chat du cours « Réseaux IPv4/IPv6 routage et commutation»

Le tableau 6.37 (§ Annexe1: Tableau 6.37) renseigne sur la distribution des messages « MAS » et « FM » obtenue à base de l'analyse des contenus des traces d'échanges synchrones entre les acteurs du dispositif MASSICO autour du cours « Réseaux IPv4/IPv6 routage et commutation ».

L'analyse approfondie des messages « MAS » par catégorie ou type de message nous a permis d'obtenir le tableau 6.38 (§ Annexe1 : Tableau 6.38). Ce tableau donne la distribution des fréquences des messages ayant un sens « MAS » par catégorie et par code type de salon de discussion du cours « Réseaux IPv4/IPv6 routage et commutation » du dispositif MASSICO.

Nous observons comme précédemment dans le dispositif MASTEL, la forte prépondérance des messages « MAS » au regard des fréquences de participation des apprenants au cours « Réseaux IPv4/IPv6 routage et commutation » du dispositif MASSICO.

6.2.2.3.4. Analyse catégorielle des messages « MAS » du chat du cours « signature électronique »

La distribution des messages « MAS » et « FM » relative au cours « Signature électronique » du dispositif MASSICO est illustrée au tableau 6.39 (§ Annexe1 : Tableau 6.39) ou est présenté la distribution des Messages Ayant un Sens (MAS) et de Faux Messages (FM) en fonction des codes types salons de discussion du cours « Signature électronique » du dispositif MASSICO.

Le tableau 6.40 (§ Annexe1 : Tableau 6.40) récapitule la distribution des fréquences des messages ayant un sens « MAS » par catégorie et par code type de salon de discussion du cours « Signature électronique » du dispositif MASSICO. Nous observons encore une forte prépondérance des catégories des messages « MAS » par rapport aux messages « FM » découlant des traces de participation des apprenants au cours « Signature électronique » récolté du dispositif MASSICO.

6.2.2.3.5. Synthèse analyse catégorielle des messages “MAS” et développement des compétences professionnelles des apprenants

Nous avons à travers la fréquence de participation de chaque apprenant et par cours vérifier si la performance académique des apprenants étaient étroitement liées aux catégories des messages « MAS » échangés en synchrones dans les différents salons de discussions de la plateforme de formation MASTEL.

La figure 6.3 présente le graphique à barres empilées ou nous présentons les variations des longueurs de segments en fonction des variables fréquence de participation et score/note de chaque apprenant des deux cours analysés du dispositif MASTEL. Cette figure découle du tableau 6.41 (§ Annexe1 : Tableau 6.41). Nous y avons récapitulé les fréquences de participation des apprenants leurs scores/notes par cours sur une échelle de 100. La dernière colonne du tableau indique le rang semestriel de chaque apprenant ayant servi de biais pour mieux analyser le sens de variation des indicateurs susmentionnés. Dans ce tableau, l’étudiant « Etu06 » est démissionnaire et n’a pris part à aucune séance de tutorat ni d’examen.

Le tableau permet globalement d’observer que les étudiants présentant une constante en termes de fréquence de participation aux cours ont des scores conséquents. Le rang semestriel à tous les cours vient conforter ce propos. Tout au moins on ne saurait généraliser dans cette étude au regard de l’étudiant « Etu16 » qui malgré la faible participation aux chats présente des résultats et un classement plutôt appréciable. Ce qui permet de nous questionner : pourquoi est-ce-que les étudiants possédant des meilleures performances en certains cours répondent aux abonnés absents lors des salons de discussions en formation à distance ?

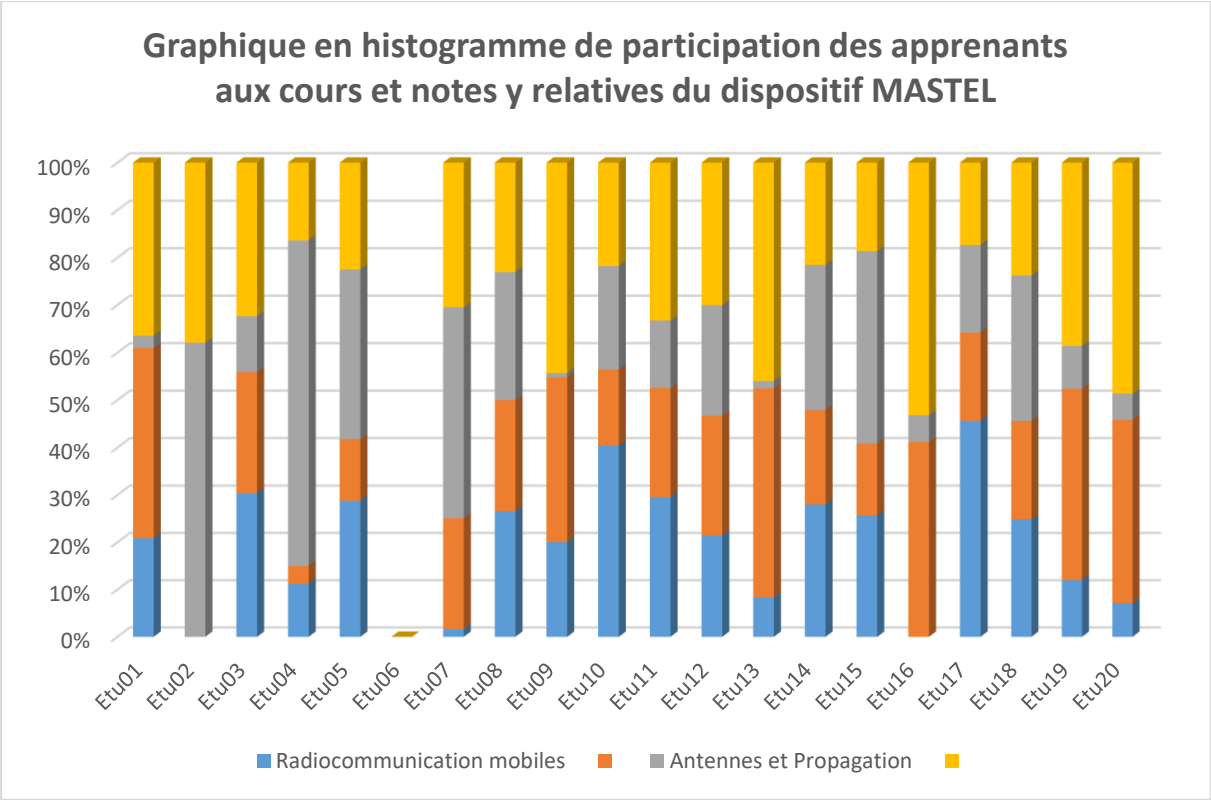

Figure 6.3: Variation de la fréquence de participation de chaque apprenant et performance académique des cours « Radiocommunication mobiles et concepts » et « Antennes et propagation » du dispositif MASTEL.

La figure 6.4 présente le graphique à barres empilées ou nous présentons les variations des longueurs de segments en fonction des variables fréquence de participation et score/note de chaque apprenant des deux cours analysés du dispositif MASSICO. Cette figure découle également du tableau 6.42 (§ Annexe1 : Tableau 6.42). Pareil comme à la figure précédente, la performance académique est presque bien liée à la participation des apprenants à quelques exceptions près.

Globalement, nous constatons à la lumière des figures 6.3 et 6.4 qu'aucune généralisation ne saurait être faite sur la fréquence de participation au cours et la performance académique de chaque apprenant.

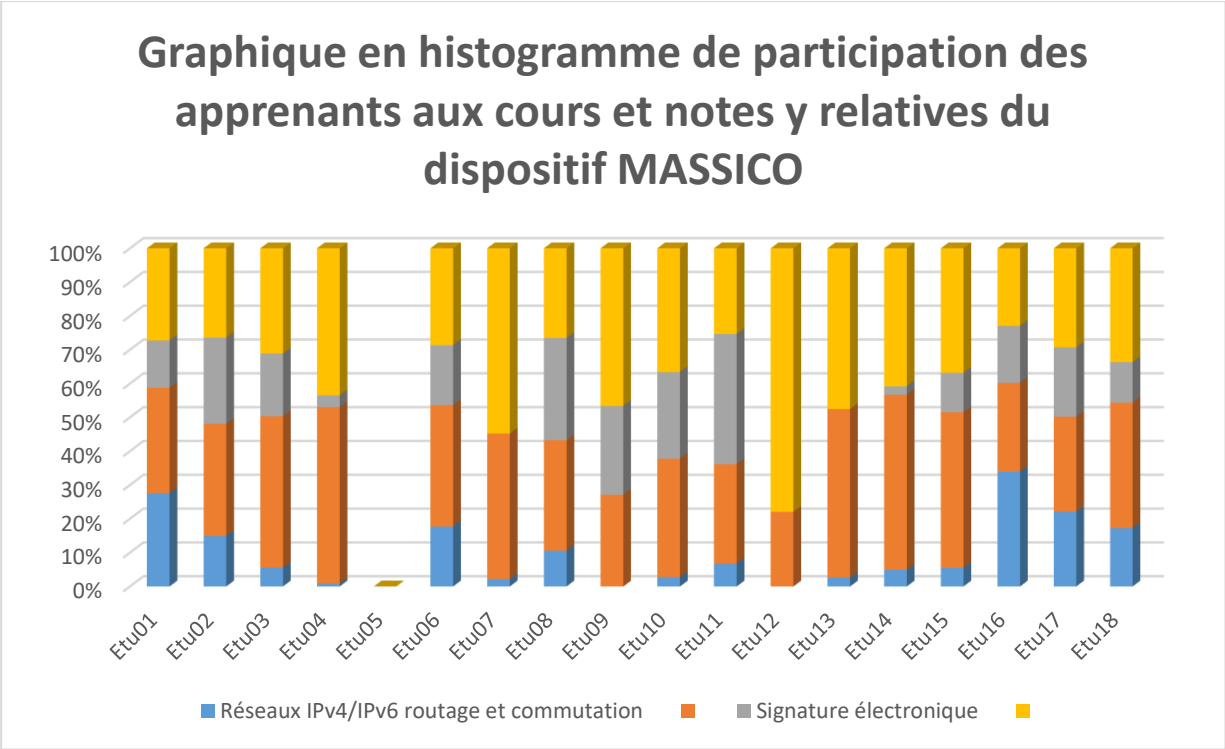

Figure 6. 4: Variation de la fréquence de participation de chaque apprenant et performance académique des cours « Réseaux IPv4/IPv6 routage et commutation» et « Signature électronique » du dispositif MASSICO.

6.3. Résultats de l'axe 3 : Etude d'impact des logiciels de simulation sur le développement des compétences professionnelles des apprenants en formation en ingénierie

6.3.1. Liste des logiciels utilisés par les étudiants courant leur formation à distance

Nous avons à travers une question ouverte demandé aux étudiants des deux dispositifs confondus MASTEL & MASSICO de nous lister l'ensemble des logiciels qu'ils ont eu à utiliser dans le cadre de leur formation à distance à l'ENSP.

La synthèse des réponses des étudiants est consignée dans le tableau 6.43 (§ Annexe 1 Tableau 6.43) ou nous indiquons également les fréquences de citation de chaque logiciel.

Nous observons dans l'ensemble que plusieurs gammes de logiciels sont utilisées par les apprenants courant leur formation en MASTEL et/ou en MASSICO. La fréquence des usages est arbitraire et facultative puisque c'est en fonction de chaque cours et des activités poursuivies par les apprenants. Du fait de l'arbitraire, nous avons également voulu savoir les mobiles qui amenaient les apprenants à faire recours aux logiciels cités.

6.3.2. Mobiles des choix des logiciels utilisés

Pour cela, nous leur avons posé la question : Sur quoi ont porté les choix de ces logiciels dans le cadre de votre cours (formation académique, entreprise, etc.)? Pour mieux circonscrire le cadre des réponses avec les objectifs de notre étude, quatre propositions leur ont été faites et la synthèse des réponses est conciliée dans le tableau 6.44 (§ Annexe1 Tableau 6.44).

Sur les 76 répondants à la question, il ressort que la plu part des logiciels sont imposés par les enseignants (70%). Ceci est conforme à l'analyse des fiches signalétiques de présentation des contenus des cours ainsi que des activités que donnent les concepteurs de contenus sur les plateformes MASTEL & MASSICO. Comme mentionné à la section (6.1.1.), la fiche signalétique de chaque cours contient une rubrique libellée « outils ou logiciels suggérés » ou chaque enseignant responsable de contenu suggère aux apprenants une liste d'outils ou logiciels appropriés pour son cours. Nous avons également une rubrique plus ouverte au niveau des activités sommatives plus connues sous les appellations « Activité Globale (AG) » en MASTEL et « Situation Problème (SP) » en MASSICO ou les apprenants sont appelés à résoudre un problème d'ordre plus général portant sur un projet professionnel. C'est ce qui justifie ici ce deuxième grand pourcentage de 45% qui est orienté sur la proposition 2 (« choix délibéré par les apprenants »). Entre autres raisons des choix des logiciels, est aussi fonction de leurs disponibilités (36%) ou en fonction leurs utilisabilités en entreprise (28%).

6.3.3. Catégorisation des logiciels utilisés par les étudiants

L'analyse de la liste des logiciels utilisés par les apprenants durant leur apprentissage, permet de leur classer en trois catégories :

- Logiciel de conception

Les usages découlant des catégories conceptuelles font appel aux logiciels de type tuteur intelligent ou hypermédia, les étudiants exploitent ces environnements pour la modélisation des processus via les architectures. Pour sa réalisation, l'étudiant a exploité les logiciels comme Visio (une composante du pack office), Windesign, AnsoftDesigner, etc., fournissant un environnement convivial d'exploitation et une base de données diversifiée d'outils couvrant plusieurs champs de spécialités.

- Logiciel de développement/implémentation

La catégorie implémentation fait appel aux logiciels de type micro-monde ou les apprenant à partir des algorithmes et des codes écrits en des langages spécifiques comme C, C++, Java,

Matlab, PHP, Xilinx, etc. fournissent des environnements pour la découverte de domaines abstraits.

- Logiciel de simulation

La catégorie d'usage liée à la simulation didactique fait appel aux logiciels de type simulation ou didacticiel de simulation des concepts. Ces environnements de simulation didactique fournissent aux apprenants des possibilités liées à la découverte des lois et des concepts du cours. Ce sont les logiciels de la gamme du didacticiel de radiocommunication mobile, optisystem, Packer Tracer, GNS3/2, Network simulator NA2, etc. Cette catégorie dispense l'apprenant de toutes connaissances en programmation tout en insistant sur des fonctions pédagogiques telles que présenter l'information, dispenser les exercices, véritablement enseigner et captiver l'attention et la motivation de l'étudiant.

6.3.4. Impact des logiciels en formation des sciences des ingénieurs

6.3.4.1. Impact sur le mode d'apprentissage des apprenants

Dans notre enquête, les apprenants étaient amenés à se prononcer sur l'impact qu'ont les logiciels sur leur apprentissage. Pour ce faire, dans le questionnaire les apprenants devaient nous dire si selon eux les logiciels en général modifient ou pas leur manière d'apprendre. Nous avons également prévu un champ ouvert ou chaque répondant qui répondait "oui" devrait apporter son argumentaire.

Le tableau 6.45 (§ Annexe1: Tableau 6.45) illustre la synthèse des résultats recueillis des apprenants toute formation confondue en MASTEL ou en MASSICO.

L'analyse de ce résultat permet d'observer que 74% des interviewés affirment qu'effectivement l'usage des logiciels modifient leur manière d'apprendre contre 18 qui pensent le contraire. En quoi précisément l'usage des logiciels modifient-ils la manière d'apprendre des apprenants ? Sur les 58 ayant répondu « oui », 47 ont apporté des arguments sur le pourquoi selon eux les logiciels modifient leur manière d'apprendre.

Le tableau 6.46 (§ Annexe1 : Tableau 6.46) récapitule des arguments avancés par les apprenants sur le fait que les logiciels modifient leur manière d'apprendre.

L'analyse des déclarations des apprenants fait ressortir que l'usage des logiciels dans l'apprentissage des sciences pour ingénieurs a des impacts sur leur manière d'apprendre. Le mot « pratique » apparait 20 fois des déclarations des apprenants, ce qui nous permet de présager que les logiciels ont un impact significatif sur la transformation des savoirs en savoir-

faire (§ Etudiant n°41Tab6.46). Ces discours permettent également de constater que les logiciels ont un impact significatif sur l'état métacognitif de l'apprenant en ce sens que grâce aux simulations il stimule les applications en entreprise en faisant des expérimentations sans avoir besoin des équipements réels. De même aussi, les logiciels permettent au développement de l'état cognitif de l'apprenant en ce sens qu'ils contribuent à leur aider à mieux assimiler les notions théoriques véhiculer par le cours.

6.3.4.2. Impact des logiciels sur la virtualisation des travaux pratiques

Nous venons de voir précédemment que l'usage des logiciels en formation des élèves en sciences des ingénieurs avait un impact sur le développement des aptitudes pratiques des apprenants à travers une stimulation des applications expérimentales dont ils n'avaient pas toujours besoin des équipements réels.

S'il est établi que l'usage des logiciels en formation en sciences pour ingénieurs a un impact significatif sur la manière d'apprendre des apprenants, alors qu'en pensent-ils sur l'éventualité d'une formation exclusivement à distance ou tous les travaux pratiques seront effectués à partir des logiciels ?

Le tableau 6.47 (§ Annexe1 : Tableau 6.47) donne le résultat des avis des apprenants interrogés dans le cadre de la présente recherche. Il s'agit d'une synthèse des avis des apprenants toutes formations EAD confondues à l'ENSP sur l'éventualité d'une formation ou tout se ferait qu'en mode à distance grâce aux logiciels.

L'analyse de ce résultat permet d'observer que sur les 78 répondants, 20 soit 26% n'y croient pas du tout d'une telle éventualité, 13 soit 17% pensent que non alors que 15 soit 15% croient à une telle faisabilité. 18 répondants ont expliqué le pourquoi de leur choix.

Le tableau 6.48 (§ Annexe 1 Tableau 6.48) récapitule les justificatifs avancés par les apprenants à la question précédemment posée.

Des 15 raisons avancés par les apprenants, la plu part d'entre eux si non tous sont d'accords que même si les logiciels peuvent être utilisés pour les travaux pratiques à distance, le regroupement présentiel pour les TP reste très important. Comme le déclare l'étudiant n°5 :

Etudiant n°5Tab6.48 : « *Il y a des aspects qui sont mieux explicités en présentiel*.»

L'observation participante des étudiants lors des séances des travaux pratiques viennent confirmer ses trois catégories d'usage. En effet, les entreprises en charge d'animer les travaux pratiques des étudiants MASTEL lors du regroupement en présentiel ont dans leur déroulé une

phase expérimentale ou sont faites la conception, l'implémentation et les tests par simulation ; une phase déploiement ou sont procédés les différentes installations matérielles suivi des essais grandeurs natures. Si la première phase est acquise pour les enseignements en formation à distance, la deuxième phase qui requiert une manipulation physique exige qu'elle soit faite en présentiel. Cette double phase des pratiques observées, viendraient-elles à compromettre les atouts des enseignements à distance en contexte de formation en ingénierie ? Ne vient-elle pas confirmer que l'usage des logiciels de simulation pour la virtualisation des TP ne dispense en aucun cas les activités présentielles très important pour la deuxième phase ?

L'animateur (TP-An3) de l'atelier 3 croit que l'usage des simulateurs comme outil d'enseignement et des travaux pratiques à distance (TéléTP) comme en présentiel est à encourager en contexte des pays d'Afrique subsaharienne.

> **TP-An3** « *[…],le problème qu'on a dans notre contexte, moi j'aime à dire aux gens, nous serions capables de fabriquer des équipements, mais il faut à la base pour le faire à une échelle prôneuse, il faut à la base un environnement que nous ne pouvons pas comme chercheur mettre en place, c'est un environnement propice, c'est un environnement complet, un environnement où il n'y a pas de poussière, ce sont les choses de ce genre si non on fabrique quelques prototypes qui marchent quelques temps et rapidement tombe en panne […]* »

Les entrevues collectives réalisées auprès de nos étudiants interviewés lors de notre recherche, nous ont permis de mieux comprendre les avis des étudiants MASTEL/MASSICO pour ce qui est de l'usage des logiciels de simulation en contexte de formation en ingénierie. Certains y voient aux logiciels de type « micro-monde » un environnement favorisant une parfaite exploration et représentation des concepts abordés en cours. L'étudiant (ENTEtu2) affirme que :

> **ENT-Etu2** « *A travers l'environnement MATLAB, nous pouvons à présent avoir une représentation des signaux qui sont ou peuvent être assez complexe pour une réflexion. Et il est aussi possible de gérer facilement les signaux aléatoires* ».

Si l'usage des logiciels de type « micro-monde » présente des atouts indéniables, il reste qu'il exige de la part de l'apprenant des connaissances en programmation. Ces manques de prérequis entrainent aussi bien du côté des apprenants que des enseignants un désaveu des logiciels de type « micro-monde » et une ruée vers les logiciels de type simulation didactique.

ENT-Etu5 « *Je ne m'y connais pas en programmation, je suis perdu dans les activités, la Didactique de Télécommunication sa passe encore puisque je n'ai qu'à apprendre à m'en servir* ».

6.3.4.3. Impact des logiciels sur la formation en sciences des ingénieurs en général

Afin de mieux apprécier cet impact sur la formation en générale, nous avons par une question ouverte adressez aux apprenant voulu prendre leur pool sur ce qu'ils pensaient sur l'usage des logiciels de simulation en formation en ingénierie. La simulation est, à notre avis, le creuset de formation en ingénierie qu'on soit à distance ou en présentielle. Concevoir c'est modéliser, le modèle étant la formalisation du monde réel et donc, les tests de fonctionnement du modèle sont des simulations.

Le résultat obtenu ici permet de constater que 64 étudiants au total ont répondu à cette question. L'analyse de leurs discours permet également de dégager plusieurs effets des logiciels de simulation sur la formation des ingénieurs :

- Les logiciels de simulation facilitent la formation

Grâce aux logiciels de simulation, la formation devient plus pratique et facilite la compréhension des notions théoriques abordées en cours par l'enseignant. Ceci est corroboré par ce discours d'un apprenant.

QETU48 : « *Il permet de simuler l'application pratique des cours théoriques obtenus*»

- Les logiciels de simulation aide à virtualiser les environnements numériques de travail en rapprochant l'apprenant du monde de l'entreprise

Les étudiants mentionnent que les logiciels de simulation leur permettent de créer des environnements virtuels de test des situations réelles. Comme le déclare les étudiants (QETU50, QETU54) :

QETU50 : « *C'est une bonne chose surtout que la formation doit se rapprocher le plus de ce qui est utiliser en entreprise et arrivé en entreprise il est plus facile pour nous de prendre la main sur les logiciels utilisés surtout quand ils ont des similitudes avec celle de simulations lors de notre formation.*»

QETU54 : « *La simulation est un meilleur moyen de préparer l'apprenant au monde professionnel. Il peut alors vite s'accommoder à un environnement de production réel*.»

L'analyse des deux discours et biens d'autres allant dans la même lancée, nous permet de conclure que l'usage des logiciels de simulation est un meilleur moyen en formation à distance de préparer l'apprenant au monde professionnel ou plu tard il pourra facilement s'accommoder à un environnement de production réel. Le logiciel de simulation a alors un impact direct sur la prévision des résultats en environnement de test et de prospection des résultats en environnement d'entreprise.

- Les logiciels de simulation permettent de gagner en temps d'apprentissage et de production

L'usage des logiciels de simulation en contexte d'apprentissage permet d'économiser en temps, grâce à l'analyse prospective des résultats de développer la compréhension du comportement du phénomène étudié. L'étudiant (QETU27) déclare :

> **QETU27 :** « *Le logiciel est un soutien certain à l'enseignement mais surtout à l'apprentissage. En ce qui concerne le didacticiel de radio communication mobile, il est à la fois la bibliothèque et le laboratoire de la formation MASTEL. La richesse du contenu, l'organisation des connaissances et le volume d'information simplifie significativement le travail de recherche et la compréhension des sujets.* »

L'analyse des discours en relation avec l'apprentissage permet de conclure que l'usage des logiciels de simulation en formation en ingénierie permet un soutien des apprentissages en fonction des besoins des apprenants. Outre le gain en temps, le logiciel favorise un gain d'expérience ce qui impacte sur la production de l'apprenant à son insertion dans le monde l'entreprise.

- Les logiciels de simulation permettent de réduire les coûts d'investissement en formation en ingénierie

L'usage des logiciels de simulation en contexte de formation en ingénierie prépare l'apprenant à des situations réelles beaucoup plus complexes et parfois très couteuses à déployer en grandeur nature. L'étudiant (QETU13) déclare :

> **QETU13 :** « *la simulation nous permet d'aller plus loin sans forcément le coût que nécessiterait une pratique grandeur nature.* »

Il ressort de ce discours que grâces aux logiciels de simulations, l'apprenant peut procéder aux différents essais avant d'envisager des tests grandeurs nature.

6.4. Résultats de l'axe 4 : Perceptions des apprenants sur l'efficacité des usages des logiciels de simulation pour l'apprentissage des sciences pour ingénieurs

Cet axe vise à éclairer notre lanterne sur la perception que les apprenants ont de l'efficacité des usages des logiciels de simulation en contexte de leur formation en MASTEL et/ou en MASSICO. Nous avons pour cela proposé dans notre questionnaire, une série de plusieurs items reposant sur une granularité d'échelle de Likert à quatre niveaux et à choix unique pour chaque participant à l'enquête.

Pour aborder cet axe, nous nous sommes focalisés sur la perception des apprenants vis-à-vis des usages desdits logiciels dans leur formation. Ceci a été conduit sous les angles de développement personnel, usages des logiciels et leurs efficacités comme support d'aide à l'apprentissage et enfin leur perception des logiciels comme des outils incitants/obstacles en formation MASTEL/MASSICO.

6.4.1. En matière de développement personnel

6.4.1.1. Sentiment d'efficacité personnel

Nous avons voulu savoir si l'efficacité personnelle des apprenants découlant de l'usage des logiciels avait une influence significative sur la perception qu'ils ont de leur formation en MASTEL/MASSICO ?

Le tableau 6.49 (§ Annexe1 Tableau 6.49) récapitule les fréquences observées des différents items en fonction du niveau de satisfaction des apprenants en relation avec le sentiment d'efficacité personnelle. Le résultat obtenu permet de dire que le sentiment de développement personnel n'a pas une influence significative sur la perception des apprenants au regard des usages des logiciels de simulation en formation MASTEL/MASSICO. En effet, au regard des occurrences globales de chaque item est soit de 67 ou de 68. Nous relevons ainsi une homogénéité entre tous les items retenus.

6.4.1.2. Sentiment d'aide à l'autodétermination

Nous avons aussi voulu savoir si le sentiment d'aide à l'autodétermination des apprenants de l'usage des logiciels avait une influence significative sur la perception qu'ils ont de leur formation en MASTEL/MASSICO ?

Le tableau 6.50 (§ Annexe1 Tableau 6.50) récapitule les fréquences observées des différents items en fonction du niveau de satisfaction des apprenants en relation avec le sentiment d'aide à l'autodétermination.

Le résultat du test de khi 2 donne pour un ddl=15, Qobs=4,886 et p-value=0,993. La table statistique de khi 2 indique que pour taux de signifiance de 5%, une valeur limite de khi2 égale à 25. Cette valeur limite étant supérieure à Qobs, nous permet de dire que le test khi2 n'est pas significatif au seuil choisi et par conséquence nous retenons l'hypothèse nulle (H0). L'analyse du résultat permet d'observer que le sentiment d'aide à l'autodétermination n'a pas une influence significative sur la perception des apprenants au regard des usages des logiciels de simulation en formation MASTEL/MASSICO.

6.4.1.3. Sentiment d'aide à la motivation

Nous avons voulu savoir si le sentiment d'aide à la motivation des apprenants de l'usage des logiciels avait une influence significative sur la perception qu'ils ont de leur formation en MASTEL/MASSICO ?

Le tableau 6.51 (§ Annexe1 Tableau 6.51) récapitule les fréquences observées des différents items en fonction du niveau de satisfaction des apprenants en relation avec le sentiment d'aide à la motivation.

Le résultat du test de khi 2 donne pour un ddl=15, Qobs=16,783 et p-value=0,332. La table statistique de khi 2 indique que pour un taux de signifiance de 5%, une valeur limite de khi2 égale à 25. Cette valeur limite étant supérieure à Qobs, nous relevons que le khi2 n'est pas significatif au seuil choisi et par conséquence nous retenons l'hypothèse nulle (H0). L'analyse du résultat permet d'observer que le sentiment d'aide à la motivation n'a pas une influence significative sur la perception des apprenants au regard des usages des logiciels de simulation en formation MASTEL/MASSICO.

6.4.2. En matière des usages des logiciels de simulation et leurs efficacités comme support d'apprentissage

Nous avons voulu identifier quels usages les logiciels de simulation en contexte de formation en ingénierie constituent-ils des outils efficaces comme support d'apprentissage ?

Le tableau 6.52 (§ Annexe1 : Tableau 6.52) récapitule les fréquences observées des différents items au regard des usages des logiciels de simulation et leurs efficacités comme support d'apprentissage.

Le tableau des effectifs théoriques attendus affiche des valeurs inférieures à 5 donc les conditions de l'application du test de khi 2 ne sont pas remplies. Nous avons dans ce cas réorganisé les données sous la forme du tableau 6.53. Ce tableau illustre la synthèse des

réponses et par item au regard des usages des logiciels de simulation et leurs efficacités comme support d'apprentissage.

L'analyse du tableau 6.53 permet de constater que les valeurs moyennes sont toutes voisines de 3 pour un nombre moyen de répondant de 65 par item.

Par ailleurs l'analyse du résultat du tableau 6.52 permet d'observer que les répondants à la question sont à 75% d'accord que l'usage des logiciels de simulation en contexte de formation en ingénierie est efficace comme support d'aide à l'apprentissage.

Dans le cadre de notre entretien semi-directif, nous avons posé la question suivante aux participants de notre enquête : Quel est votre jugement de l'usage technologique (TIC : logiciels, didacticiel ; Internet, etc.) et leur efficacité dans le développement des compétences et l'atteinte des objectifs de votre formation ? Les réponses des apprenants en cette question sont consignées dans le tableau 6.54 (§ Annexe1 Tableau 6.54). Ce tableau récapitule la perception des apprenants des usages des logiciels et leur efficacité comme support d'apprentissage.

L'analyse du discours des apprenants permet de soulever les observations suivantes :

Les logiciels sont bien des outils d'aide à l'apprentissage et favorisent le développement des compétences professionnelles par leurs différents usages. A titre d'illustration l'étudiant n°13 déclare :

> **ENT-Tab_6.54-ETU13** : « *L'utilisation des logiciels technologique en général en formation d'ingénierie aide beaucoup dans l'apprentissage […]*. »

D'autres y trouvent aux logiciels des outils efficaces dont l'intérêt n'est plus à démontrer pour la formation en ingénierie en contexte de formation à distance. A titre d'illustration, nous avons les déclarations des étudiants n°3 et 10:

> **ENT-Tab_6.54-ETU03** : « *L'efficacité de tous ces outils n'est plus à démontrer. Une formation à distance ne peut se faire dans de bonnes conditions sans les TIC.*»

> **ENT-Tab_6.54-ETU10** : « *Sur une échelle de 1 à 5, l'usage des technologies occupe pour moi le niveau 5 et sont d'une très grande efficacité dans mon développement des compétences*»

Le constat global est donc que les différents usages des logiciels sont d'une efficacité certaine en formation des ingénieurs. Cependant, en contexte de formation à distance et afin de faire de leurs usages des outils complets d'aide à l'apprentissage, des mécanismes de suivis en ligne

et/ou en présentiel devraient être prise en compte dans la formation des apprenants. C'est ce qui ressort de la proposition de l'étudiant n°2 :

> **ENT-Tab_6.54-ETU02** : « *Les logiciels professionnels viennent aujourd'hui facilités la tâche aux ingénieurs. Il serait donc important que les logiciels, didacticiels et ressources Internet soient présentés, expliqués et mis à la disposition des étudiants par chaque enseignant lors des présentiels.*»

6.4.3. En matière de perception des logiciels comme des outils incitants/obstacles pour l'enseignement

6.4.3.1. Logiciels comme outils incitants positivement l'enseignement

Que perçoivent les apprenants de l'usage des logiciels sur la manière d'enseigner en contexte de formation en ingénierie ? Les logiciels de simulation ont-ils des influences d'ordres incitatifs sur la manière d'enseigner ? En d'autres termes, nous cherchions le pressenti des apprenants sur l'usage des logiciels en enseignement.

Le tableau 6.55 (§ Annexe1 Tableau 6.55) récapitule les fréquences observées des différents items au regard de la perception des apprenants sur les effets incitatifs de l'usage des logiciels sur la manière d'enseigner.

Du tableau 6.55, nous constatons que nos interviewés ont coché 94 fois (27%) l'option « plutôt en accord » et 198 fois (56%) l'option « totalement en accord ». Ce qui globalement donne un pourcentage de 82% de satisfecit de la part des apprenants participant à l'enquête. Ces résultats permettent de conclure comme quoi l'usage des logiciels en formation en ingénierie a des effets incitatifs sur la manière d'enseigner. Ainsi, les logiciels ont une influence significative sur la manière d'enseigner les sciences de l'ingénieur.

6.4.3.2. Logiciels comme obstacles pour l'enseignement

Le tableau 6.56 (§ Annexe1 Tableau 6.56) présente la perception des apprenants de l'usage des logiciels comme obstacle sur la manière d'enseigner.

L'analyse du tableau permet d'observer qu'il y a une homogénéisation des valeurs au niveau de chaque item. Cette homogénéisation prête à confusion les éléments de décision sur les effets des logiciels sur la manière d'enseigner au regard des différents items retenus ici. Ainsi, au regard des fréquences recensées, les apprenants ont à 31% déclarés être plutôt en accord et à 33% en total accord de la perception des logiciels comme frein à l'enseignement.

Le résultat peut paraître au premier plan être en contradiction avec le précédent qui était axé sur les éléments d'ordre incitatif provoqué de l'usage des logiciels de simulation en formation

en ingénierie. En fait, il n'en est rien vu que les indicateurs retenus dans les deux cas ont été choisis en fonction des avantages d'une part et des inconvénients d'autre part des usages des logiciels en enseignement dans le contexte de formation des sciences pour ingénieurs.

En définitive, il apparaît qu'en fonction des sens donnés aux indicateurs d'appréciation de la perception des apprenants sur les usages des logiciels de simulation en enseignement des sciences pour ingénieurs, ceux-ci peuvent suivant les indicateurs joués des rôles d'ordre incitatifs ou comme des obstacles à la manière d'enseigner.

6.5. Résultats de l'axe 5 : Les usages des logiciels en contexte d'enseignement des télécommunications dans les dispositifs hybrides

Dans cette section, nous présentons les études de cas qui nous ont permis d'observer, d'analyser et de mieux comprendre comment se comportent les étudiants lors d'une phase des travaux pratiques en télécommunications d'une part, et d'explorer sur la base des traces et des rendus des activités sur la plateforme de formation MASTEL/MASSICO, les apports de l'usage des logiciels de simulation pour l'apprentissage des télécommunications d'autre part. A travers cet axe, nous voulons et de manière spécifique identifier les usages que font des étudiants des logiciels à travers leurs différents rendus ainsi que l'observation in situ des étudiants en activité.

6.5.1. Niveau d'appréciation de l'usage des logiciels comme outil d'enseignement des télécommunications par les étudiants

Les étudiants ayant participé à l'enquête devraient donner leur appréciation de l'usage des logiciels proposés par les enseignants au niveau de leur en enseignement en général. Le tableau 6.57 (§ Annexe1 : Tableau 6.57) récapitule les fréquences des appréciations des étudiants sur une échelle de 1 à 5 allant de « Très satisfaisant » à « Nul ».

Nous observons à partir des résultats de ce tableau 6.57 (§ Annexe1 : Tableau 6.57) que 73 étudiants ont répondu à la question. Sur les 73 soit 30% jugent très satisfaisant et 43 soit 59% jugent de satisfaisant les propositions des logiciels par les enseignants en relation avec les objectifs pédagogiques visés par le cours. Ainsi, globalement 65 soit 89% sont satisfaits des propositions des logiciels faites par les enseignants. Nous observons aussi qu'il y a 6 étudiants au total qui jugent non satisfaisant les propositions faites par les enseignants. Qu'est-ce-qui pourrait être à l'origine du non satisfecit par ce groupe d'étudiant ? Pour essayer de répondre à cette question, nous sommes remontés dans la rubrique « Autres » afin d'explorer les explications avancées par les étudiants. Sur les deux étudiants ayant répondu à cette rubrique, un seul a donné une explication que voici : « *pas facile on aurait mieux souhaité des*

démonstrations ». De cette déclaration, il ressort que le pressenti de l'apprenant n'est pas lié aux objectifs pédagogiques mais plutôt à l'accompagnement qu'il attendait de l'enseignant une fois que ce dernier lui aurait proposé le logiciel.

6.5.2. Facteurs liés à l'utilisation des logiciels d'enseignement des télécommunications

Dans cette section, nous avons voulu comprendre les facteurs d'origine intrinsèque et extrinsèque qui poussent les différents acteurs dans le secteur des télécommunications à l'utilisation des logiciels et particulièrement en milieu d'enseignement. Pour ce faire, nous avons fait recours aux variables dépendantes facteur transmissif, incitatif, interactif et didactique pour analyser la variable indépendante pertinence de l'usage des logiciels en enseignement des télécommunications.

6.5.2.1. Facteur transmissif

Nous voulons savoir si les facteurs d'ordre transmissif exerçaient une influence significative sur la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications ?

Le tableau 6.58 (§ Annexe 1 : Tableau 6.58) récapitule les fréquences des appréciations des étudiants MASTEL/MASSICO sur la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications au regard des facteurs d'ordre transmissif.

En fonction des tables du $\chi 2$ pour ddl=12, la valeur critique $\chi 2$ pour p=0,05 est égale à 21,03. Notre Qobs=10,056 pour p-value=0,611. Comme notre valeur ne dépasse pas la valeur critique, alors nous retenons l'hypothèse nulle stipulant que les variables sont dépendantes l'une de l'autre. L'analyse de ce résultat permet donc de conclure qu'il y a une influence significative entre la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications comparé aux facteurs d'ordre transmissif desdits outils de simulation.

6.5.2.2. Facteur incitatif

Nous voulons savoir **si** les facteurs d'ordre incitatif exerçaient une influence significative sur la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications ?

Le tableau 6.59 (§ Annexe1 Tableau 6.59) récapitule les fréquences des appréciations des étudiants MASTEL/MASSICO sur la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications au regard des facteurs d'ordre incitatif.

En fonction des tables du $\chi 2$ pour ddl=12, la valeur critique $\chi 2$ pour p=0,05 est égale à 21,03. Notre Qobs=5,152 pour p-value=0,953. Comme notre valeur ne dépasse pas la valeur critique, alors nous retenons l'hypothèse nulle stipulant que les variables sont dépendantes l'une de

l'autre. L'analyse de ce résultat permet donc de conclure qu'il y a une influence significative entre la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications comparé aux facteurs d'ordre incitatif desdits outils de simulation.

6.5.2.3. Facteur interactif

Nous voulons savoir si les facteurs d'ordre interactif exerçaient une influence significative sur la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications ?

Le tableau 6.60 (§ Annexe1 Tableau 6.60) récapitule les fréquences des appréciations des étudiants MASTEL/MASSICO sur la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications au regard des facteurs d'ordre interactif.

En fonction des tables du $\chi 2$ pour ddl=15, la valeur critique $\chi 2$ pour p=0,05 est égale à 25. Notre Qobs=12,726 pour p-value=0,953. Comme notre valeur ne dépasse pas la valeur critique, alors nous retenons l'hypothèse nulle stipulant que les variables sont dépendantes l'une de l'autre. L'analyse de ce résultat permet donc de conclure qu'il y a une influence significative entre la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications comparé aux facteurs d'ordre interactif desdits outils de simulation.

6.5.2.4. Facteur didactique

Nous avons voulu également savoir si les facteurs d'ordre didactique exerçaient une influence significative sur la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications ?

Le tableau 6.61 (§ Annexe1 Tableau 6.61) récapitule les fréquences des appréciations des étudiants MASTEL/MASSICO sur la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications au regard des facteurs d'ordre didactique.

En fonction des tables du $\chi 2$ pour ddl=12, la valeur critique $\chi 2$ pour p=0,05 est égale à 21,03. Notre Qobs=5,542 pour p-value=0,937. Comme notre valeur ne dépasse pas la valeur critique, alors nous retenons l'hypothèse nulle stipulant que les variables sont dépendantes l'une de l'autre. L'analyse de ce résultat permet donc de conclure qu'il y a une influence significative entre la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications comparé aux facteurs d'ordre didactique desdits outils de simulation.

6.5.3. Usages et catégories des logiciels mobilisés en enseignement des télécommunications

Les traces d'opérations incitatives (ou activités individuelles) médiatisées et interactives (ou activités collaboratives) avec les activités de création d'objet collaboratif et de dépôt de contenu

interactionnel sur l'environnement de la plateforme nous permettent de catégoriser les différents usages des logiciels par les apprenants. Nous distinguons trois grandes catégories liées aux activités de design ou de conception, d'implémentation et de simulation didactique.

6.5.3.1. Les usages découlant de la catégorie conceptuelle

Les usages découlant des catégories conceptuelles font appel aux logiciels de type tuteur intelligent ou hypermédia, les étudiants exploitent ces environnements pour la modélisation des processus. La figure 6.4 présente un organigramme des séquences d'une application en conception visant à évaluer les paramètres permettant de quantifier l'état du signal en propagation ou d'optimiser les valeurs pour les critères de qualité définie. Pour sa réalisation, l'étudiant a exploité le logiciel Visio fournissant un environnement convivial d'exploitation et une base de données diversifiée d'outils couvrant plusieurs champs de spécialités.

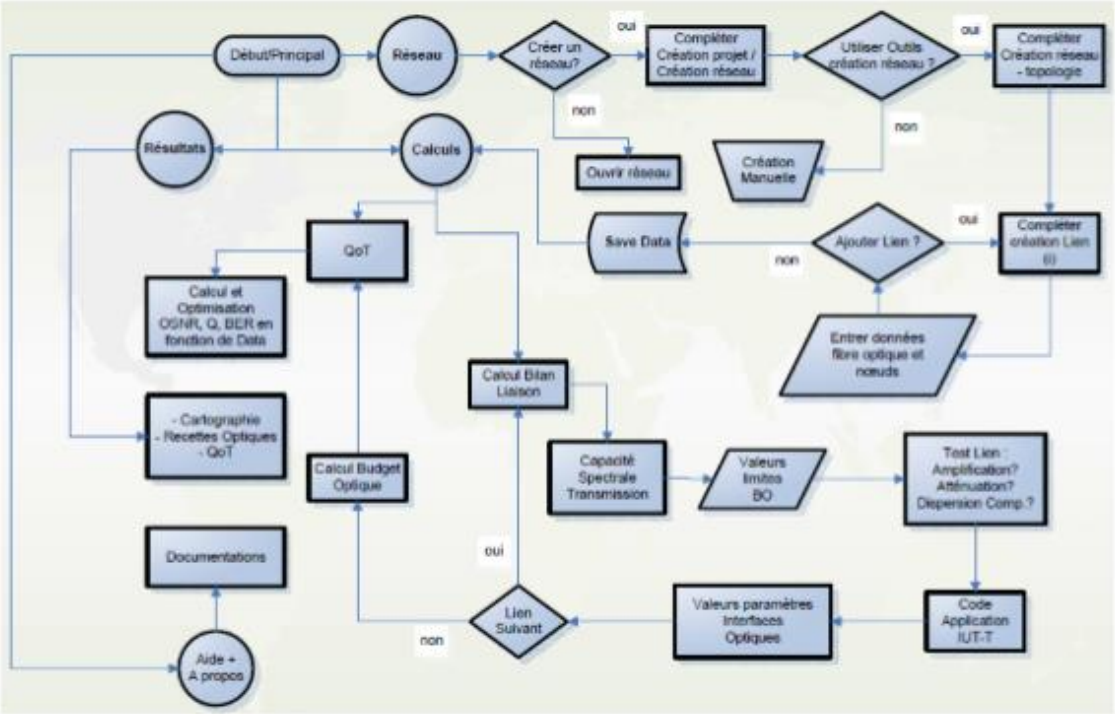

Figure 6. 5: Organigramme des séquences de conception d'une application

6.5.3.2. Les usages découlant de la catégorie implémentation

La catégorie implémentation fait appel aux logiciels de type micro-monde ou les apprenant à partir des algorithmes et des codes écrits en des langages spécifiques comme C, C++, Java, Matlab, etc. fournissent des environnements pour la découverte de domaines abstraits. La figure 6.5, illustre un exemple d'environnement de travail conçu par un étudiant dans le cadre d'une activité liée au cours de "Communication numérique file d'attente pour réseau". Les courbes

qui s’y trouvent sur cette figure, testent les différents théorèmes du cours sur l’étude des systèmes stochastiques. L’étudiant a utilisé Matlab comme logiciel d’implémentation.

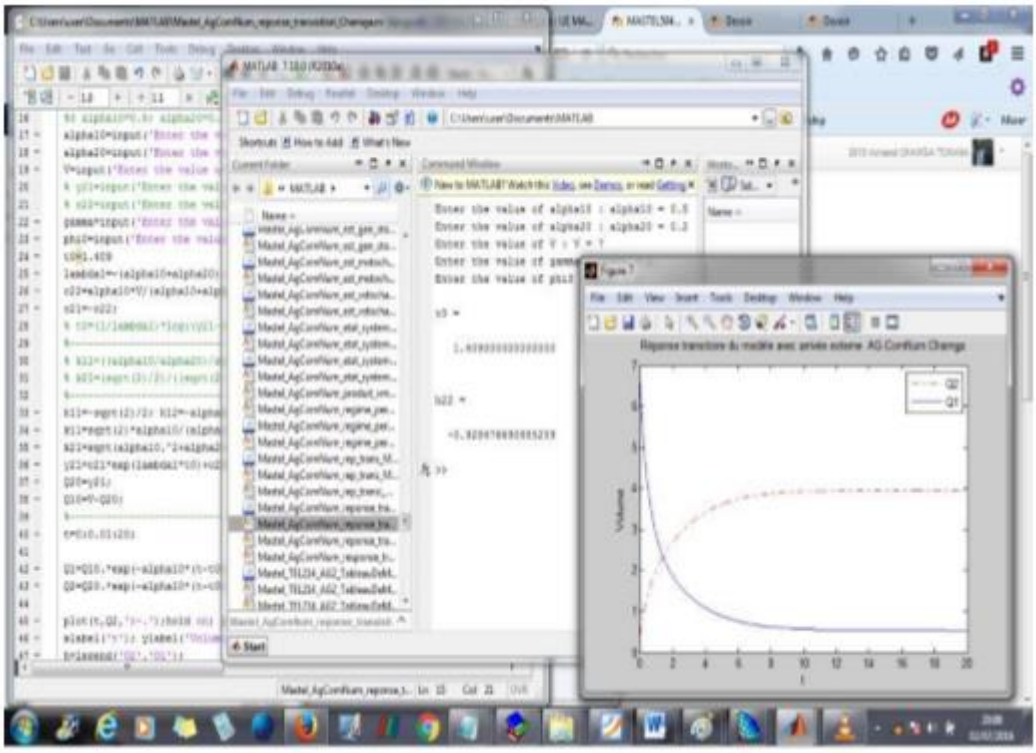

Figure 6. 6: Réponse transitoire du modèle déterministe avec arrivée externe

6.5.3.3. Les usages découlant de la catégorie simulation didactique

La catégorie d’usage liée à la simulation didactique fait appel aux logiciels de type simulation ou didacticiel de simulation des concepts. Ces environnements de simulation didactique fournissent aux apprenants des possibilités liées à la découverte des lois et des concepts du cours. La figure 6.6 illustre un exemple de simulations avec la "Didactique de Radiocommunications Mobile". Elle simule le diagramme de rayonnement des antennes adaptatives à gauche et d’une antenne filaire à droite. Cette catégorie dispense l’apprenant des connaissances en programmation tout en insistant sur des fonctions pédagogiques telles que présenter l’information, dispenser les exercices, enseigner et captiver l’attention et la motivation de l’étudiant.

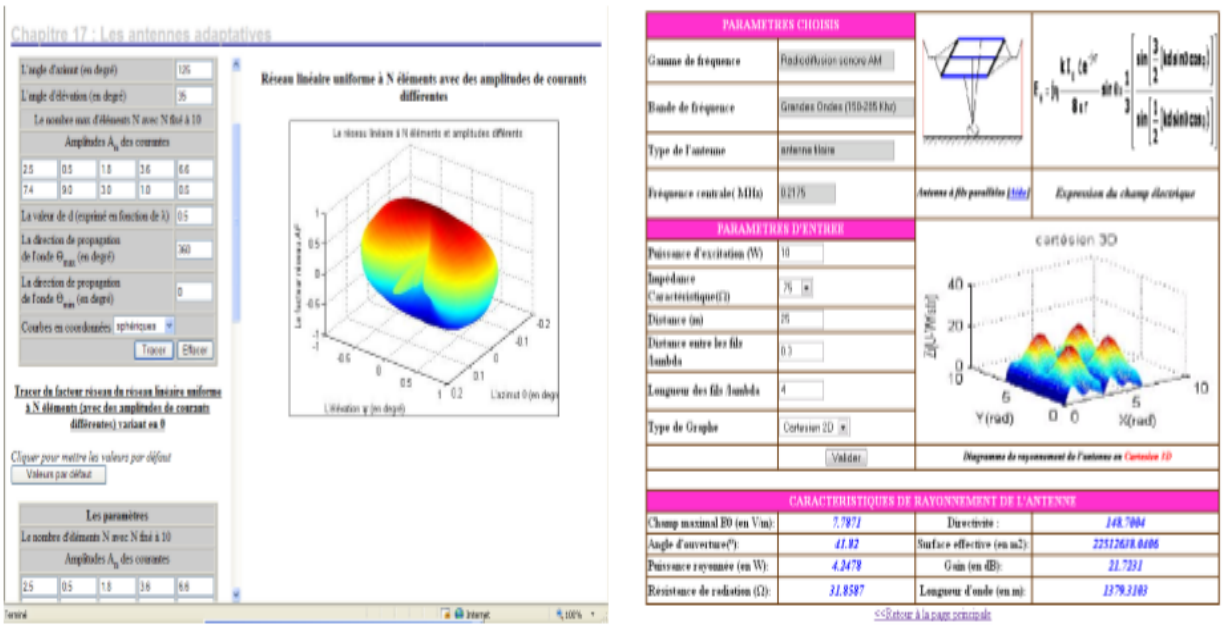

Figure 6. 7: Exemple de simulations avec la Didactique de Radiocommunications Mobile

6.5.4. Observation in situ des apprenants en regroupement présentiel

L'observation participante des étudiants lors des séances des travaux pratiques viennent confirmer ses trois catégories d'usage. En effet, les entreprises en charge d'animer les travaux pratiques des étudiants MASTEL & MASSICO lors du regroupement en présentiel ont dans leur déroulé une phase expérimentale ou sont faites la conception, l'implémentation et les tests par simulation ; une phase déploiement ou sont procédés les différentes installations matérielles suivi des essais grandeurs natures. Si la première phase est acquise pour les enseignements en formation à distance, la deuxième phase qui requiert une manipulation physique exige qu'elle soit faite en présentiel. Cette double phase des pratiques observées, viendraient-elles à compromettre les atouts des enseignements à distance en contexte de formation en ingénierie ? L'animateur (TP-An3) de l'atelier 3 croit que l'usage des simulateurs comme outil d'enseignement et des travaux pratiques à distance (téléTP) comme en présentiel est à encourager en contexte des pays d'Afrique subsaharienne.

> **TP-An3** « *[…],le problème qu'on a dans notre contexte, moi j'aime à dire aux gens, nous serions capables de fabriquer des équipements, mais il faut à la base pour le faire à une échelle prôneuse, il faut à la base un environnement que nous ne pouvons pas comme chercheur mettre en place, c'est un environnement propice, c'est un environnement complet, un environnement où il n'y a pas de poussière, ce sont les choses de ce genre si non on fabrique quelques prototypes qui marchent quelques temps et rapidement tombe en panne […]*».

Les entrevues collectives réalisées avec les étudiants ayant accepté de se prêter à notre recherche, nous ont permis de mieux comprendre les avis des étudiants MASTEL/MASSICO pour ce qui est de l'usage des logiciels de simulation en contexte de formation en ingénierie. Certains y voient aux logiciels de type micro-monde un environnement favorisant une parfaite exploration et représentation des concepts abordés en cours. L'étudiant (ENT-Etu2) affirme que :

> **ENT-Etu2** « *A travers l'environnement MATLAB, nous pouvons à présent avoir une représentation des signaux qui sont ou peuvent être assez complexe pour une réflexion. Et il est aussi possible de gérer facilement les signaux aléatoires* ».

Si l'usage des logiciels de type micro-monde présente des atouts indéniables, il reste qu'il exige de la part de l'apprenant des connaissances en programmation. Ces manques de prérequis entrainent aussi bien du côté des apprenants que des enseignants un désaveu des logiciels de type micro-monde et une ruée vers les logiciels de type simulation didactique.

> **ENT-Etu5** « *Je ne m'y connais pas en programmation, je suis perdu dans les activités, la Didactique de Télécommunication sa passe encore puisque je n'ai qu'à apprendre à m'en servir* ».

Conclusion

Le chapitre a présenté de manière succincte les résultats des travaux conduits dans la cadre de cette étude. Globalement, il ressort que les différents outils ont servi à produire des résultats qui du plan scientifique peuvent se confronter aux résultats obtenus dans le cadre des autres recherches et ceci dans le but de mieux apprécier leurs validités ou pas. C'est ce qu'on se propose de faire dans le prochain chapitre portant sur l'interprétation/discussion des résultats.

CHAPITRE 7: INTERPRÉTATIONS DES RÉSULTATS

Introduction

L'interprétation des résultats s'organise autour des cinq axes. Elle se fait au regard des dimensions présentées dans le tableau 2.1 et en relation avec les référents bibliographiques en lien avec chacune d'elle. Elle se focalise donc sur les axes d'étude au service de la validation ou non des différentes hypothèses de recherche. Toute l'interprétation repose donc sur le schéma directeur de la figure 2.1 (§ section 2.3.3).

Les différentes variables identifiées dans le cadre de cette recherche et les indicateurs retenus pour les observer ont servi à apporter des réponses à nos différentes questions de recherche recensées au chapitre 2. A la fin de ce chapitre, un résumé des interprétations est élaboré afin de constituer les éléments saillants à retenir des différentes interprétations.

7.1. Interprétation des résultats au regard de l'axe 1

La présente section présente tout d'abord, les dispositifs tels que implémentés à l'ENSP en prenant comme cas spécifique les dispositifs MASTEL & MASSICO. Ensuite, la médiation, la médiatisation et la stratégie pédagogique desdits dispositifs et leurs effets sur le niveau de satisfaction des apprenants.

L'analyse croisée des deux dispositifs MASTEL et MASSICO sur le plan conceptuel permet au regard du résultat obtenu (§ 6.1.1.1), de constater qu'il y a une différence significative entre les traces de conception et diffusion des contenus dans les deux dispositifs susmentionnés. Si on constate que le déploiement des deux dispositifs d'accompagnement et de formation à la plateforme pédagogique « Moodle » choisie par l'ENSP a incité les enseignants et les étudiants à s'appliquer en EAD ; il convient tout de même de signaler que le collège pédagogique est presque le même et le dispositif MASSICO un peu plus jeune (6 ans d'âge) comparé au dispositif MASTEL plus ancien (11 ans d'âge) a été conçu en corrigeant les manquements de la plateforme MASTEL. A titre d'exemple, les espaces d'échange « Espace d'équipe/petit groupe de 3 à 7 sujets (échange/partage, consultation et dépôt) » font apparition en MASSICO (34 fois utilisés) et quasi inexistante en MASTEL (0 fois utilisé) puisque ces espaces n'y sont pas du tout créés sur la plateforme.

Nous constatons au vu des résultats obtenus au paragraphe 6.1.1.2, que les traces d'opérations incitatives médiatisées en EAIH n'ont pas d'effets significatifs sur les dispositifs hybrides des plateformes de formation en MASTEL & MASSICO. Il en est de même avec les messages issus

des échanges interactifs et/ou incitatifs des apprenants/enseignants dans les forums. En effet, le résultat obtenu dans le cadre de notre analyse permet d'observer que les messages issus des échanges interactifs et/ou incitatifs des apprenants / enseignants dans les forums n'ont pas des effets significatifs sur les dispositifs hybrides des plateformes en MASTEL & MASSICO de l'ENSP. L'analyse du résultat obtenu des unités de sens et centré sur les traces d'opérations comportementale des étudiants permet de constater qu'ils ont des effets significatifs sur les deux dispositifs MASTEL & MASSICO. Fort de ces observations et au regard de l'hypothèse 1 (H1), nous pouvons réfuter ladite hypothèse. Cependant le rejet de la dite hypothèse est prématuré à ce niveau puisque les résultats des tests obtenus ici, procèdent davantage par une analyse comparée des deux dispositifs de formation. Ce qui veut dire que l'impact non significatif des usages des logiciels incitatifs et interactifs sur le niveau de satisfaction des apprenants doit être compris comme une variation d'usage d'un dispositif (MASTEL) à un autre dispositif (MASSICO).

L'analyse des résultats découlant du paragraphe 6.1.2.3 fait émerger trois grandes catégories d'outils dans les environnements technopédagogiques. La première catégorie est constituée des outils pas directement accessibles sur la plateforme de formation, mais retrouvé dans les traces de conception des cours et lors des séances de téléTP. Ce sont ici les outils professionnels comme les antennes, les parafoudres, les routeurs, switches, câble, etc. La deuxième catégorie est constituée des outils immatériels qu'on retrouve dans les environnements numériques EAD et particulièrement dans les traces d'activités en ligne. Ce sont ici les logiciels de simulation dont notamment OpenVPN, Omnipeek, Cisco Packet Tracer, le didacticiel de radiocommunication mobile, etc. La troisième catégorie concerne les outils intégrés directement dans la plateforme Moodle de formation en MASTEL & MASSICO. Ce sont ici par exemple les salons de discussion ou de Chat, les forums, wiki, etc. Il ressort ici que le design pédagogique adopté lors de la conception des dispositifs MASTEL & MASSICO s'est davantage orienté vers un schéma interactionnel plus ouvert ou le tuteur, les pairs et d'autres intervenants externes (tuteurs, modérateurs, gestionnaires de la plateforme, etc.) sont plus présents via les outils comme le Chat, Forum, Wiki, Skype, Vidéo, Audio, etc. La présence d'outils dans les dispositifs EAD supportant les différentes interactions va aujourd'hui quasiment de soi dans un environnement virtuel d'apprentissage. Il existe cependant peu d'éléments sur lesquels on puisse se fonder pour concevoir de tels environnements en se donnant toutes les garanties de leur efficacité en enseignement-apprentissage. A ce sujet, Gros (Gros, 2001) souligne la nécessité de définir de nouveaux paradigmes pour le design

pédagogique qui prennent en compte les spécificités du tutorat à distance et du travail collaboratif. Pour cet auteur, le paradigme classique en matière de design pédagogique centré sur les résultats d''apprentissage devrait davantage s'appesantir sur la manière dont on va pouvoir supporter, encourager, structurer les interactions pour enrichir le processus d'apprentissage. Dans cette perspective, les modèles de structuration pédagogique des auteurs comme (Dillenbourg, 2002) et (Depover et al., 2003) sont proposés en ce qui concerne l'écriture de scénarios d'apprentissage. Dans ces modèles, il est davantage question d'identifier les variables de structuration pertinentes à l'instar de la composition des groupes, modalités d'enchaînement des tâches, modes de suivi, modalités d'interaction... Tout cela en vue d'assurer la richesse des interactions à distance.

Le paragraphe 6.1.2.4 répond à la question qu'en est-il de l'efficacité des supports de cours disponible en ligne ? En procédant à l'analyse du discours des apprenants, il ressort que pour plusieurs d'entre eux, les ressources pédagogiques proposées sont efficaces quoi que anciennes pour certains cours.

Le paragraphe 6.1.2.5 donne une appréciation globale de la perception des apprenants de l'environnement technopédagogique comme support d'aide à l'apprentissage. Nous observons que 91% des répondants à l'enquête sont d'avis favorable que l'utilisation de Moodle comme plateforme de formation a été bien choisie par l'ENSP. Nous observons que les réponses des apprenants sont guidées par la facilité de son usage. En effet, 96% déclarent que Moodle est facile d'usage. Maintenant qu'il est établi que Moodle est jugé facile et utile comme environnement technopédagogique d'apprentissage, qu'en est-il donc de l'évaluation globale des dispositifs proposés par l'ENSP ? Nous observons que globalement 80% des apprenants trouvent les dispositifs satisfaisant. De ce qui précède, existe-t-il une dépendance entre la perception de l'efficacité des dispositifs de formation de l'ENSP et la fréquence d'appréciation de l'accompagnement en ligne ? Les résultats obtenus ici ne sauraient nous contraindre de prendre la variable dépendante accompagnement en ligne des étudiants comme pertinente à des fins de mesure de la perception de l'efficacité des dispositifs MASTEL & MASSICO.

En définitive au regard de notre hypothèse H1 de recherche, nous pouvons dire qu'il est non approprié de se focaliser sur les traces émanant des usages qu'ils soient incitatifs ou interactifs pour apprécier leurs impacts sur le niveau de satisfaction des apprenants impliqués dans des formations se voulant spécialisées dans le domaine des sciences pour ingénieurs. Les différentes catégories outils qui émergent des environnements technopédagogiques permettent d'apprécier

le caractère pédagogique desdits outils sans qu'on ne soit cependant capable de démontrer leur efficacité en enseignement-apprentissage comme le martèle l'auteur Gros (2001). Des éléments d'appréciation de la perception des apprenants desdits environnements émanant de l'analyse des discours et des choix opérés des niveaux de satisfaction sur une échelle de Likert, nous pouvons retenir notre hypothèse H1 qui stipule que la virtualisation des formations professionnelles par un usage intensif des logiciels de types incitatifs ou interactifs au regard de la stratégie pédagogique impacte significativement sur le niveau de satisfaction des apprenants en contexte de formation des élèves ingénieurs. Alors, en retenant sur cette base l'hypothèse H1, nous affirmons également avec les auteurs (Doise et Mugny, 1997) que les interactions sociales contribuent au développement de certaines compétences. En effet, Les interactions sociales favorisent le développement de capacités cognitives plus évoluées qui permettent à leur tour des interactions sociales plus complexes (Depover et al., 2006). Vygotsky (Vygotsky, 1962) va plus loin en affirmant que « *Ce qu'un enfant peut faire aujourd'hui en collaborant avec autrui, il peut le faire seul demain* ». Ce qui permet d'affirmer que développement social et acquisition de compétences cognitives sont intimement liés et profitent l'un de l'autre.

7.2. Interprétation des résultats au regard de l'axe 2

Nous venons de voir précédemment que la virtualisation des dispositifs de formation et particulièrement les plateformes MASTEL & MASSICO par des logiciels incitatifs, interactifs permettaient aux apprenants d'avoir des perceptions positives desdits dispositifs. Nous voulons maintenant savoir si ces environnements technopédagogiques permettent d'assurer la transformation efficiente des savoirs en savoir-faire telles que exigées dans le domaine de la formation des sciences pour ingénieurs avec comme corollaire le développement des compétences des apprenants.

Le résultat obtenu au paragraphe 6.2.1.1 permet de constater que l'environnement technopédagogique proposé par les enseignants et axés sur les usages des outils de communication d'ordre transmissif, incitatif et interactif ont un effet significatif sur le développement des compétences des apprenants en formation en ingénierie. Il ressort ainsi que les usages des outils d'ordre transmissif, incitatif et interactifs s'inscrivent dans la consolidation de la médiation et la médiatisation des dispositifs de formation à distance (Fotsing et al., 2012). Aussi, selon (Damiani et al., 2010), les leçons vidéo, les exercices en ligne, les forums didactiques, et les interactions avec les acteurs de la formation en ligne par le biais des

ordinateurs font désormais parti de l'environnement technopédagogique de téléenseignement. Cependant, souligne les mêmes auteurs, les apprenants ont encore plus que besoin de certains outils (environnement pour téléTP, les VNL (Virtual Network Lab), les OVL (Open Virtual Lab)) de renforcement pour accroitre l'intérêt du cours et faire avancer le processus d'apprentissage. Comme le souligne Dirckinch-Holmfeld et Lorentsen (2003), certaines aptitudes pratiques ne peuvent être acquises que par le biais des expériences interactives via des simulateurs intelligents.

Au paragraphe 6.2.1.2, nous constatons qu'il n'existe pas une différence significative entre l'exploitation des outils numériques d'ordre transmissifs ou de consultation, incitatifs et/ou interactifs entre les cours du dispositif MASTEL. L'analyse des fiches de présentation des différents cours permet de constater qu'il y a un non usage des supports audio, vidéo et n'y même les options appels Skype pour ne pas parler de visioconférence ! Quel effet produit le non usage des composantes audio, vidéo et téléconférence sur la mise en place des environnements de télé TP dans le dispositif MASTEL de l'ENSP ? Quels effets cette faible médiatisation peut avoir sur le développement des compétences professionnelles des apprenants en contexte de formation en ingénierie ? Toutes ses questions font allusion à la fracture numérique dans nos universités du Sud ou la mauvaise qualité de la connexion Internet, le manque d'énergie électrique caractérisé par des coupures intempestives contribuent à sursoir certains outils de communication sommes tous important dans le secteur de l'éducation.

La tendance actuelle qui vise à généraliser les usages des TIC et l'appropriation des TICE par les acteurs dans le secteur de l'éducation, s'impose comme une injonction à laquelle nul ne doit se soustraire sous peine d'être considéré comme dépassé (has been) ou plus « à la page » (keeping up-to date) (Marc Trestini et Encarterina Pacurar, 2012). De manière empirique, Sally Wyatt, Graham Thomas et Terranova, cités par (Graham, 2010) et repris par (Marc Trestini et Encarterina Pacurar, 2012) propose une typologie établie sur quatre groupes de non-utilisateurs : les « abandonnistes vonlontaires » (rejecters), les « abandonnistes involontaires » (expelled), les « exclus » (excluded) et les « résistants » (resisters). De l'exploitation de ces différentes catégories, nous rangeons les acteurs des dispositifs MASTEL & MASSICO à la catégorie des « exclus » (excluded) ; car ils ne peuvent avoir d'accès par manque d'infrastructure ou de moyens socio-économiques. Cette catégorie est d'autant marquée par le fait que la limitation ne se situe pas au niveau de la plateforme Moodle mais plutôt de son adoption en contexte de la situation des pays d'Afrique Subsaharien ou sont originaires les différents acteurs de la formation. Ceci corrobore avec la déclaration de Fonkoua (2008) pour

qui les TIC dans les conditions de ce contexte « *peuvent devenir à la fois un facteur d'exclusion pour ceux qui ne peuvent les intégrer dans leur fonctionnement, mais également un élément de domination pour ceux qui les maîtrisent parfaitement dans les mécanismes de gestion dans leurs rapports sociaux* » (cité par Mbadjoin, 2015 : P.135).

Nous avons également observé que le non usage de ces outils de communication dans les dispositifs hybrides MASTEL & MASSICO à la lumière du paragraphe susmentionné (§ 6.2.1.2) avait des effets négatifs sur la perception desdits dispositifs par les apprenants. Encore que dans le domaine des télécommunications et de la sécurité, Damiani et al. (2010) martèle que de telles formations impliquent des expériences pratiques avec un certain nombre d'équipements qui peuvent être inexistants ou trop coûteux à acquérir par des institutions ayant des contraintes budgétaires. Ce malaise s'amplifie encore quand un certain nombre d'outils, de logiciels et d'environnements qui ont déjà été mis au point pour aider les utilisateurs à partager les ressources de laboratoires distribués pour réaliser des expériences virtuelles ; n'y sont pas intégrés dans les plateformes de formation à distance.

Faute de faire recours aux outils innovants d'échanges dans les dispositifs MASTEL & MASSICO, une socialisation d'usage axée sur les espaces d'équipe de travail collaboratif se taille une place de choix dans lesdits dispositifs. Nous nous sommes intéressés de l'impact des espaces d'équipe (petit groupe de 3 à 7) sur la transformation efficiente des savoirs en savoir faire des apprenants en formation. Nous observons que les fréquences d'usage des travaux en petits groupes varient d'un cours à l'autre avec une plus forte pratique du travail collaboratif sur la plateforme MASSICO.

L'analyse des traces et particulièrement les messages laissés par les acteurs sur la plateforme nous permettent d'observer que les catégories de messages « MAS » (cognitif/métacognitif, gestion technique et logicielle, socioaffective) sont prédominantes dans les salons de Chat aussi bien dans les dispositifs MASTEL que MASSICO.

En ce qui concerne le travail en groupe, (Rambusch et al., 2004) ont montré dans leur article le rôle joué par les artéfacts technologiques dans la coordination des activités collectives. Plus particulièrement, les outils d'échanges collaboratifs comme le forum ou le Chat, ont comme principal atout de par les caractéristiques collaboratives dont ils sont dotés, de faciliter certaines activités pratiques en ligne. Selon Depover et al. (2006), l'usage des outils d'échanges technologiques aide : « *l'individu à adopter certains comportements et d'autre part, l'environnement humain qui, par l'intermédiaire du modérateur et des pairs, orientera les*

débats et infléchira la pensée des individus qui y prendront part » (P.1770). Cependant, comme nous avons évoqué précédemment (§ 7.1), nous ne pouvons en dépit de tout garantir l'efficacité pédagogique de ces artefacts technologiques. Puisque le constat qui en ressort de l'analyse des traces laissés au niveau des forums et des salons de discussion (Chat) font état du fait que la plupart d'entre elles ne sont pas structurées. Faute donc de la pertinence des outils technologiques, la pertinence des échanges qui se déroulent au sein de ces espaces dépendent essentiellement des interventions humaines qui y sont déployées.

L'analyse du contenu des discours fait état du fait que, la régulation du tuteur et des apprenants est profondément dominé par les échanges tuteurs-apprenants. Ce qui nous permet de réfuter l'assertion selon laquelle nous pensions que le nivellement de la formation pouvait se faire par le partage d'expérience entre les apprenants travaillant dans les entreprises au profit des autres apprenants relevant du milieu universitaire sans aucune expérience professionnelle. Cette observation confirme le résultat de l'étude menée par (George, 2001) auprès des étudiants de télé-université ou il montre que les relations apprenants formateurs prédominent très largement sur les relations entre apprenants. Maintenant qu'il est établi que le tuteur occupe une place prépondérante dans les échanges, force est aussi de constater que nous ne saurons garantir la qualité ! En effet, dans le domaine de l'ingénierie et particulièrement dans le secteur des télécommunications à forte connotation technique, le tutorat dans un dispositif d'apprentissage à distance constitue une ressource rare et coûteuse. Car comme le souligne Depover et al (2006), « *Les personnes qui disposent d'une expertise suffisante par rapport aux contenus d'apprentissage et qui maîtrisent les techniques propres au tutorat à distance sont souvent difficiles à mobiliser en nombre suffisant pour assurer le suivi de cohortes d'étudiants qui, en formation à distance, sont généralement importantes* » (P.1773).

Parmi les compétences attendues des tuteurs la compétence organisationnelle est plus exigée. Pour Depover et al. (2006), la compétence organisationnelle visée est celle qui se focalise « *à structurer les échanges sont souvent perdues au milieu de bon nombre de compétences d'ordre divers : pédagogiques, techniques, sociales, disciplinaires...* » (P.1774). A notre avis cette compétence organisationnelle reste muette pour ce qui concerne la difficulté d'ordre pratique du tuteur à pouvoir véhiculer des informations relevant pour la plupart des temps aux formules d'ordre mathématiques et même des savoirs relevant des manipulations d'objets physiques à distance. L'auteur Njingang Mbadjoin (2015), pour sa part insiste sur une organisation institutionnelle bimodale hybride des dispositifs de formation à distance dans le domaine des sciences des ingénieurs.

Le cas des dispositifs hybrides MASTEL & MASSICO étudiés dans le cadre de cette recherche s'inscrit dans ce dernier type de modèle d'organisation. Njingang Mbadjoin dans le cadre ses recherches doctorale, a retenu comme un de ses terrains expérimentaux le dispositif MASTEL.

Au sujet de ce dispositif, il qualifie d'un : « *véritable projet de d'innovation des formations professionnelle avec une réorganisation pédagogique impliquant les nouvelles technologies.» (P.203).* Malgré le déséquilibre entre le présentiel qui s'étend sur deux semestres comparé au « distanciel » qui ne dure que trois semaines dont une session d'une semaine au démarrage en octobre et une autre session de deux semaines pour les travaux pratiques en juillet de chaque année, nous pouvons conclure à l'instar de Njingang Mbadjoin qu'il s'agit inéluctablement là de nouveaux curriculums différents du curriculum existant en présentiel.

La ponctuation entre théorie et pratique observée par ce modèle d'organisation ne permet cependant pas de garantir l'efficacité au vu du déséquilibre observé dans la distribution des activités. Cet état de chose donne un sentiment de malaise de la part des apprenants interviewés ou un déclare : « *[...], au sortir de cette formation je pense avoir eu davantage de connaissances livresques que d'avoir développé des aptitudes pratiques ou professionnelles avec le nombre élevé des UE pour un niveau 5, nous avons beaucoup plus navigué dans des théories dont on ne sait comment les appliquer sur le terrain, et ce n'est qu'en séances de TP qu'on a quand même effleuré le cœur même de notre formation seulement les horaires étaient très réduites qu'on en redemanderait encore et encore* ». Un autre de renchérir : « *la formation en principe est très enrichissante sur le plan des compétences procédurales mais globalement je reste dans la soif de connaissances pratiques de plusieurs notions sur lesquelles on a survolées*». A la lumière de ces deux déclarations des apprenants, nous avons la une manifestation du malaise de ces derniers. Ces deux discours montrent que plusieurs apprenants réclament davantage un équilibre entre les activités présentielles et distancielles. Or peut-on donc organiser une formation qui prendrait 50% en présentielle et 50% en distancielle ?

Si cela est possible dans d'autres contextes, dans le nôtre nous ne pourrons garantir une telle faisabilité, vu que 81% des apprenants sont des travailleurs relevant soit du secteur public ou du secteur privé (§ 6.1.2.1). De ce fait, cette option ne nous semble pas du tout plausible. Nous avons dans ce cas de figure là, les questions d'administration technologique (mise à jour des contenus, des fonctionnalités de la plateforme et les problèmes liés à l'intégration des outils nécessaires à l'extension des fonctionnalités de Moodle) dans ce mode de formation dans le domaine des sciences pour ingénieurs ou la stratégie pédagogique transmissive est encore plus

prépondérante. On s'aperçoit alors que l'innovation ne valorise pas efficacement la distance pour réaliser certains travaux pratiques professionnels en formation d'ingénieurs ce qui peut compromettre la qualité et l'évolution durable des dispositifs (Njingang Mbadjoin, 2015). Deschryver et Peraya (2006) ont martelé que les effets des dispositifs hybrides peuvent être tant positifs que négatifs ou mitigés. Ainsi que l'apprentissage, les dispositifs hybrides rendent effectives plusieurs conditions espérées par la recherche en pédagogie universitaire comme les approches d'adoption par les apprenants d'un mode d'apprentissage en profondeur (Entwistle, 2003) cité par (Deschryver et Peraya, 2006). Cette approche qui manifeste une tentative d'apprendre et de comprendre par soi-même, permet le développement de la compétence métacognitive et des compétences dynamiques (Daele et Lusalusa, 2003), relevant de la motivation de la personne, de son mode de relation avec l'extérieur et avec elle-même ayant comme injonction le goût de l'initiative, de l'autonomie, de l'apprentissage, de la persévérance et de la rigueur.

A la lumière de tout ce qui précède, l'hypothèse 2 (H2) qui stipule que "l'usage des logiciels de simulation dans l'apprentissage en contexte de formation hybride en ingénierie impacte de manière significative le niveau de satisfaction des apprenants en contexte de formation des sciences pour ingénieurs." Au stade actuel, il nous est difficile d'affirmer ou d'infirmer. Nous venons en fait d'observer le contexte de formation hybride déployé par les dispositifs MASTEL & MASSICO de par les contraintes d'ordre socio-économiques ne permettait pas aux acteurs d'intégrer des outils innovants comme l'usages des environnements des téléTP en ligne axé sur les logiciels de simulation très gourmand en terme de bande passante et la permanence de l'énergie électrique. Lesdits dispositifs au niveau de la stratégie pédagogique adoptée ont plus développé la stratégie transmissive au mépris de la pratique. Ceci a comme conséquence une difficulté d'assurer l'efficacité desdits dispositifs à garantir une transformation efficiente des compétences professionnelles tant recherchées en contexte de formation dans le domaine de l'ingénierie. C'est cet état de chose qui justifie le sentiment de malaise évoqué par les apprenants embarqués dans les dispositifs MASTEL & MASSICO.

Malgré tout, nous avons tout au moins aussi observé que la sociologie des usages axée sur le travail collaboratif assurait un regain de confiance de la part des apprenants ou ils affirment avoir développé des compétences d'ordre procédurales lors de la phase de formation en ligne en parti grâce au travail collaboratif autour des forums ou des Chats et des compétences pratiques ou manipulatoires lors de la phase en présentiel. Ceci permet à demi-teinte d'affirmer par l'affirmative que les dispositifs MASTEL & MASSICO en adoptant le modèle

d'organisation bimodale favorisent un développement des compétences aussi bien procédurales que pratiques. Aussi bien comme nous avons mentionné que ce modèle d'apprentissage axé sur les TIC ou les environnements techno pédagogiques milite pour le développement de la compétence métacognitive et des compétences dynamiques de l'apprenant, afin d'assurer une plus grande motivation de ce dernier exige une prise en compte de leur doléance portant sur une recherche d'un équilibre négocié entre les phases en présentiel et à distance.

7.3. Interprétation des résultats au regard de l'axe 3

L'analyse des fiches de présentation des cours sur la plateforme permet d'observer que plusieurs d'entre eux recommande un logiciel spécifique pour la conduite des activités liées audit cours. Nous avons tout aussi remarqué sur l'ensemble des deux plateformes, aucun tutorat ou forum n'a été dédié à la prise en main d'un logiciel de simulation quelconque. Il relève également que la fréquence des usages est arbitraire et facultative puisque fonction de chaque cours et des activités poursuivies par les apprenants. A la question : Sur quoi ont porté les choix de ces logiciels dans le cadre de votre cours (formation académique, entreprise, etc.)? Et au regard des propositions qui ont été faites à l'endroit des enquêtés (§ 6.3.1), il ressort que l'indicateur « Imposé par l'enseignant » a été choisi 53 fois sur les 75 répondants à la question, soit environ 71% de "suffrage" porté sur cet indicateur. Ce constat confirme les observations faites lors de l'analyse des fiches de présentation des différents cours et activités déployés sur les deux plateformes de formation MASTEL & MASSICO.

L'analyse des productions des apprenants déposées sur la plateforme permet d'observer qu'au cours de leur formation, ils mobilisent en général trois grandes catégories de logiciel de simulation. Il s'agit notamment des logiciels de conception, de développement ou d'implémentation et des logiciels de simulation didactique (Fotsing & Fonkoua, 2017). En ce qui concerne l'apport des usages des logiciels de simulation en apprentissage, 74% des apprenants interviewés affirment qu'ils modifient profondément leur manière d'apprendre. Njingang Mbadjoin (2015) lors de l'analyse du dispositif MASTEL fait état de l'observation suivante : « *[…], 229 Test d'auto évaluation, 25 Activités de simulation en pratique professionnelle, 25 activités conception (graphe et modélisation), et une absence d'opérations de télémanipulation d'objets réels.*». Il ressort également de la même recherche que : « *ils sont une très faible minorité (soit moins de 3 %) à citer l'effectivité d'usage des outils de télémanipulation d'objet à distance ou de laboratoire virtuel.*» (Mbadjoin, 2015 : P.278). Ce résultat démontre et réconforte les trois catégories de logiciels précédemment citées et d'autre

part confirme le non usage des outils de télémanipulation (logiciel ou téléTP) à distance. L'effectivité de l'usage des logiciels de conception (schémas de modélisation, graphe/cartes conceptuelles,…), contribue selon (Bétrancourt, 2003; Rebetez, 2004) à développer l'analyse réflexive des apprenants et se faisant participe au développement des compétences méta cognitives directement en lien au tracé du cheminement du raisonnement et de réalisation des projets professionnels ou académiques des étudiants. Ceci nous permet de conclure que les usages intensifs des trois catégories des logiciels dans les dispositifs MASTEL & MASSICO sont des indicateurs valorisant en formation des élèves ingénieurs. Ces discours permettent également de constater que les logiciels ont un impact significatif sur l'état métacognitif de l'apprenant en ce sens que grâce aux simulations il stimule les applications en entreprise en faisant des expérimentations sans avoir besoin des équipements réels. De même aussi, les logiciels permettent au développement de l'état cognitif de l'apprenant en ce sens qu'ils contribuent à leur aider à mieux assimiler les notions théoriques véhiculer par le cours.

A l'instar des résultats d'enquête, il ressort qu'il y a impact positif sur la motivation des apprenants ou l'usage des logiciels de simulation modifie significativement leur manière d'apprendre. Ce résultat confirme celui obtenu par (Karsenti, Savoie-Zajc & Larose, 2001), pour qui « *au sujet de l'autonomie et l'autodétermination soutenues par les outils de l'environnement EIAH avec pour conséquence de stimuler autant, la motivation académique chez l'étudiant* » cité par (Njingang Mbadjoin, 2015 : P. 228). S'il est établi que l'usage des logiciels en formation des sciences pour ingénieurs a un impact significatif sur la manière d'apprendre des apprenants et partant sur leur satisfaction, alors qu'en pensent-ils sur l'éventualité d'une formation exclusivement à distance ou tous les travaux pratiques seront effectués qu'à partir des logiciels ?

Il ressort de la population des enquêtés que sur les 78 répondants à la question, 85% n'y croient pas du tout d'une telle éventualité ou seulement les logiciels seraient utilisés pour la réalisation de toutes les activités à distance. Ce résultat confirme le résultat précédent ou nous relevions le fait que les logiciels ne sont pas utilisés pour les activités à distance dans les dispositifs MASTEL & MASSICO encore plus que nous avons aussi constaté que les apprenants desdits dispositifs avaient davantage développés des compétences procédurales que pratiques. Un des étudiants interviewés déclarent : « *Tous les TPs concernant la sécurité des SI peuvent être à distance mais celle des télécoms nécessite un déplacement sur site à cause de la manipulation des matériels en télécommunications* ». Nous remarquons que les travaux pratiques en sécurité des systèmes d'information au niveau logiciel peuvent faire recours aux connaissances d'ordre

procédurales alors que les travaux pratiques au niveau des télécommunications font appel en plus des connaissances d'ordre procédurales des savoir-faire d'ordre manipulatoire d'objets réels. Il faut toujours des cas de figure ou l'apprenant doit être en face d'un équipement physique pour analyser et comprendre le comportement réel d'un équipement suite à une commande par exemple Un autre étudiant de déclarer : « *Les logiciels de simulation en formation en ingénierie ne peuvent remplacer les TPs pratiqués parce que ceux-ci assistent pour la plupart l'ingénieur dans la conception et ne prévoit pas tous les obstacles qu'il pourrait rencontrer sur le terrain ou pendant les TPs.* » et un autre de renchérir : « *Les TPs sont l'occasion de mieux cerner des choses qu'on ne peut apprendre par simulation.* »

Globalement, grâce aux logiciels de simulation, la formation dans le domaine des sciences des ingénieurs ou ils facilitent la compréhension des notions théoriques abordées en cours par les enseignants/tuteurs. Les logiciels de simulation contribuent à la virtualisation des EAIH en rapprochant l'apprenant des situations réelles du monde de l'entreprise. C'est ce qui ressort de l'analyse du discours de cet étudiant qui déclare : « *La simulation est un meilleur moyen de préparer l'apprenant au monde professionnel. Il peut alors vite s'accommoder à un environnement de production réel* ». Nous permet donc de dire que l'usage des logiciels de simulation est un meilleur moyen en formation à distance ou ils aident l'apprenant de se préparer de son intégration future au monde professionnel ou plu tard il pourra facilement s'accommoder à un environnement de production réel. Le logiciel de simulation a alors un impact direct sur la prévision des résultats en environnement de test et de prospection des résultats en environnement d'entreprise.

L'analyse des discours en relation avec l'apprentissage permet de conclure que l'usage des logiciels de simulation en formation en ingénierie permet une compréhension rapide et l'étudiant apprend plus vite. Outre le gain en temps, le logiciel favorise un gain d'expérience ce qui impacte sur la production de l'apprenant à son insertion dans le monde de l'entreprise. Ainsi, nous pouvons affirmer que l'usage des logiciels de simulation en contexte de formation en ingénierie prépare l'apprenant à des situations réelles beaucoup plus complexes et parfois très couteuses à déployer en grandeur nature. Dans cet ordre d'idée, un étudiant interviewé déclare**:** « *la simulation nous permet d'aller plus loin sans forcément le coût que nécessiterait une pratique grandeur nature.*» De ce fait, l'usage des logiciels de simulation en contexte d'apprentissage permet d'économiser en temps et en coût, grâce à l'analyse prospective des résultats de développer une compétence compréhensive du comportement du phénomène étudié.

Au regard de l'hypothèse 3 (H3) de notre recherche qui stipule que l'usage des logiciels de simulation à connotation didactique dans les dispositifs hybrides impacte de manière significative le niveau de satisfaction des apprenants en contexte de formation des sciences pour ingénieurs. Nous constatons qu'il y a un usage intensif des logiciels de simulation dans les dispositifs MASTEL & MASSICO. Les apports pédagogiques de ces logiciels sont observés sur la base des productions des apprenants dont l'impact sur la manière d'apprendre, la compréhension et sur l'analyse prospective des phénomènes physiques étudiés. Nous avons également observé que grâce aux usages intensifs des logiciels en formation MASTEL & MASSICO que plusieurs compétences à l'instar de celles également identifiées par (Njingang Mbadjoin, 2015) sont développées par les apprenants. Il s'agit notamment des compétences organisationnelles ayant un impact direct sur le travail individuel avec le numérique, les compétences procédurales ayant un impact direct sur les habiletés à la production des travaux de synthèse avec les TIC, et enfin les compétences relationnelles ou collaboratives au travail d'équipe sur la plateforme. Ces différentes compétences sont des preuves des apports des logiciels comme outils à forte connotation didactique en apprentissage des sciences pour ingénieurs.

Nous pouvons également expliquer les choix portés par les apprenants sur les cours ayant fait l'objet de l'analyse dans cette étude à savoir : « Radiocommunication Mobile et Concepts » et « Antennes et propagation » du dispositif MASTEL à l'usage du didacticiel connu sous l'appellation « Radiocom ». En effet, ces deux cours exploitent exclusivement ce didacticiel pour la réalisation des différentes activités proposées dans le cadre desdits enseignements. Le didacticiel conçu par le porteur du projet FOAD a l'ENSP et longtemps utiliser pour l'enseignement des télécommunications des élèves ingénieurs en formation classique, a également été très adopté par le collège pédagogique en EAD. Les étudiants en FOAD y trouvent un très grand intérêt. Le même constat se dégage en MASSICO pour les choix portés sur les cours « Réseaux IPv4/IPv6, Routage & Commutation » et « Signature électronique » ou on assiste à l'usage du didacticiel GNS3 permettant aux apprenants de simuler les réseaux et leurs sécurités. Comme le soulève les auteurs (Gobin et al., 2002; Droui et El Hajjami, 2014 ; Chekour et al., 2016), les simulations didactiques grâces aux buts fixés aux apprenants, facilite l'apprentissage en donnant les possibilités de comprendre des phénomènes cachés et de visualiser les phénomènes et leurs conséquences.

Mais il convient tout de même de signaler que l'efficacité des logiciels de simulation en contexte de formation dépend d'autres facteurs comme le choix judicieux du logiciel vis-à-vis

de l'objet d'apprentissage, de la disponibilité vis-à-vis des licences d'exploitation et de l'accessibilité vis-à-vis des conditions d'usage dont notamment la bande passante s'il faut Internet, des forums ou des plateformes des utilisateurs en ligne, une équipe de maintenance ou de suivi des utilisateurs, etc. Ces facteurs sont entre autres les conditions d'efficacités des TIC en contexte FAD prônées par les auteurs ((Karsenti et Alii, 2007 ; Karsenti, 2006). Cette analyse nous amène à relever que l'efficacité des usages des logiciels par les apprenants dans les dispositifs hybrides est profondément influencée par les facteurs d'autodétermination directement en lien avec la perception, la motivation et le sentiment de développement des compétences professionnelles des apprenants.

Les apprenants affirment que l'usage des logiciels de simulation ne dispense par le recours au regroupement présentiel pour certaines activités pratiques preuve que les dispositifs hybrides ne sauraient garantir une efficacité totale en matière de transformation des savoirs en savoir-faire en formation dans le domaine des sciences pour ingénieurs. Comme conséquence, une réserve de l'efficacité de la formation des ingénieurs en formation à distance. Dans cet ordre d'idée nous avons la déclaration d'un enseignant pour qui malgré le recours des logiciels en formation à distance des élèves ingénieurs persiste dans sa conception de l'inefficacité de ce modèle *« […] car Je suis encore de ceux-là qui pensent que la formation à distance reste encore beaucoup plus théorique et non opérationnel dans les pratiques professionnelles, pour que les étudiants acquièrent totalement les compétences pour réellement être compétitif. […]*» (Njingang Mbadjoin, 2015 : P.238). En définitive, nous pouvons donc au regard de tout ce qui précède, répondre par l'affirmative l'hypothèse (H3) de notre étude en marge des facteurs d'autodétermination relatifs à chaque individus.

7.4. Interprétation des résultats au regard de l'axe 4

Que l'on soit étudiant ou enseignant, la perception n'est pas toujours la même lorsqu'il s'agit d'évaluer l'impact de l'usage des logiciels de simulation en EAD sur les processus d'enseignement-apprentissage. Nous avons voulu dans un premier temps savoir si le sentiment d'efficacité personnelle des apprenants de l'usage des logiciels avait une influence significative sur la perception qu'ils ont de leur apprentissage. Le résultat obtenu sur la base de l'exploitation des réponses des apprenants (§ 6.4.1.1) permet d'observer que le sentiment de développement personnel n'a pas une influence significative sur la perception des apprenants au regard des usages des logiciels de simulation en formation MASTEL/MASSICO. Le croisement de ses deux variables dépendantes (Sentiment d'efficacité personnel) et indépendante (Perception des

apprenants sur les usages des logiciels de simulation en formation MASTEL/MASSICO) permet donc de constater qu'au regard du test khi2 que les apprenants des dispositifs FOAD de l'ENSP n'y perçoivent pas comme éléments impactant positivement ou négativement leur motivation ou engagement à la formation. Ceci peut s'expliquer également à partir de la recherche conduite par Ngunu (2013) ou l'auteure sur la base du croisement des variables dépendantes et variables indépendantes sans et avec usage du logiciel montre que pour l'apprenant, il n'y a pas de différence significative entre la performance sans logiciel ou avec logiciel en enseignement. Si la perception des apprenants n'est pas influencée par le sentiment d'efficacité professionnel qu'ils ont des usages des logiciels de simulation, qu'en est-il alors du sentiment d'aide à l'autodétermination ?

L'analyse du résultat obtenu au paragraphe 6.4.1.2 permet de relever que le sentiment d'aide à l'autodétermination n'a pas une influence significative sur la perception des apprenants au regard des usages des logiciels de simulation en formation MASTEL/MASSICO. De même, nous relevons que le sentiment d'aide à la motivation n'a pas une influence significative sur la perception des apprenants au regard des usages des logiciels de simulation en formation MASTEL/MASSICO (§ 6.4.1.3). Nous observons donc à partir de ces résultats que la perception des apprenants et particulièrement leur point de vue est indépendante de leurs sentiments qu'ils soient d'ordre d'efficacité personnelle, motivationnelle voir même d'aide à l'autodétermination. Ces résultants sont concordants avec ceux obtenus par Ngunu (2013) qui affirme que l'élève ne perçoit pas de modification de sa performance avec l'usage ou non du logiciel en formation. De ce fait, pour l'auteure, il n'y a pas d'effet de dépendance entre les variables de la performance et le point de vue de l'élève.

Ces résultats semblent contradictoires des déclarations que les étudiants ont évoqué vis-à-vis de l'impact des logiciels de simulation en formation MASTEL/MASSICO. A titre illustratif, un étudiant déclare que : « *Les logiciels de simulation en formation en ingénierie contribue à plus de 50 % à la maîtrise des concepts et lui donne une idée des réalités du terrain* » et un autre de renchérir : « *L'usage des logiciels de simulation en formation en ingénierie permettent de créer des modèles d'environnement pour visualiser et expérimenter des problèmes afin de leur trouver des solutions adéquates. Ils permettent donc d'optimiser les tests de connaissance à moindre coût.* ». Le regard croisé de ces deux extraits permet de relever que les étudiants sont certainement d'accord de la contribution positive des logiciels dans leur formation respective. Cependant les mobiles desdits impacts sur un plan purement personnel voir intrinsèque aux apprenants restent les grands inconnus. Une tentative d'explication serait que les étudiants

utilisent certes les logiciels en contexte d'apprentissage mais qu'au niveau des évaluations sur table, ils sont plutôt appelés à composer sur papier et non plus sur l'environnement machine ou les logiciels sur lesquels ils ont travaillé dans la phase d'apprentissage seront mis à profit. Par ailleurs, l'analyse du résultat du tableau 6.58 (§ Annexe1 : Tableau 6.58) permet d'observer que les répondants à la question sont à 75% d'accord que l'usage des logiciels de simulation en contexte de formation en ingénierie est efficace comme support d'aide à l'apprentissage. Ce qui confirme le fait que les étudiants y voient plutôt le développement cognitif et métacognitif de l'usage des logiciels de simulation en contexte de leur apprentissage en opposition aux indicateurs intrinsèques justifiant leurs impacts sur leur développement personnel. De Jong (1991) repris par Guéraud (1995), énonce un nombre de raisons affectives qui captivent les étudiants à utiliser les logiciels de simulation : « *l'attrait de la simulation pour l'apprenant, l'augmentation de sa motivation, une meilleure compréhension des phénomènes, une plus grande aptitude à l'adaptation pour des problèmes similaires dans d'autres contextes, etc.* » (P.6).

Que perçoivent donc les apprenants de l'usage des logiciels sur la manière d'enseigner en contexte de formation en ingénierie ? Les logiciels de simulation ont-ils des effets incitatifs sur la manière d'enseigner ? Nous constatons que des 134 ayant répondu à la question, il a été coché 94 fois (27%) l'option « plutôt en accord » et 198 fois (56%) l'option « totalement en accord ». Ce qui globalement donne un pourcentage de 82% de satisfecit de la part des apprenants participant à l'enquête. Ces résultats permettent de conclure comme quoi l'usage des logiciels en formation en ingénierie a des effets incitatifs sur la manière d'enseigner. Ainsi, pour les apprenants en formation en MASTEL/MASSICO, les logiciels ont une influence significative sur la manière d'enseigner les sciences de l'ingénieur.

Au vu de tout ce qui précède et au regard de nos hypothèses de recherche, nous pouvons dire dans un premier temps que l'usage des logiciels de simulation en formation en ingénierie contribue de façon significative à la transformation efficiente des savoirs en savoir-faire et par conséquence un impact positif vis-à-vis du développement des compétences des apprenants en MASTEL & MASSICO (§ 7.3). Les logiciels ont selon les étudiants, modifié la manière d'enseigner des enseignants. Les logiciels ont permis d'améliorer les performances en améliorant les processus d'enseignement et d'apprentissage (Chekour et al., 2016 ; Droui & El Hajjami, 2016). Ce qui à notre sens réconforte le résultat obtenu dans cette section ou selon les réponses des interviewés, il ressort que l'usage des logiciels de simulation impacte positivement sur la formation des ingénieurs MASTEL/MASSICO.

7.5. Interprétation des résultats au regard de l'axe 5

Trois approches permettent de résumer les recherches sur les usages des média. L'approche de la diffusion, l'approche de l'innovation et celle de l'appropriation ont été largement abordé par les auteurs (Milleran, 1999 ; cité par Marc Trestini & Ecateria Pacurar, 2012). L'approche par l'appropriation sociale s'efforce de comprendre la construction des représentations des usagers dans l'usage qu'ils font des technologies (Marc Trestini & Ecateria Pacurar, 2012). Jouët pour sa part précise que « *l'usage est […] plus restrictif et renvoie à la simple utilisation tandis que la pratique est une notion plus élaborée qui recouvre non seulement l'emploi des techniques (l'usage) mais les comportements, les attitudes et les représentations des individus qui se rapportent directement ou indirectement à l'outil* » (Jouët, 1993, citée par Marc Trestini & Ecaterina Pacurar, 2012 : P.18). Cette vision traduit à notre sens parfaitement l'approche de la sociologie des usages. Elle cherche de ce fait à rendre intelligible les représentations présidant aux logiques d'usage des acteurs en situation.

C'est le cas du didacticiel de radiocommunication mobile qui au moyen des illustrations émanant des simulations des modèles empiriques permet à l'apprenant de ce faire des représentations et des idées sur des équations très souvent incompréhensibles en première vue. C'est là même le point de départ de cette recherche né de la difficulté à appréhender certaines notions de télécommunications par les étudiants, comme c'est le cas pour les cours comme antenne et propagation, radiocommunication mobile qui ne sont souvent pas compris par les apprenants. Toutefois, force est de constater que comprendre les représentations ne consiste pas simplement à savoir ce que les différents acteurs concernés pensent de la technologie, mais c'est également accéder aux fonctions que remplissent ces représentations. C'est une question à laquelle nous nous sommes intéressés longtemps Tonyé al. (2010). Dans le cadre d'un projet qui a abouti au développement d'un didacticiel de radiocommunication mobile "RadioCom". Ces auteurs ont proposé un simulateur des concepts de télécommunications intégrant cours et activités corrigés couvrant une large gamme d'application dans le secteur des télécommunications. Le didacticiel qui a été conçu selon une approche socioconstructiviste comportant des activités de collaboration, favoriserait le conflit cognitif, le changement conceptuel et la compréhension des modèles largement utilisés en télécommunications. Les résultats des entrevues, l'analyse des données recueillies des enregistrements des séquences vidéo, des questionnaires et des traces récupérées ont permis de mieux comprendre le processus d'apprentissage des apprenants et ont montré une forte motivation et un engagement réel, tant cognitif que social dans le processus d'apprentissage. L'analyse de l'activité a dévoilé que les

apprenants se sont montrés, d'emblée et jusqu'au bout, motivés et impliqués dans le processus d'apprentissage, témoignant d'un réel engagement cognitif. Cependant, l'analyse des représentations aussi intelligibles soient-elles ne fait pas de la sociologie des usages une discipline capable de saisir la technologie dans son mode de fonctionnement, dans la compréhension des fonctionnalités d'un outil technologique (Robert, 2007).

Les technologies peuvent donc avoir une fonction d'outil de productivité, un rôle de tuteur intellectuel et selon le contexte d'apprentissage, permettent à l'apprenant de résoudre des problèmes et de construire ses connaissances (Jonassen, 1995 ; Ngunu, 2013). Si les logiciels de type micro-monde, tuteur intelligent ou de simulation didactique doivent s'adopter comme des environnements virtuels pour téléTP, ils doivent s'inscrire dans une dynamique d'innovation pédagogique comme préconisé par Depover et Strebelle (1997), pour qui tout processus de virtualisation passe absolument par les tests d'adoption, l'implantation et la routinisation. Gloria Cortés Bruitrago (1999) ajoute qu'il faudra en plus intégrer le scénario de contrôle pédagogique qui consistera à observer si au niveau du logiciel il est possible pour l'enseignant de contrôler en détail chaque activité de l'apprenant et en le faisant suivre les progrès de ce dernier.

La prise en compte par le didacticiel de "RadioCom" du scénario de contrôle pédagogique a permis de jauger le bienfondé de l'interactivité offerte à chacun des apprenants par le simulateur a été appréciée, en particulier pour visualiser les phénomènes de propagation des ondes et de rayonnement des ondes électromagnétiques par les antennes. Le côté ludique du didacticiel "RadioCom" a également été de plus souligné. En fait, dans le questionnaire, les apprenants ont témoigné leur intérêt pour ce mode d'apprentissage et les avantages de l'usage de ce simulateur en apprentissage des télécommunications en général. Dans le même ordre d'idée, les auteurs Droui et El Hajjami (2014) soulignent que : « *la possibilité donnée au sujet de visualiser et de manipuler ces objets l'aide à surmonter certaines difficultés de compréhension liées aux dimensions conceptuelles, spatiales ou temporelles* » (P.9). Ceux d'autant plus que la visualisation des graphiques permet au sujet d'analyser les données et développe davantage son esprit critique (Roschelle et al., 2000).

La psychologie cognitive permet d'aller plus en profondeur de cette perspective. En effet, la problématique inhérente à l'appropriation des technologies doit également prendre en compte l'approche cognitive des instruments dans la relation homme-machine. Alors, il s'agit non seulement pour l'apprenant de s'approprier le fonctionnement d'un outil, autrement dit de

maîtriser ses fonctionnalités, mais aussi d'adapter l'outil à un usage spécifique lié au contexte ici celui de l'apprentissage des télécommunications. Pour Trestini & Lemire (2010), il s'agit là de la logique de la réciprocité entre l'instrument et l'usager, de la relation « sujets-outils ». Dans le même ordre d'idée et au regard de la théorie de Rabardel (1995) portant sur la genèse instrumentale, elle-même fondée sur l'analyse d'un double processus, d'instrumentation et d'instrumentalisation, il ressort que : dans le processus d'instrumentation, l'usager modifie son activité pour user des fonctionnalités de l'outil tandis que dans l'instrumentalisation, il adapte l'outil à ses besoins, donc il peut aussi lui attribuer des fonctionnalités.

Nous avons observé lors des travaux pratiques que les étudiants étaient enthousiastes d'avoir appris à travers les logiciels, alors que lors de la phase 2 portant sur le déploiement, ils étaient confrontés aux problèmes de reconnaissance des équipements et des composants, des raccordements lorsqu'il s'agissait de souder un brin de fibre optique cassé ainsi que des difficultés d'ordre manipulatoire de certains équipements. Ce qui nous laisse à croire que la connaissance acquise grâce aux logiciels était restée plus savoir que savoir-faire. Ainsi, comme les auteurs (Mhiri & Al. 2012 ; Njingang Mbadjoin, 2015), nous affirmons qu'une formation hybride en ingénierie a besoin d'articuler les outils spéciaux de télé laboratoires ou de télémanipulations d'objets réels à distance impliquant les plateformes techniques adaptées à la spécialité, pour réaliser pleinement certains travaux professionnels, mais qu'à notre sens aussi, tout cela ne devrait en aucun cas dispenser les manipulations en grandeurs nature.

C'est évidemment dans cette perspective que s'inscrit la dimension psyco-cognitive de l'acceptabilité ou non d'une technologie. Les modèles explicatifs d'appropriation des technologies dont le plus connu est celui de Davis (1989), visent à prédire l'acceptabilité d'un système d'information. Ces modèles s'inspirent de la théorie de l'action raisonnée de Fishbein et Ajzen (1975). Selon cette théorie, la croyance détermine l'attitude des individus et par conséquent le comportement d'usage. Cette théorie se fonde sur les variables d'utilisabilité et d'utilité perçues par les acteurs. Ainsi, la probabilité d'adopter un outil, autrement dit l'acceptabilité de celui-ci, dépendra de la perception conjuguée de ces deux variables d'utilisabilité et d'utilité (Marc Trestini & Ecateria Pacurar, 2012).

7.6. Résumé des interprétations

En prélude de tout ce qui précède, il se dégage plusieurs constats dont les plus importants reposent sur l'environnement technopédagogiques des dispositifs de formation en EAD utilisé à l'ENSP, les usages des logiciels de simulation en contexte de formation des élèves ingénieurs,

les compétences professionnelles qui en découlent des différents usages, la perception des apprenants vis-à-vis des savoirs et savoir-faire dont ils étaient supposés développés au terme de leur formation.

L'usage des environnements technopédagogiques en formation favorise l'usage des logiciels de types incitatifs et interactifs via les outils de communication de type synchrone (Salon de discussion ou Chat), et asynchrone (forums, wiki, courriel, etc.) intégré dans la plateforme Moodle utilisé par l'ENSP. L'usage de ces outils favorise un changement pédagogique vers une pratique plus constructiviste. Ce qui contribue à encourager la coopération entre les apprenants et les modes de communications permettant un apprentissage respectant les rythmes individuels de chacun.

Au stade actuel de notre recherche, il n'est pas exagéré d'affirmer que les logiciels de simulation font partie intégrante de la culture des apprenants en formations MASTEL & MASSICO de l'ENSP car plus de 75% des activités reposent sur les usages des logiciels comme outils de leurs réalisations. Il a aussi été approuvé par les apprenants ayant participé à la recherche que l'usage des logiciels de simulation modifie la manière d'enseigner. Ils permettent une pédagogie par compétence et un apprentissage plus individualisé assorti du développement cognitif et/ou métacognitif de l'apprenant. Il ressort néanmoins que si l'usage des logiciels porte satisfaction auprès des acteurs, il n'en demeure pas moins vrai que le manque des activités distantes faisant recours aux logiciels, constitue une limite majeure des usages faits des logiciels de simulation dans les dispositifs MASTEL & MASSICO.

Par ailleurs, si le dispositif intégrait les possibilités de manipulation distante, le problème persistera en ce sens que le savoir-faire développé ne confère pas le savoir-être (attitude et comportemental) exigé dans la discipline. A titre d'exemple, un test sur les notions théoriques en lien avec l'orientation des antennes réussi avec le didacticiel radiocommunication mobile ne donne pas la capacité à l'apprenant de pointer une antenne sur une station de base. Nous comprenons pourquoi le recours à la formation en mode hybride dans ce contexte de formation en ingénierie. A la lumière de l'observation in-situ des apprenants des dispositifs MASTEL & MASSICO lors de la phase du regroupement présentiel a permis de confirmer que la réussite au test via le logiciel ne confère pas absolument le savoir-être en contexte d'entreprise. Ce résultat a également été confirmé lors de la phase de l'analyse du discours des apprenants, ou selon eux il serait mieux de d'équilibrer les phases présentielles et "distancielles" dans les formations en MASTEL & MASSICO.

L'impact de l'usage des logiciels de simulation en contexte de formation en sciences des ingénieurs a permis selon notre recherche à favoriser plus l'acquisition d'un grand nombre de compétences, dont la capacité de synthèse (compétence procédurale), d'analyse (compétence exploratoire) et opérationnelle (compétence manipulatoire). Nous pouvons affirmer sans ambages que les dispositifs de formation en ingénierie (MASTEL & MASSICO) en phase distancielle confèrent plus aux apprenants une compétence procédurale et la phase présentielle une compétence manipulatoire recherchée en milieu d'entreprise. Les facteurs économique, sociopolitique, énergétique et géographique constituent un frein dans l'industrialisation desdits dispositifs avec comme conséquence une sous-exploitation des outils embarqués dans les plateformes Moodle. D'autant plus que l'environnement ouvert Moodle permet de développer des solutions propriétaires très encourus en EAD (Trestini Marc et Pacular Ecaterina, 2012 ; (Bruillard, Komis, & Laferrière, 2012).

Globalement, la perception des apprenants vis-à-vis de l'usage des logiciels de simulation dans leur formation en MASTEL et/ou MASSICO est positive. Cependant, nous avons vu ici que cette perception était fortement influencée par la motivation individuelle de chaque apprenant et de ce fait une difficulté de généralisation de la perception collective des interviewés.

Conclusion

Le présent chapitre nous a permis dans un premier temps d'analyser nos résultats au regard de nos hypothèses de recherche et dans un second temps de donner le point de vue du chercheur vis-à-vis des positions que nous avions au début de la recherche tout en les confrontant aux autres recherches.

La section qui va suivre nous plongera à la conclusion générale du présent mémoire et débouchera sur les perspectives de la recherche.

CONCLUSION GENERALE

La présente recherche a exploré deux objets d'étude. Le premier objet a consisté à l'étude des dispositifs hybrides et leur évaluation en considérant comme cas spécifique les dispositifs MASTEL & MASSICO offerts par l'ENSP dans le cadre de l'innovation de son dispositif de formation ancré sur l'ouverture en e-Learning. Le deuxième objet a consisté à l'étude des effets des usages des logiciels de simulation dont a recours les contenus pédagogiques desdits dispositifs sur la formation des élèves ingénieurs en contexte d'EAD.

Objet d'étude 1 : Description et évaluation des dispositifs MASTEL & MASSICO de l'ENSP

Les résultats ont donné d'identifier que les offres de formation à distance proposées par l'ENSP sont de type organisationnel bimodale ou hybride. Ce résultat confirme la description qui a été faite de la présentation des deux dispositifs et en harmonie avec les conclusions des auteurs (Charlier et Desryver, 2012 ; Charlier et al., 2006 ; Deschryver et Peraya, 2004). Cependant, nos résultats montrent qu'ils sont faiblement médiatisés avec un usage plus poussé vers des outils incitatifs comme les forums, wiki, etc. et des outils interactifs comme les salons de discussion ou Chat, les tests d'auto-évaluation, etc. Les outils de communications instantanées en ligne comme Skype, visioconférence ne sont nuls par référencés dans les deux plateformes MASTEL/MASSICO. Il se dégage tout de même une efficacité dans leurs représentations de la flexibilité pédagogique des dispositifs par les différents acteurs. On constate un grand déséquilibre entre les activités distancielles et présentielles. Les travaux à distance occupent environ 90% de la charge horaire allouée par programme hors mis le stage. Ce déséquilibre permet d'observer que les dispositifs implémentés à l'ENSP favorisent plus un développement des compétences procédurales (savoir-faire) au détriment des compétences professionnelles (savoir-être) recherchées en milieu d'entreprise et constituant l'enjeux majeur en formation en sciences des ingénieurs. Ce déséquilibre est d'autant constaté par les apprenants qui lors des entretiens semi-directifs et mêmes aux questions ouvertes dans nos questionnaires ont manifesté le souhait de voir consacré plus de temps aux activités en présentielle ou ils pensent développer des aptitudes manipulatoires base duquel ils pourront s'intégrer facilement dans le monde de l'entreprise après leur formation. Cette faiblesse de ce modèle bimodale ou hybride implémenté à l'ENSP est d'autant plus criarde qu'ils n'offrent pas des téléTP lors de la session distancielle, traduisant davantage un sentiment de mal-être des apprenants engagé dans les deux programmes.

Une telle réalité interroge le bon sens sur l'efficacité desdits dispositifs en formation dans le domaine des sciences pour ingénieurs. Vu que les dispositifs ont des activités s'effectuant à environ 90% à distance avec un manque des manipulations pratiques à distance, chacun se pose tout de même la question de savoir si ses étudiants faiblement outillés sur le terrain de l'entreprise et le marché de l'emploi ne sont pas sous évalués ? En évaluant profondément les dispositifs au niveau organisationnel, au niveau des contenus des cours, des activités, les traces laissées par les acteurs sur les deux plateformes, il ressort que les équipes pédagogiques pour corriger les manquements relevés, ont multiplié des activités allant des tests des prérequis aux posttests rythmés par des feedbacks de redirection dans les contenus. Il nous a été donné de constater que les cours respectent une scénarisation suivant le schéma organisationnel comprenant chacun un système d'entré, de sortie et d'apprentissage tel que préconisé par (Dépover et al., 2003 ; 2007). Le système d'évaluation prend également en compte les évaluations diagnostiques, formatives et sommatives tels que préconisé par les auteurs (Potvin, 2010 ; Endrizzi L. et Rey O., 2008 ; Forestier A., Martel M., 2012). Egalement dans le schéma organisationnel, l'étudiant a obligation de passer un stage de 3 à 6 mois d'entreprise au sortie duquel il rédige un mémoire de fin d'étude sous la direction d'un encadrant académique d'une part et un encadrant professionnel d'autre part. Un responsable des programmes déclare : « *Certes les programmes dans leur déroulé comporte deux phases majeurs, une phase en présentiel et une autre à distance, mais il ne faut pas oublier qu'il y a une autre phase aussi importante que les deux autres, la phase stage ou l'apprenant doit se noyer en milieu d'entreprise ou il va se familiariser avec le monde socioprofessionnel et au sorti duquel un mémoire doit être défendu devant un jury* » et de renchérir « *Nous sommes là en plein cœur de la virtualisation de ce qui se passe en formation initiale à l'ENSP* ». Nous comprenons bien que le modèle bimodale implémentée à l'ENSP est aussi bien inspiré du modèle classique de formation des ingénieurs polytechnicien et donc constitue une innovation au sens de la mise en œuvre d'un environnement technopédagogique de formation à distance dans le domaine des sciences des ingénieurs.

Une étude sur ce que sont devenus les anciens formés des deux programmes montre également que le taux d'insertion est d'environ de 95% dans un monde où le marché de l'emploi est davantage plus sélectif. Plusieurs responsables d'entreprises et même du secteur public dans différents pays d'appartenance des anciens formés sont les produits des deux dispositifs. Le retour d'expérience des anciens formés des entreprises ou ils exercent sont également positifs. Ainsi, on observe à partir de cette recherche que le modèle bimodale ou hybride implémenté à

l'ENSP à travers les dispositifs MASTEL & MASSICO constitue un cas d'innovation d'environnement technopédagogique d'enseignement à distance en Afrique subsaharienne. Tout comme une innovation se veut être entretenue, ces dispositifs gagneraient d'intégrer des outils de télémanipulations d'objets réels ou virtuels en ligne pour les travaux pratiques à distance afin de rendre les dispositifs adaptés au domaine de la formation et ceci étant, permettra de réaliser pleinement certains travaux professionnels exigés en milieu professionnel.

Nous avons également observé un impact positif des dispositifs hybrides sur la flexibilité de la formation en science des ingénieurs. En effet, il ressort de notre recherche que des dix dernières années d'existence des programmes, le dispositif FOAD de l'ENSP a contribué à la formation des étudiants africains géographiquement répartie dans 19 pays. Cette flexibilité se manifeste par l'adaptation des horaires au choix des apprenants, choix délibéré du lieu de stage dans son pays de résidence et également la prise en compte des contraintes socioprofessionnelles des apprenants. On observe également un impact sur l'autonomie d'apprentissage des apprenants ce qui favorise l'organisation personnelle et une stimulation du travail individuel d'une part et le travail collaboratif d'autre part. Cependant, la facture numérique a un impact négatif sur la perception du dispositif comme vecteur de transformation des savoirs en savoir-faire et savoir-être par les apprenants. En effet, la non valorisation de l'innovation dans les dispositifs MASTEL & MASSICO par la faible exploitation du potentiel des outils technologiques en ligne, le déficit des équipements technologiques et la plateforme pas toujours mise à jours, le faible débit internet et le coût élevé de la modernisation de l'infrastructure réseau, impacte négativement sur l'adoption desdits dispositifs par les apprenants. Toute chose qui donne un argument supplémentaire aux réfractaires des formations à distance dans le domaine des sciences pour ingénieurs.

Objet d'étude 2 : effets des usages des logiciels de simulation sur la formation des élèves ingénieurs en contexte EAD

L'analyse des traces d'opérations liées à la conception des contenus et leurs diffusions dans le dispositif permet de se mettre en évidence que sur les 21 cours disponibles sur la plateforme de formation en MASTEL, 15 sur les 21 soit 71% des cours ont des consignes claires interpellant les apprenants à l'usage d'un logiciel spécifique pour la réalisation des activités liées au cours. Sur les 21 cours en MASSICO, 18 soit 86% ont des consignes claires demandant aux apprenants d'utiliser un logiciel clairement nommé dans les fiches signalétiques de présentation des cours.

Sur la base de ces statistiques, il se dégage bien que le logiciel est au cœur des dispositifs MASTEL & MASSICO de l'ENSP.

L'étude permet de comprendre les différents usages que font les étudiants des logiciels dans le cadre de la réalisation des activités en relation avec les cours en MASTEL/MASSICO de l'ENSP. Les traces d'opérations incitatives et interactives médiatisées avec les outils de création d'objet collaboratif et de dépôt de contenu interactionnel sur la plateforme nous a permis de catégoriser les différents usages des logiciels par les apprenants. À cet égard, nous avons recensé trois grandes catégories d'usage : conception, implémentation et simulation didactique. Nous avons observé un fort enthousiasme lors de l'usage des logiciels au cours de la phase 1 des travaux pratiques mais que cet enthousiasme s'estompait quand il fallait passer à la phase 2 axée sur les manipulations en guise d'un déploiement grandeur nature.

L'observation participante des étudiants lors des séances des travaux pratiques nous a permis de confirmer ses trois catégories d'usage. Ainsi, comme les auteurs (Mhiri & Al. 2012 ; Njingang Mbadjoin, 2015), nous affirmons qu'une formation hybride en ingénierie a besoin d'articuler les outils spéciaux de télé laboratoires ou de télémanipulations d'objets réels à distance impliquant les plateformes techniques adaptées à la spécialité, pour réaliser pleinement certains travaux professionnels, mais qu'à notre sens aussi, tout cela ne devrait en aucun cas dispenser les manipulations en grandeurs natures. Selon Njingang Mbadjoin, sur les types d'usage pédagogique d'outils numériques (incitatifs et interactifs), l'efficacité de ces types d'usage sur les représentations et l'autodétermination des apprenants se caractérise par l'émergence d'un groupe de 3 outils numériques, ayant connu un usage de type intensif (presque à tous les UE) : outil de modélisation/construction (schémas, graphes, cartes conceptuelles), de simulation des procédures/pratiques professionnelles, et l'outils d'autotest évaluatif. Ce résultat vient valider les trois usages identifiés dans notre recherche.

Les entrevues collectives réalisées avec les 33 étudiants ayant accepté de se prêter à notre recherche, nous ont permis de mieux comprendre les avis des étudiants pour ce qui est de l'usage des logiciels de simulation en contexte de formation en ingénierie. Certains y voient aux logiciels de type micro-monde un environnement favorisant une parfaite exploration et représentation des concepts abordés en cours. L'étudiant (ENT-Etu2) affirme que :

> **ENT-Etu2** «*A travers l'environnement MATLAB, nous pouvons à présent avoir une représentation des signaux qui sont ou peuvent être assez complexe pour une réflexion. Et il est aussi possible de gérer facilement les signaux aléatoires* ».

Si l'usage des logiciels de type micro-monde présente des atouts indéniables, il reste qu'il exige de la part de l'apprenant des connaissances en programmation. Ces manques de prérequis entrainent aussi bien du côté des apprenants que des enseignants un désaveu des logiciels de type micro-monde et une ruée vers les logiciels de type simulation didactique.

> **ENT-Etu5** « *Je ne m'y connais pas en programmation, je suis perdu dans les activités, la Didactique de Télécommunication sa passe encore puisque je n'ai qu'à apprendre à m'en servi*r ».

Il apparaît que l'usage des logiciels en formation est considérée plutôt comme efficace malgré son usage médiocre lors de la réalisation des travaux à distance. L'étude a montré que les facteurs motivationnels et la socialisation des usages contribuaient au développement cognitif et métacognitif des apprenants au-delà des effets des types d'usages d'outils numériques. L'analyse des discours relevant des salons de discussions ou Chat et des forums permet d'observer que les échanges entre les acteurs font émerger un climat socio-constructif avec un partage d'expériences entre les apprenants déjà en entreprise et les autres qui sont sans emplois. Dans ce partage d'expérience, nous avons recensé les discours allant à suggérer des logiciels professionnels qui très souvent n'étaient pas celle proposée par l'enseignant dans le cours. Ainsi, lors de la phase distancielle ce partage d'expérience entre les acteurs de la formation concours à la mutualisation des compétences et ce faisant contribue à la professionnalisation de la formation. Ce résultat nous réconforte avec notre hypothèse de départ selon lequel la virtualisation des formations professionnelles d'ingénieurs grâce à une diversité d'activités médiatisées avec un usage intensif des logiciels incitatifs et interactifs au regard de la stratégie pédagogique, impacte de manière significative sur le niveau de satisfaction des apprenants en contexte de formation des élèves ingénieurs. Notre analyse des observations nous permet d'affirmer que l'efficacité des apprentissages par les logiciels de simulation ne dépend pas seulement de leur choix approprié et leurs usages intensifs et variés, mais surtout de la stratégie pédagogique et organisationnelle mise en œuvre dans le dispositif de formation d'une part et des facteurs motivationnels des acteurs en présence. Cet avis est également partagé par la recherche conduite autour du dispositif MASTEL ou un des auteurs déclare : « *la diversité et l'usage intensif d'outils numériques ne se suffisent pas pour expliquer leur efficacité dans l'apprentissage, encore moins, favoriser durablement la qualité d'apprentissage et l'évolution des dispositifs par les TIC* » (Njingang Mbadjoing, 2015 : P.217).

Forces et faiblesses de la recherche

Sur le plan institutionnel, la présente recherche permet à l'administration d'avoir une évaluation complète du dispositif de formation à distance quelle abrite depuis une dizaine d'année. Le choix du terrain expérimental est d'une pertinence scientifique certaine. D'abord, le dispositif MASTEL est fonctionnel depuis 2007, ce qui fait qu'en ce moment où la recherche est conduite, le dispositif est à 10 ans d'âge. Le dispositif MASSICO est fonctionnel depuis 2011, ce qui fait qu'en cette année où la recherche est conduite, le programme est à 6 ans d'âge. De plus, la pertinence et la diversité des outils de mesure mobilisée dans cette recherche constituent le deuxième centre d'intérêt de notre choix, il est affirmé aujourd'hui comme quoi les logiciels de simulation en contexte de formation ont un impact positif en apprentissage et en enseignement (Ngunu, 2013 ; Droui, M. EL Hajjami A., 2014 ; Njingand Mabdjoin, 2015). La pluralité des cultures et la répartition géographique des acteurs de la formation fait du terrain expérimental un exemple d'échantillon ouvert et efficace pour une validité des résultats d'une recherche. Ainsi, les entretiens organisés en ligne sans contact avec le chercheur ont donné à chaque apprenant une assurance en le permettant d'être plus libéral possible. D'un autre part, L'ENSP est une école qui a fait ses lettres de noblesse dans la formation des grands cadres d'entreprise qui sont aujourd'hui éparpillés dans les quatre coins du monde. Ce qui a comme conséquence une forte attractivité de ses offres de formation et se faisant une population d'apprenants sélectionnée suivant des critères très sélectifs.

Comme un des acteurs de premier rang, nous chercheurs avons pris beaucoup de recul pour évacuer tout ce qui est préjugé et sentiment afin de laisser émerger le pressenti des apprenants et non de l'enseignant dont nous faisons partie. Les résultats de la présente recherche sont complémentaires à celles qui ont été obtenues autour du dispositif MASTEL (Njingang Mbadjoin, 2015) ou l'auteur s'est penché sur l'évaluation de la composante administrative et organisationnelle du dispositif d'une part et l'impact dudit dispositif de formation sur l'amélioration des compétences professionnelles des enseignants. Sa recherche dégage tout ce qui est pressenti des enseignants et leurs avis sur le dispositif de formation. Dans notre recherche, en faisant plutôt rayonné le point de vu des apprenants, nous rapprochons nos résultats à ceux obtenus dans l'autre recherche et se faisant nous triangulons nos résultats. Il était important pour nous chercheur de prendre une posture neutre de par la fonction que nous occupons dans les dispositifs à la fois pour garantir l'efficacité dans l'évaluation desdits dispositifs et aussi conservé le même recul qu'avait l'autre chercheur ayant travaillé sur le dispositif MASTEL ou lui-même quoi que évaluant ledit dispositif sur le plan institutionnel au

niveau management, organisationnel et le système d'enseignement, n'appartenait pas au collège pédagogique.

Les outils mobilisés pour la collecte de nos données sont inspirés des instruments conçus par les autres équipes de recherches (Droui et al., 2014 ; Njingang Mbadjoin, 2015 ; Ngunu, 2013 ; Trestini, 2012) et ayant conduit aux résultats validés par des comités scientifiques. Nos questionnaires (§ Annexe 2 & 3), entretien semi-directif (§ Annexe 4), grille d'analyse et choix des logiciels de simulation (§ Annexe 5), grille d'encodage et d'analyse des vidéos et des traces (§ Annexe 6 &7) sont des exemples d'outils conçus pour conduire à terme notre recherche. A cet effet, nous avons mobilisé les échelles variées de mesure dans notre protocole d'enquête intégrant les protocoles simples (dichotomiques), continus à l'échelle de Likert ainsi que les échelles nominales et/ou numériques. Cette démarche a donné un atout majeur en notre recherche ou grâce à elle, nous avons levé les possibles ambiguïtés qui se posaient autour des catégories conceptuelles visées par la recherche. En plus, les questions ouvertes au niveau de notre questionnaire, nous ont permis à trianguler certaines réponses recensées au niveau des entretiens semi-directifs et ce faisant ont conduit à enrichir l'analyse des résultats.

La présente recherche souffre de l'inexistence d'un outil de mesure de compétence acquise par l'apprenant et se faisant difficile d'apprécier le savoir-faire voire le savoir-être résultant de l'usage ou non du logiciel de simulation dans ce contexte de formation. Ne disposant pas des droits requis pour extraire le temps passé par chaque apprenant autour d'une activité sur la plateforme, nous n'avons pas pu évaluer l'impact de l'assiduité de l'apprenant sur ses performances académiques et partant impossible de mesurer l'impact de l'usage des logiciels incitatifs et interactifs embarqués sur la plateforme en termes de temps passé par les apprenants autour desdits outils d'apprentissage. Aussi, la recherche a été conduite en se focalisant uniquement aux seuls dispositifs MASTEL & MASSICO, alors qu'il aurait fallu prendre en compte tout l'environnement e-learning au Cameroun ou plusieurs autres dispositifs à l'instar de M2 GAGER de l'Université de N'Gaoundéré, du M2 SIG de l'Université de Douala, du M2 Sémiotique de l'Université de Yaoundé I et la Licence pro en informatique/SI (LACSI) de l'Institut Africain d'Informatique (IAI) du Cameroun.

Porté scientifique de la recherche

La pluralité des outils de collecte et de traitement des données appliquées à un contexte géographique multiculturel qu'est l'Afrique subsaharienne contribuent à la pertinence et à la particularité de son apport sur le plan scientifique. Les universités de cette zone géographique

sont en pleine concurrence avec ceux des pays du nord ou les dispositifs de formation ne sont plus au stade expérimental mais au stade d'industrialisation. Les résultats obtenus ici contribuent à hisser nos dispositifs de formation au standard international et ceci par une évaluation diagnostique des dispositifs au stade actuel de fonctionnement, des formulations de propositions et recommandations aux nouveaux acteurs appelés à monter de nouveaux dispositifs en contexte de formation des sciences pour ingénieurs. Ceci passe automatiquement par une adoption des forces relevées des dispositifs MASTEL & MASSICO de l'ENSP et en corrigeant les faiblesses desdits dispositifs aux vus de nos propositions et recommandations. Il s'agit donc ici d'un cas spécifique de recherche action en développement des dispositifs hybrides de formation en sciences des ingénieurs.

La recherche permet d'aborder des questionnements allant de la phase conceptuelle à la phase d'exploitation des dispositifs de formation à distance en sciences des ingénieurs. Le but recherché étant d'améliorer durablement leur développement en termes d'innovation de projet de formation et de recherche.

Recommandation de la recherche

Les dispositifs MASTEL & MASSICO ayant fait l'objet d'étude dans cette recherche, sont aujourd'hui considérés comme modèle de formation réussi en Afrique subsaharienne. L'évaluation desdits dispositifs sur les plans conceptuel, fonctionnel et organisationnel fait de cette recherche un modèle à suivre par des équipes pédagogiques impliquées dans la mise sur pied d'un dispositif de formation en mode hybride dans le domaine des sciences pour ingénieurs. Les contraintes structurelles et infrastructurelles doivent être surmontées par les équipes de conception en intégrant dans la composante administrative et de gestion des ingénieurs technopédagogues ou la médiatisation via l'intégration des outils de télémanipulation à distance concourait à professionnaliser davantage l'offre de formation.

Le succès dans la mise en œuvre de tel environnement numérique de formation à distance passe par l'accompagnement des politiques ou nous suggérons de légiférer sur la répartition des dividendes de la retombée des bénéfices générés par l'économie numérique ou les acteurs dans le secteur des télécommunications se font énormément d'argent. A supposer que les 1% des fruits de croissance soient dédiés au développement de l'éducation, pour un pays comme le Cameroun qui a vu ce secteur généré 638 milliards de francs CFA de bénéfice en 2015 (Rapport, 2016), ce sera environ 6,4 milliards de francs CFA à injecter dans le secteur éducatif. A travers cette somme, il serait possible de faire une réduction des coûts d'accès à l'internet des

institutions universitaires ou procéder au développement de l'infrastructure de formation par une allocation des espaces cloud aux institutions offrant des formations à distance dans le domaine technologique ou les travaux pratiques à distance demande des espaces dédiés pour l'installation des logiciels et un accès permanent des apprenants. Grâce à la virtualisation des environnements de travail et leur hébergement dans les cloud, il serait possible à travers l'adressage IP d'accroire la connectivité et se faisant réduire le temps de latence au profit des acteurs interagissant via des outils embarqués dans les plateformes de formation.

Perspectives de la recherche

Pour compléter cette étude, il sera question de sélectionner un corpus d'étudiants en formation initiale (présentielle) et un autre corpus en formation continue (distance) autour d'un cours précis faisant recours à l'usage des mêmes logiciels en formation. La double confrontation qui en résultera, permettra de mieux apprécier l'impact de l'usage des logiciels de simulation en contexte de formation des ingénieurs.

La présente recherche n'a pas permis d'évaluer l'impact des logiciels de simulation sur le développement des compétences professionnelles des apprenants en contexte de formation en sciences des ingénieurs. Dans l'avenir, il faudra s'y pencher afin de répondre de manière précise les effets des usages des logiciels sur les apprenants en milieu socioprofessionnel.

Une autre piste future de recherche pourra consister à étudier l'impact des logiciels incitatifs et interactifs sur l'apprentissage des sciences pour ingénieurs. Le but visé ici étant celui de mesurer les effets des technologies embarquées dans les plateformes de formation à distance comme Moodle dans notre cas d'étude. Entre autre, il sera question d'évaluer l'efficacité de ses technologies embarquées dans les plateformes sur l'intégration des outils en EAIH dans la mise en œuvre des bancs d'essais expérimentaux de manipulation pratique à distance. Cette piste pourra éclairer notre lanterne sur le développement des compétences professionnelles des apprenants ainsi que les nouvelles attitudes qui émergent des usages résultant de l'intégration des outils de téléTP dans les plateformes de formation en sciences des ingénieurs.

Nous proposons également d'analyser l'influence du statut des apprenants sur le transfert des compétences dans ces dispositifs hybride de formation. En effet, certains apprenants sont issus du milieu académique et d'autres du monde de l'entreprise. Il sera question dans ce volet de recherche, d'étudier l'influence qu'exerce l'apprenant venant du milieu professionnel sur l'apprenant venant du milieu académique et inversement. Une piste de solution étant l'analyse

des traces d'opération incitatives (forums, wiki, devoirs, etc.) et interactives (Salons de discussions ou chat).

BIBLIOGRAPHIE

Akouete-Hounsinou, M. F. (2012). *La formation continue à distance des enseignants du secondaire au Bénin: réalités et perspectives*. Thèse de doctorat. Université de Montréal.

Albero Brigitte (2010). Une approche sociotechnique des environnements de formation - Rationalités, modèles et principes d'action. *Education et didactique*, vol. 4, n° 1, pp. 7-24.

Allen I. Elaine et Seaman Jeff (2004). *Entering the mainstream: the quality and extent of online education in the United States, 2003 and 2004*. The Sloan Consortium, 2004, disponible [en ligne] sur: http://www.sloan-c.org/publications/survey/pdf/entering_mainstream.pdf (dernière consultation en Janvier 2019).

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.

ASF de Bretagne, (2007). *GREF de Bretagne, Expérimentation FOAD - Réseau Atelier des Savoirs Fondamentaux de Bretagne - Bilans quantitatifs et technico-pédagogiques*, GREF de Bretagne, février 2007

Balacheff N., Baron M., Desmoulin C., Grandbastien M., Vivet M., (1997). Conception d'environnements interactifs d'apprentissage avec ordinateur, tendances et perspectives. *PRC-GDR IA'97*, 1997, p. 315-337.

Bandura, A. (2003). *Auto-efficacité: le sentiment d'efficacité personnelle*. Bruxelles: De Boeck.

Baron G.-L., (2001). *Usages éducatifs des technologies de l'information et de la communication : quelles nouvelles compétences pour les enseignants ?* in séminaire Compétences, INRP. Alava S., (Dir) (2000), Cyberespace et formations ouvertes : vers une mutation des pratiques de formation ?, éd. De Boeck.

Barrette, C. (2004). Vers une métasynthèse des impacts des TIC sur l'apprentissage et l'enseignement dans les établissements du réseau collégial québécois : De la recension des écrits à l'analyse conceptuelle. http://clic.ntic.org/cgi-bin/aff.pl?page=accueil&id=55. Visité le 30 juin 2012

Barrette, C. (2005). Vers une métasynthèse des impacts des TIC sur l'apprentissage. *Bulletin Clic*, Montréal. Récupéré le 21 mars 2017 de http://clic.ntic.org/cgibin/aff.pl?page=article&id=1060

Basque, J., Lundgren-Cayrol, K. (2002). Une typologie des typologies des applications des TIC en éducation. *Sciences et Techniques éducatives*, 9(3-4), 263-289.

Baudouin C., Beney M., Chevaillier P., Le Pallec A., (2007). Recueil de traces pour le suivi de l'activité d'apprenants en travaux pratiques dans un environnement de réalité virtuelle. *Revue Sticef*, Volume 14, 2007. http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2007/07-baudouin/sticef_2008_baudouin_07p.pdf, site consulté le 14 juin 2018.

Béché Emmanuel (2016). État des lieux de la recherche sur les formations ouvertes et à distance en Afrique subsaharienne francophone. *Distances et médiations des savoirs* [En ligne], 14 | 2016, mis en ligne le 20 juin 2016, consulté le 08 janvier 2019. URL : http://journals.openedition.org/dms/1401 ; DOI : 10.4000/dms.1401

Belmondo, C., (2002). *La création de connaissances dans les groupes de travail*. Thèse de doctorat, Université Paris-IX Dauphine, 453 pages.

Bélisle, C. (2003). *Médiatiser l'apprentissage aujourd'hui*. in Barbot, M.-J. & Lancien, T. (dirs). "Médiation, médiatisation et apprentissages". In Notions en Questions, n°7, pp. 21–34. ENS Éditions.

Benbasat, I. Goldstein, D. K. And Mead, M. (1987). *The Case Research Strategy in Studies of Information Systems*. MIS Quarterly, 11 (3), 369-386.

Beney M., Sere M.-G. (2001). Entre réussir et comprendre ou de l'effet des consignes opératoires sur la compréhension des procédures de mesurage en TP de physique de 1er cycle universitaire. *Didaskalia* n° 19, p. 9-37.

Berrouk, S., (2010). *Fonctions tutorales en formation à distance: Etude des pratiques des tuteurs et de leurs perceptions du métier*. Thèse de doctorat, université de Cergy Pontoise : France

Bertrand Isabelle, (2003). Les dispositifs de FOAD dans les établissements d'enseignement supérieur : transfert ou intégration ? *Distances et savoirs*. 1/2003 (Vol. 1), p. 61-78 URL: www.cairn.info/revue-distances-et-savoirs-2003-1-page-61.htm. DOI : 10.3166/ds.1.61-78.

Bétrancourt, M. (2003). Outil cognitif ou gadget ? *Psychoscope* 8/2003 vol 24. Journal Suisse des psychologues FPS.

Bibeau, R. (1998). *Quand Dewey surfe sur le Revue de l'association ÉPI*. No 97. 1998. 2ème édition, mai 2002. Paris (France). http://www.robertbibeau.ca/ Dernière consultation 23 juin 2015

Biggs, J. (1994). *Student Learning Research and Theory - where do we currently stand?* in Gibbs, G. (ed.) Improving Student Learning - Theory and Practice. Oxford: Oxford Centre for Staff Development. Consulté le 29/03/2018 http://www.londonmet.ac.uk/deliberations/ocsldpublications/isltp-biggs.cfm

Biggs, J. (1999). *Teaching for quality learning at university*. Buckingham: Society for Research into Higher Education and Open University Press.

Biggs, J., Kember, D., & Leung, D. Y. P. (2001). The revised two-factor study process questionnaire: R-SPQ-2F. *British Journal of Educational Psychology*, 71, 133-149.

Blandin, B. (2002). Les mondes sociaux de la formation. Education Permanente, Les TIC au service des nouveaux dispositifs de formation, (152), 199-211.

Bloom, B. S.(1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals, by a committee of college and university examiners. *Handbook 1. Cognitive domain*. New York, Longmans.

Bonamy, J., Charlier, B. et Saunders, M. (2002). *Issues in the organisational and change context for case study courses in Recre@sup*. Namur: Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix.

Boud, D. et Knights, S. (1996). *Course design for reflective practice*. In N. Gould et I. Taylor (dir.), Reflective learning for social work: research, theory and practice (23-34). Aldershot, Arena: Ashgate Publishing.

BM (1994). *These institutions produce new knowledge through research, serve as conduits for the transfer, adaptation, and dissemination for knowledge generated elsewhere in the world, and support government and business with advice and consultancy services.* The World Bank, Higher Education, the lessons of experience, Washington D.C, The World Bank, 1994 :1

BM (2002). The World Bank, Constructing knowledge societies: new challenges for tertiary education, Washington D.C., The World Bank, 2002: xix

Brondin, E. (2002). Innovation, instrumentation technologique de l'apprentissage des langues : des schèmes d'action aux modèles de pratiques émergentes. Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale, de la recherche, Université du Maine, Le Mans, France alsic.org ou alsic.u-strasbg.fr Vol. 5, Numéro 2, décembre 2002

Bruillard, E., Komis, V. et Laferrière, T. (dir.). (2012). TIC et apprentissage des sciences : promesses et usages. *Recherches en didactique des sciences et des technologies* (RDST), 6.

Burton, R., Borruat, S., Charlier, B., Coltice, N., Deschryver, N., Docq, F., Eneau, J., et al. (2011). Vers une typologie des dispositifs hybrides de formation en enseignement supérieur. *Distances et Savoirs*, 9(1), 69–96.

Capobianco, B., Lehman, J. (2004). Using Technology to Promote Inquiry in Elementary Science Teacher Education: A Case Study of One Teacher Educator's Initiatives. *Society for Information Technology and Teacher Education International Conference 2004* Vol. 1 pp. 4625-4630. http://p3t3.education.purdue.edu/ SITE_2004_Capobianco.pdf Dernière consultation 27 mai 2018.

Camillan Huang (2003). Changing learning with new interactive and media-rich instruction environments: virtual labs case study report. *Computerized Medical Imaging and Graphics* 27 (2003) 157–164.

Carré, P. & Caspar, P. (1999). *Traités des sciences et des techniques de la formation*. Paris : Dunod.

Cerisier, J.-F. (2000). *Médiatisation des interactions et apprentissages collaboratifs en réseau*. Thèse de Doctorat sous la Direction de Mme G. Jacquinot, UFR 8, Sciences de l'Éducation, Université de Paris 8.

Chacon, F., (1992). A taxonomy of computer media in distance education. *Open Learning*, vol. 7, no 1, 1992, p. 12-27.

Charlier, B., Deschryver, N. & Peraya, D. (2006). Apprendre en présence et à distance à la recherche des effets des dispositifs hybrides. *In Distances et savoirs*, vol. 4, n°4, pp. 469-496, accessible en ligne : http://www.cairn.info/revue-distances-et-savoirs-2006-4-page469.htm (lien consulté le en août 2017).

Charlier, B. Peraya, D. (Eds) (2002*). Apprendre les technologies pour l'éducation : analyses de cas, théories de référence, guides pour l'action*. Bruxelles : De Boeck.

Charlier B. et Denis B. (2002). Articuler distance et présence dans une formation d'adultes en Technologie de l'Education. *Colloque de l'AIPU* (Association Internationale de Pédagogie Universitaire), Louvain-La-Neuve (Belgique). http://www.unifr.ch/didactic/article.php3?id_article=13 (consulté en décembre 2018).

Charlier B. et Henri F.(2004). Démarche d'évaluation, communauté de pratique et formation professionnelle. *Revue suisse des sciences de l'éducation*, 26 (2), 2004.

Charlier B., Nizet J. et Van Dam D (2006). *Voyage au pays de la formation des adultes : dynamiques identitaires et trajectoires sociales*. Paris, L'Harmattan, 2006.

Chekour Mohammed, Mohammed Laafou, Rachid Janati-Idrissi (2016). Vers l'introduction du simulateur Pspice dans l'enseignement de l'électricité : Cas du Tronc commun Sciences. https://www.epi.asso.fr/revue/articles/a1505e.htm (consulté le 16 octobre 2019).

Choi, B. S. et Gennaro, E. (1987). The effectiveness of using computer simulated experiments on junior high students' understanding of the volume displacement conce pt. *Journal of Research In Science Teaching*, n° 24, p. 539-552.

Cholmsky, P. (2003). Why GIZMOS Work : Empirical Evidence for the Instructional Effectiveness of Explore Learning's Interactive Content. http://www.explorelearning.co m (consulté le 12 juin 2016)

Claire Peltier, (2010). *TICE : quels usages à la Faculté des sciences de l'Université de Genève ?* Rapport de stage MALT de l'université de Genève. https://plone.unige.ch/ntice/documentation-ntice/cp_vfinale_etude_fac_sciences_10.pdf , site consulté le 2 février 2018.

Clements, D. H. et McMillen, S. (1996). Rethinking "Concrete" Manipulatives. *Teaching Children Mathematics*. 2(5), p. 270-279.

Creswell John W. (1998). *Qualitative Inquiry and Research Design*. Choosing Among Five Traditions, Thousand Oaks, London Delhi : Sage Publications. Inc.

Daele, A. & al. (2002). "WP2 – Conception, mise en œuvre, analyse et évaluation de scénarios pédagogiques recourant à l'usage des Technologies de l'Information et de la Communication", accessible en ligne : http://tecfa.unige.ch/proj/recreasup/rapport/WP2.pdf (lien consulté le 07/07/2018).

Daele, A. et Lusalusa, S. (2003*). Les apprentissages vécus par les étudiants*. In B. Charlier et D. Peraya (dir.), Technologie et innovation en pédagogie. Dispositifs innovants de formation pour l'enseignement supérieur. Bruxelles: De Boeck.

Damiani E., Hounsou Joêl T., Houngue Pélagie Y. E., Frati Fulvio, Odjo Brigitte and Romaric A. Tchokpon, (2010). Enseignement à distance avec les laboratoires virtuels « open source » : expériences de collaboration internationale. *ResearchGate*. January 2010. See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/228960541 consulté en avril 2019.

Darke, P., Shanks, G. and Broadbent, M. (1998). Successfully completing case study research: combining rigor, relevance and pragmatism. *Information Systems Journal*, 8, 273-289.

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), p. 319-340.

Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York, Plenum.

Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1991). *A motivational approach to self: Integration in personality*. In R.A. Dientsbier (dir), Perspectives on motivation. Netbraska Symposium on motivation (pp.237-288). Lincoln: University of Nebraska Press.

Deci, E.L. & Ryan, R.M. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55, 68-78.

De Lièvre, D., Temperman, G. (2008). Trois modalités de structuration d'un forum collaboratif : comment les étudiants les jugent-ils ? *Actes du colloque "Journées Communication et apprentissage instrumenté en réseau" (JOCAIR)*, Université d'Amiens, 27 au 29 Août 2008, Accepté pour publication. 12p. Forum de discussion, opinions, outil de travail collaboratif.

De Lièvre, B., Temperman, G., Cambier J B., Decamps, S., Depover, D. (2009). Analyse de l'influence des styles d'apprentissage sur les interactions dans les forums collaboratifs.

De JONG T. (1991). Learning and instruction with computer simulations. *Education & Computing*, n° 6, 1991

De JONG, T. & all (1994). SMISLE: System for Multimedia Integrated Simulation Learning Environments. *In Design and Production of Multimedia and Simulation-Based Learning Material*. Kluwer Academic Publishers, 1994

De JONG, T. Van Jooligen, W (1996). Discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *IST-Memo*-96-O2, University of Twente, 1996.

Denis, B. (1993). Quels usages des logiciels mettre en oeuvre en contexte éducatif ? http://www.agers.cfwb.be/pedag/tice/sugg/Article%20UPTICE1.pdf2 Dernière consultation 24 mai 2016.

Depover, C. et Orivel, C. (2012). Les pays en développement à l'ère de l'e-learning. Paris : IIPE.

Depover, C. et Jaillet, A. (2011). Un master à distance pour une formation aux technologies éducatives. Le diplôme UTICEF-ACREDITE. Agence universitaire de la francophonie (AUF). *A paraître*.

Depover C., Quintin J.-J., Bruno De Lièvre (2003). *Un outil de scénarisation de formations à distance basées sur la collaboration*. Desmoulins, C., Marquet, P., Bouhineau, D. Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain 2003, Apr 2003, Strasbourg, France. ATIEF ; INRP, pp.469-476, 2003, <ISBN : 273420911 ; http://archiveseiah.univ-lemans.fr/EIAH2003/>. <edutice00000166>

Depover C., De Lièvre B., Temperman G. (2006). Points de vue sur les échanges électroniques et leurs usages en formation à distance. Revue STICEF, Volume 13, 2006, Rubrique, ISSN : 1764-7223, mis en ligne le 28/02/2007, http://sticef.org

Depover, C., Karsenti, T. et Komis, V. (2007*). Enseigner avec les technologies: Favoriser les apprentissages, développer les compétences*. Québec, QC : Presses de l'Université du Québec.

Deschryver N., Lebrun M. (2014). Dispositifs hybrides et apprentissage : Effets perçus par des étudiants et des enseignants du supérieur. *Education & Formation* – e-301 – Mai 2014, P. 78-97

Deschryver N. et Charlier B., 2012. *Dispositifs hybrides, nouvelle perspective pour une pédagogie renouvelée de l'enseignement supérieur*. Rapport final. Programme Education et formation tout au long de la vie S03228-LLP-I-2009-1-FR-ERASMUS-EMHE http://archive-ouverte.unige.ch/unige:23102 (lien consulté le 25 mars 2018).

Deschryver, N. (2008). *Interaction sociale et expérience d'apprentissage en formation hybride*. Thèse de doctorat. Co-dir. Charlier B. et Peraya, D. Université de Genève.

Deschryver, N. & Peraya, D. (2004). Réalisation d'un dispositif de formation entièrement ou partiellement à distance : Univ. Genève. (staf 17, tecfa, 20032004).http://tecfa.unige.ch/tecfa/teaching/FFL/Textes/Textes_obligatoires/miel_. dipositif_fe pad.pdf (consulté le 2 mai 2018).

Dessaint M. P. (1995). La conception de cours, Guide de planification et de rédaction. Ste-foy (QC): Presses de l'Université du Québec.

Dessus P., Lemaire B. et Baillé J., 1977. Études expérimentales sur l'enseignement à distance. http://webcom.upmf-grenoble.fr/sciedu/baille/ste97.pdf (consulté 04 avril 2016)

De Vries, E. (2001). Les logiciels d'apprentissage: panoplie ou éventail? *Revue Française de Pédagogie*, 137, 105-116.

Dillenbourg, P. (2002). *Over-scripting CSCL : The risks of blending collaborative learning with instructional design*. In : P.A. Kirschner (Ed.). Three worlds of CSCL : Can we support CSCL ? Den Haag : Open Universiteit.

Dillenbourg, Pierre (2006). The solo/duo gap. *Computers in Human Behavior* 22.1 (2006): 155-159.

Diop, M. L. (2015). E-Learning dans l'enseignement supérieur au Sénégal : entre succès et tensions. Cas de deux établissements de l'université de Dakar. Repéré à http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article352 (consulté le 15 janvier 2019).

Dirckinck-Holmfeld, L., Lorentsen, A. (2003), Transforming university practice through ICT-integrated perspectives on organizational, technological, and pedagogical change. *Interactive Learn. Environ*., vol. 11, no. 2, pp. 91–111.

Dogbe-Semanou D.A.K. (2008). *Mise en œuvre d'un dispositif de formation au travail universitaire à l'Université de Lomé (Togo)*. Projet-FTU, Rapport accessible au lien : http://www.foad-mooc.auf.org/IMG/pdf/Memoire_IPM_08__dogbe_tg.pdf (consulté le 04 janvier 2019).

Doise, W. & Mugny, G. (1997). *Psychologie sociale et développement cognitif*. Paris : Armand Colin.

Docq, F., Lebrun, M., et Smidts, D. (2010). Analyse des effets de l'enseignement hybride à l'université : détermination de critères et d'indicateurs de valeurs ajoutées. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, Vol. 7(3), p. 48-59. Disponible sur Internet : http://www.ritpu.org/IMG/pdf/RITPU_v07_n03_47.pdf (Consulté le 27 mars 2019).

Droui, M. EL Hajjami, A (2014). Simulations informatiques en enseignement des sciences : apports et limites. *Revue EpiNet*, n° 164, avril 2014. http://www.epi.asso.fr/revue/articles/a1404e.html , dernière consultation juin 2016.

Durey Alain and Beaufils Daniel (1998). L'ordinateur dans l'enseignement des sciences physiques : questions de didactique. *8èmes Journées Informatique et Pédagogie des Sciences Physiques* - Montpellier 1998, page 63-74.

Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. Annual Review of Psychology, 53, 109-132. Self-Determination Theory. http://www.scp.rochester.edu/SDT/. Visité le 23 juin 2015.

Ecuyer, R. (1990). *Méthodologie de l'analyse développementale du contenu. Méthode GPS et concept de soi*. Sillery, Presses de l'Université du Québec.

Endrizzi L., Rey O. (2008). L'évaluation au cœur des apprentissages. *Revue de littérature qui appartient à la collection des Dossiers d'actualité de la veille scientifique*, 2008. <halshs-00473757>

Engeström, Y., (2003). *Developmental Studies of Work as a testbench of activity theory: the case of primary care medical practice*. In Chaiklin, S. et Lave, J. ed Understanding Practice : Perspectives on Activity and Context, Cambridge : Cambridge University Press, pp. 63-104.

Eisenman, L., Hill, D., Bailey, R. et Dickison, C. (2003). The beauty of teacher collaboration to integrate curricula: professional development and student learning opportunities.

Journal of Vocational Education Research, 28 (1), http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JVER/v28n1/eisenman.html.

EPT (2008). *Rapport mondial de suivi de l'Éducation pour tous*. Banque mondiale.

Entwistle, N. (2003a). Concepts and conceptual frameworks underpinning the ETL Project. Edinburgh: School of Education, University of Edinburgh.

Entwistle, N. (2003b). *Enhancing teaching-learning environments to encourage deep learning*. In E. Decorte(dir.), Excellence in Higher Education (83-96). London: Portland Press.

Ernst & Young (2003). *Rapport Ernst & Young – IPSOS.* juillet 2003 http://www.educnet.education.fr (consulté en juin 2018).

Erhan Delen, Jeffrey Liew (2016). The Use of Interactive Environments to Promote Self-Regulation in Online Learning: A Literature Review. *European Journal of Contemporary Education*, 2016, Vol. (15), Is. 1

Fongang Ewoussoua, R. L., et Tonye, E. (2009, juin). Intégration de Raptivity et de Moodle pour la conception de contenu interactif dans un processus de formation à distance : cas du Master en Télécommunications (MASTEL) à l'École nationale supérieure polytechnique de Yaoundé au Cameroun. *Communication présentée à la Rencontre Moot Moodle* INSA de Lyon.

Fonkoua, P. (2002). *Les enjeux didactiques de la formation à distance basée sur les techniques nouvelles de l'information et de la communication*. In Premier Séminaire national sur la formation distance, Editeur Presses Universitaires de Yaoundé, Juin 2002, pp. 22-26.

Fonkoua P., (2006a). *Approche conceptuelle de la « ticelogie » ou science de l'intégration des TIC dans la formation des formateurs*. Collection Rocare-Cameroun, Editions terroirs « Intégration des TIC dans le processus enseignement apprentissage au Cameroun. P.223-234.

Fonkoua P., Endom Amougou R. (2006b). *TIC et enseignement à l'ITSE*. Collection Rocare-Cameroun, Editions terroirs « Intégration des TIC dans le processus enseignement apprentissage au Cameroun. P.223-234.

Fonkoua, P. (2007). *Quels futurs pour l'éducation en Afrique?* Edition Harmattan : http://www.editions-harmattan.fr/index.asp?navig=catalogue&obj=livre&no=22750 (consulté en avril 2018)

Fonkoua, P. (2008). *Intégration des TIC dans le processus enseignement-apprentissage au Cameroun.* Yaoundé, Cameroun : Éditions terroirs, collection 'ROCARE-Cameroun.'

Fonkoua, P., Marmoz, L. (2011*). La décentralisation de l'éducation en Afrique subsaharienne* In (dir, Fonkoua, p). Développement éducation en Afrique noire. Congo Brazzaville Gabon Guinée Conakry Kenya, Tchad, Togo, Congo-Brazzaville, Guinée Conakry. EditionHarmattan:http://www.editionsharmattan.fr/index.asp?navig=catalogue&obj=livre&no=32964 (consulté en août 2017).

Forestier A., Martel M., (2012) Évaluation formative et mise en place d'une pédagogie différenciée efficace. *Education*. 2012.

Fotsing, J., Njingang, T., Tonye, E. (2012). Médiation et médiatisation comme concepts techno pédagogiques dans les dispositifs d'enseignement des sciences de l'ingénieur en EAD/FAD In Technologies et société. *4ème colloque EG@2012 International*. Du 04 au 06 décembre 2012 à l'Ecole polytechnique (ENSP). Université de Yaoundé 1-Cameroun.

Fotsing, J., Fonkoua, P. (2017). Usages des logiciels en enseignement à distance comme alternative des travaux pratiques en formation en ingénierie : étude évaluative en MASTEL de l'ENSP. *Conférence Internationale RAFFEIT*, Novembre 2017.

Gagnebin, A., Guignard, N., & Jaquet, F. (1997). Apprentissage et enseignement des mathématiques. Neuchâtel: Corome.

Galand, B. & Frenay, M., (EDS.), (2005). L'approche par problèmes et par projets dans l'enseignement supérieur : Impact, enjeux et défis. Louvain-la-Neuve, *Presses Universitaires* de Louvain.

Gauthier,B. (réd.) (1997). Recherche sociale: de la problématique à la collecte des données. 3e édition, *Presses de l'Université* du Québec, Sainte-Foy, 529p.

George S. (2001), *Apprentissage collectif à distance. SPLACH : un environnement informatique support d'une pédagogie de projet*. Thèse en Informatique, Université du Maine.

Gibbons, J. et Gray, M. (2002). An integrated and experience-based approach to social work education: The Newcastle model. *Social Work Education*, 21 (5), 529549.

Glikman, V. (2002). Des cours par correspondance au elearning. Paris: PUF. Henri, F. et Kaye, A. (1985). Le savoir à domicile. Pédagogie et problématique de l'enseignement à distance. Québec: *Presses de l'Université du Québec*, TéléUniversité.

Gloria Cortés Buitrago (1999). *Simulations et contrôle pédagogique : architectures logicielles réutilisables*. Autre [cs.OH]. Université Joseph-Fourier - Grenoble I, 1999. Français. <tel-00004821>

Gnanou R., (2007). *Enjeux des TIC dans le domaine de la formation, Chapitre 1 de Pédagogie en ligne: méthodes et outils*. Ouvrage collectif sous la direction de Michel Arnaud, Editions EDUCAWEB, Paris, 2007, ISBN 978-2-9525658-3-7, chap. 1

Gobin, V., Barka, A., Ferrieres, X., Grando, J. (2002). La modélisation électromagnétique au bénéfice des études de signatures d'antennes, de signatures radar et de compatibilité électromagnétique: le projet PAME. REE. *Revue de l'électricité et de l'électronique*, (3), 62-67.

Grabe, M. et Grabe, C. (1996). *Integrating Technology for Meaningful Learning*. Boston : Houghton Miflin Co.

Granjon, F. (2010). Le « non-usage » de l'internet : reconnaissance, mépris et idéologie. *Questions de communication*, 18, 37-62.

Gros, B. (2001). Instructional design for computer-supported collaborative learning in primary and secondary education. *Computer in Human Behavior*, 17, p. 439-451

Guéraud V., J-P. Pernin, J-M. Cagnat, G. Cortés (1999). Environnements d'apprentissage basés sur la simulation : propositions d'outils auteur et expérimentations. *Sciences et techniques éducatives*, 1999, p.1-54.

Guidon, J. et Wallet, J. (dir.). (2007). *Formation à distance en Afrique subsaharienne : Études comparées*. Paris : UNESCO/BREDA.

Guilaine Thébault (2009). *Internet and the Dynamics of Higher Education Institutions: the Role of Distance Learning – Case Studies in Senegalese Universities*. Political science. Institut d'études politiques de Bordeaux, 2009. French. <tel-00438829>

Guyomar A. (2011). Insertion d'un dispositif d'enseignement basé sur les Technologies de

l'Information et de la Communication " Une approche systémique afin de favoriser le passage de l'intentionnel vers l'opérationnel ". *Education*. Université de Cergy Pontoise, 2011. Français. <tel-00700432>

Harris, J., (1995) Organizing and Facilitating Telecollaborative Projects. *The Computing Teacher*, vol. 22, no 5, 1995, p. 66-69.

Hebenstreit, J (1992). Une rencontre du troisième type : simulation et pédagogie. In G.-L. Baron et J. Baudé (Eds), *Actes du Colloque L'intégration de l'informatique dans l'enseignement et la formation des enseignants* (p. 80-87). Paris : EPI-INRP. http://epi.asso.fr/revue/dossiers/d12p080.htm (Consulté le 12 juillet 2017).

Henri, F.(1991). Computer Conferencing and Content Analysis. In A. Kaye (Ed), Collaborative learning Through Computer Conferencing (NATO ASI Series, F, 90) (p. 117137). Berlin : *Springer Verlag*.

Henri, F. & Lundgren-Cayrol, K. (2001). Apprentissage collaboratif à distance. Pour comprendre et concevoir des environnements d'apprentissage virtuels. Presses Universitaires du Québec.

Henri, F., Charlier, B., Peraya, D. (2006). Les forums de discussion en milieu éducatif, témoignage sur les pratiques de recherche. In premières journées de communication et apprentissages instrumentés en réseau. *Colloque JOCAIR'06*, Amiens, 6-7 juillet 2006.

Herzog, J.M., Forte, E.N. (1994). A Goal Oriented Simulation in Chemical Thermodynamics. *International Conference on Computer Aided Learning and Instruction in Science and Engineering*, CALISCE'94, Paris, 1994.

Hoby Andrianirina (2011). *Analyses des usages d'un dispositif hybride d'apprentissage du français et éléments pour un appui à la conception de dispositifs en contexte malgache*. Linguistique. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, 2011. Français. <NNT : 2011CLF20019>. <tel-00690165v2>

Huberman, M., & Miles, M.B. (1991*). Analyse des données qualitatives: recueil de nouvelles méthodes*. Bruxelles: De Boeck Université.

Huberman, M.A., & Miles, M.B. (1994). *Data management and analysis methods*. Dans N.K Denzin & Y.S Lincoln (Eds), Handbook of Qualitative Research (pp. 428-444). London/New Delhi : SAGE Publications.

Hy-Sup (2009-2012) - *Extrait du Podcast des recherches Européennes* Hy-Sup de 2009 à 2012 : http://www.sites.univ-rennes2.fr/webtv/appel_film.php?lienFilm=562 (consulté le 10/10/2016).

Inzoli, A. et Zouya Mimbang, L. (2013). The Intercultural Perspective of e-Learning Programs and the Use of New Technologies in Africa. *Communication présentée au IIIe congrès de University Network for Development Cooperation* (CUCS). Imagining Cultures of Cooperation : Universities Networking to Face the New Development Challenges (p. 40-46). Université de Turin.

Jaillet, A. (2005). Peut-on repérer les effets de l'apprentissage collaboratif à distance ? *Revue, Distance et Savoirs* 1 2005/ (vol. 3). P. 49-66) http://www.cairn.info/revue-distanceset-savoirs-2005-1-page-49.htm (consulté le 20/02/2018).

Jaillet, A. (2006a). L'importance de l'interactivité éducative dans les discussions synchrones numériques. *Revue Canadian Journal of éducation*, 29, 4 (2006) : 949-974

Jaillet, A. (2006b*). Manuels scolaires et films pédagogiques*, Mars 2006

Jézégou, A. (2008). Apprentissage autodirigé et formation à distance. *Distances et Savoirs*, 6(3), 343 - 364.

Jonassen, D. H., « Supporting communities of learners with technology: A vision for integrating technology with learning in schools ». *Educational Technology*, vol. 35, no 4, 1995, p. 60-63.

Kane, O. (2008). La FAD en Afrique francophone : éléments historiques et enjeux récents. *Distance et Savoirs*, 6, 69-82. DOI : 10.3166/ds.6.69-82

Karsenti, T., & Savoie-Zajc, L. (2000). *Introduction à la recherche en éducation*. Sherbrooke: éditions du CRP.

Karsenti, T., Savoie-Zajc, L., Larose, F. (2001). Les futurs enseignants confrontés aux TIC : changements dans l'attitude, la motivation et les pratiques pédagogiques. In Le renouvellement de la profession enseignante : tendances, enjeux et défis des années 2000, Volume XXIX , No 1, printemps 2001. http://www.acelf.ca/c/revue/revuehtml/29-1/03-Karsenti.html (consulté le 15/04/2018)

Karsenti, T. (1999). Comment le recours aux TIC en pédagogie universitaire peut favoriser la motivation des étudiants : le cas d'un cours médiatisé sur le Web. *Cahiers de la recherche en éducation*, 4 (3), 455-484.

Karsenti, T. (2006). Comment favoriser la réussite des étudiants d'Afrique dans les formations ouvertes et à distance (FOAD) : principes pédagogiques. TICE et développement 2 (9), 9-23. http://karsenti.scedu.umontreal.ca/pdf/publications/2006/reussite_foad.pdf. Visité le 23 mai 2018

Karsenti, T. et Alii (2007). *Conditions d'efficacité des TIC en pédagogie universitaire pour favoriser la persévérance et la réussite aux études*. Rapport de recherche, Université de Montréal. [FQRSC_TIC_Uni.pdf]

Karsenti, T. et Collin, S. (2011). Les formations ouvertes à distance, leur dynamique et leur contribution en contexte africain. *Distance et Savoirs*, 9, 493-514. DOI : 10.3166/ds.9.493-514

Karsenti, T. et Fievez, A. (2013). *L'iPad à l'école: usages, avantages et défis : résultats d'une enquête auprès de 6057 élèves et 302 enseignants du Québec (Canada)*. Montréal, QC : CRIFPE.

Karsenti, T., Depover, C., Collin, S., Jaillet, A., & Peraya, D. (2013a*). L'expérience de 2416 étudiants à distance : résultats d'une enquête longitudinale sur les formations à distance soutenues par l'AUF*. Dans Pierre-Jean Loiret (Ed.) Un détour par le futur. Les formations ouvertes et à distance à l'Agence universitaire de la Francophonie, 1992-2012 (p. 45-66). Paris: Éditions archives contemporaines.

Kelly, L., Morrell, M., Beasley, J. (2006). Delivering laboratory based courses via distance education. in *Proc. Science, Engineering and Technology Education Conf.*, Las Cruces, NM, pp. 10–14.

Kennepohl, D. (2001). Using computer simulations to supplement teaching laboratories in chemistry for distance delivery. *Journal of Distance Education*, 16(2), p. 58-65.

Khalid Ahaji, Mohamed Droui, Said Zahim, Benaissa Badda, (2014). Évaluation d'innovations en TIC et Expérimentation d'un logiciel d'Optique Géométrique. *frantice.net*, numéro 9, novembre 2014

Kokou Awokou. De l'utilisation des médias et des technologies de l'information et de la

communication dans l'éducation de 1960 à 2006. Le cas du Togo. *Education*. Université de Rouen, 2007. Français. 〈tel-00139109〉

Kuutti, K. (1996). Activity Theory as a Potential Framework for Human-Computer Interaction Research. In Context and consciousness: Activity theory and human computer interaction (ed. B.A. Nardi) pp. 17-44. MIT Press, Cambridge, MA, 1996

Lazarowitz, R. et Huppert, J. (1993).Science process skills of 10th-grade biology students in a computer-assisted learning setting. *Journal of Computing In Education*, 25, p. 366 382.

Lacourse, F. (2004). *La construction des routines professionnelles chez de futurs enseignants de l'enseignement secondaire : intervention éducative et gestion de la classe*. Thèse de doctorat, Faculté d'éducation, Université de Sherbrooke.

Lamago, M. F. (2011). La formation continue à distance des enseignants au Cameroun. Enjeux et nouveaux défis pour l'école normale supérieure. Repéré à http://isdm.univ-tln.fr/PDF/isdm39/Article_Isdm_Ticemed09_Lamago%20ok.pdf

Lameul, G. (2005). Questionnement relatif au concept de dispositif. 6ème colloque sur l'Autoformation, Montpellier, 3-4 et 5 décembre 2001. http://www.educagri.fr/reseaux/cdr/colloq2001/Lameul.pdf. (consulté le 28 juin 2016)

Lameul, G., Peltier, C., Charlier, B. (2014). Dispositifs hybrides de formation et développement professionnel. https://archive-ouverte.unige.ch/unige:23093/ATTACHMENT01 (consulté le 22/07/2018)

Lancien, T. (2003). Médiation, médiatisation et apprentissages. In *Médiations et médiatisation et apprentissages*, Barbot, M.-J. (dir.), Notions en Questions, n°7, pp. 9-13.

Larose, F. et Jaillet, A. (dir.) (2009*). La trace en enseignement et formation: analyse et usages*. Paris : L'Harmattan.

Lebrun, M. (2011a) Impacts des TIC sur la qualité des apprentissages des étudiants et le développement professionnel des enseignants : vers une approche systémique. *Revue Sticef.org*: http://telearn.archives-ouvertes.fr/docs/00/69/64/43/PDF/LEBRUN-MARCEL2011.pdf (Consulté le 5 février. 2018).

Lebrun, M. (2011b). Dispositif hybride et flipped classrooms. Blog de M@rcel. Disponible sur Internet : http://lebrunremy.be /WordPress/?p=583 (Consulté le 20 Novembre 2012).

Legendre, R. (1993). *Dictionnaire actuel de l'éducation* (2e éd.). Montréal/Paris: Guérin/Eska.

Legrain, H. (2003). *Motivation à apprendre : mythe ou réalité* ? Paris, L'Harmattan.

Leontiev, A.N., (1976). *Le développement du psychisme*. Paris : Editions sociales.

Lekeaka Alemnge, F. (2015). Distance Education at the University of Buea, Cameroon. *Journal of Educational Policy and Entrepreneurial Research*, 2(1), 34-42.

Linard, M. (1998). L'écran de TIC, "dispositif" d'interaction et d'apprentissage : la conception des interfaces à la lumière des théories de l'action. Dispositifs et Médiation des Savoirs, Louvain-La-Neuve, avril 1998, http://www.comu.ucl.ac.be/reco/grems/agenda/dispositif/resumes/linard.html (consulté le 02/05/2016)

Linard, M. (2001). Concevoir des environnements pour apprendre : l'activité humaine, cadre organisateur de l'interactivité technique. *Revue Sciences et techniques Educatives*, 8(3-4), 211-238.

Lishou, C. (2008). La web-TV éducative : alternative aux formations de masse dans les universités africaines. *Distances et Savoirs*, 6(4), 619-628. DOI : 10.3166/ds.6.619-628

Loiret Pierre-Jean (2007). *L'enseignement à distance et le supérieur en Afrique de l'ouest : une université façonnée de l'extérieur ou renouvelée de l'intérieur?* Thèse de Doctorat en Sciences de l'Education. Université de Rouen, 2007. Français. <tel-00192921>

Loiret, P.-J. et Oillo, D. (2013a). Histoire d'un dispositif de formation ouverte et à distance francophone. Dans P.-J. Loiret (dir.), Un détour par le futur. Les formations ouvertes et à distance à l'Agence universitaire de la francophonie 1992-2012 (p. 7-20). Paris : Archives contemporaines.

Loiret, P.-J. (2008). L'université virtuelle africaine : L'enseignement à distance en trompe-l'œil ? *Distances et Savoirs*, 2(6), 187-209. DOI : 10.3166/ds.6.187-209

Loiret, P.-J. (dir.) (2013b). *Un détour par le futur. Les formations ouvertes et à distance à l'Agence universitaire de la francophonie 1992-2012.* Paris : Archives contemporaines.

Loisier, J. (2011). Mémoire. Les nouveaux outils d'apprentissage encouragent-ils réellement la performance et la réusside des étudiants en FAD ? Document produit par le REFAD (Réseau d'Enseignement Francophone à Distance): Canada. (Ré http://www.refad.ca/recherche/TIC/TIC_et_reussite_des_etudiants.pdf (consulté le 06 juin 2018).

Lorin. W., (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives.* Complete edition, New York, Ed. Longman.

Lund, A. & Rasmussen, I. (2009). The right tool for the wrong task? Match and mismatch between first and second stimulus in double stimulation. *International Journal of Computer Supported Collaborative Learning*, vol. 4, n°1, pp. 387 – 412. Springer.

Lund K., Mille A. (2009). Traces, traces d'interactions, traces d'apprentissages : définitions, modèles informatiques, structurations, traitements et usages. https://pdfs.semanticscholar.org/1aea/7b2471679a57498e64bcb079e0141780ecbe.pdf (consulté le 13/06/2017).

MacDonald, J. (2008). *Blended learning and online tutoring: planning learner support and activity* (2nd ed). Aldershot : Gower.

Marchand, L. (1997). *L'Apprentissage à vie: La pratique de l'éducation des adultes et de l'andragogie.* Montréal: Chenelière/Mc Graw-Hill.

Marquet, P., Mohib N., Schaming, C., et Papi, C. (2013). Les campus numériques francophones (CNF) de l'Agence universitaire de la francophonie (AUF) en Afrique : entre politique d'intégration et modèle d'appropriation des TICE. Dans P.-J. Loiret (dir.). Un détour par le futur. Les formations ouvertes et à distance à l'Agence Universitaire de la Francophonie 1992-2012 (p. 21-30). Paris : Archives contemporaines.

Mbangwana A. M. & Mambeh, T. C. (2006). Instructional Use of ICT in Cameroon State Universities. In *Collection Rocare-Cameroun, Intégration des Tic dans le processus enseignement-apprentissage au Cameroun* (pp. 145-168). Yaoundé : éditions terroirs.

Mc Donald, J., Gibson, C., C. (1998). Interpersonal Dynamics and Group development in Computer Conferencing. *The American Journal of Distance Education*, 12 (1), 7-25.

McKinney, W. J. (2001). The educational use of computer based science simulations : some lessons from the philosophy of science. *Science et Education*, 6, p. 591-603.

Merriam, S. B., et Caffarella, R. S.(1991). *Learning in Adulthood*. San Francisco, CA JosseyBass.

Mhiri, R., Nerguizian, V., Saliah-Hassane, H., Saad, M., Kane, H., Deschênes, J-S. (2012) Les TIC et les nouvelles perspectives pour des travaux de laboratoire à distance et en mode « lab@home ». In T. Karsenti et S. Collins (dir) Les TIC en éducation : bilan, enjeux et perspectives futures. *Colloques scientifiques* 2012 : Montréal, Canada.

MINESUP (2009). *Le Programme d'Appui au Système Éducatif*. Consulté le 1er août 2015 dehttp://www.minesup.gov.cm/index.php?option=com_content&task=category&sectionid=9&id =27&Itemid=64

MINESUP (2014). *L'enseignement supérieur au Cameroun: cartographie 2014 des institutions*. Décembre 2014, 81 Pages. Consulté le 1er août 2016 de http://www.minesup.gov.cm/1.1.%20cartographie%202014%20de%20l'enseignement%20sup%20au%20Cameroun1%20%20%20%20%20.pdf (consulté le 05/05/2018)

Miles, M. B., & Huberman, M. A. (2003). *Analyse des données qualitatives*. (2e éd.). Paris : De Boeck.

Moore, M. G. (1989). Three types of interaction. *American Journal of Distance Education*, 3 (2), p. 1-6

Myers, D.G. & Lamarche, L. (1992). *Psychologie sociale*. (pp. 39-153). McGraw-Hill

Mukamurera J., Lacourse F., Couturier Y., (2006). Des avancées en analyse qualitative : pour une transparence et une systématisation des pratiques. *Recherches Qualitatives* − VOL. 26(1), 2006, pp. 110-138. ISSN 1715-8705 – http://www.recherche-qualitative.qc.ca/Revue.html (consulté le 12 janvier 2016)

Ndiaye N. (2011, juin). *Les Technologies de l'information et de la communication et l'enseignement à distance dans un environnement de massification des effectifs d'étudiants. Le cas de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD)*. Thèse de doctorat. Université Victor Segalen Bordeaux 2.

Ngnoulayé Janvier (2010). *Etudiants universitaires du Cameroun et les technologies de l'information et de la communication: usages, apprentissages et motivations*. Thèse présentée à la faculté des études supérieures en vue de l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.) en sciences de l'éducation, option technopédagogie. Université de Montréal, Faculté des études supérieures, 226 pages.

Ngunu Carolyn (2013). *L'impact de l'intégration des logiciels éducatifs dans l'enseignement des sciences au Kenya*. Education. Université de Cergy Pontoise, 2013. French. <NNT : 2013CERG0655>. <tel-00956590>

Njingang, M., T. et Jaillet, A. (2013). Traces d'interactivités et communication médiatisée dans un "EIAH " : Actes de langage et effet structurant du forum en contexte universitaire. In (Karsenti, T. et Collin, S. dir). *TIC en éducation : bilan, enjeux actuels et perspectives futures revue -Creative Commons license Deed* (CC BY-ND- 3.0)- 10p (70-79): Monréal-Canada. http://2012.ticeducation.org/files/actes/9.pdf. (consulté en décembre 2015)

Njingang Mbadjoin, T. (2015). *Le changement par les technologies numériques en école d'ingénieurs: Étude d'impact*. Thèse de doctorat, Science de l'éducation, Université Cergy Pontoise, France, 342 pages.

Osguthorpe, R. T., & Graham, C. R. (2003). Blended learning systems: Definitions and

directions. In *Quarterly Review of Distance Education*, vol.4, n°3, pp. 227–234.

Ouellet, A. (1981) Processus de recherche, une approche systémique. *Les Presses de l'Université du Quebeck*, Sillery, 268p

Pain, A. (2003). *L'ingénierie de la formation: état des lieux*. Paris : L'Harmattan.

Papert S.(1980) *Mindstorms. Children, computers, and powerful ideas*, New York, Basic Books.

Paquette, G., (1996). La modélisation par objets typés: une méthode de représentation pour les systèmes d'apprentissage et d'aide à la tâche. *Sciences et techniques éducatives*, France, avril 1996.

Pernin, J-P. M.A.R.S. *Un modèle opérationnel de conception de simulations pédagogiques*. Thèse de l'Université Joseph Fourier, 1996.

Peraya, D. (1998). Théories de la communication et technologies de l'information et de la communication. Un apport réciproque. *Revue européenne des sciences sociales*, XXXVI (111), 171-188.

Peraya, D. (1999). Médiation et médiatisation : le campus virtuel, in Le dispositif : entre usage et concept, (sous le dir de) Jacquinot-Delaunay Geneviève et Monnoyer-Smith Laurence, *revue Hermès* n°25, CNRS éditions, Paris, 1999, p. 153-168

Peraya, D. et Dumont, P., (2003). Interagir dans une classe virtuelle : analyse des interactions verbales médiatisées dans un environnement synchrone. *Revue Française de Pédagogie*, 145, 51-61.

Peraya, D. & Jaccaz, B. (2004). Analyser, Soutenir, et Piloter l'innovation : un modèle « ASPI». In *Actes du Colloque TICE 2004*, Technologies de l'information et de la connaissance dans l'enseignement supérieur et l'industrie (pp. 283-289). Université de technologie. Compiègne (19 au 21 octobre), pp. 283-289.

Peraya, D. & Meunier, J.-P. (1999). "Vers une sémiotique cognitive". In *Cognito*, n°14, pp. 1-16.

Peraya D. (2010). *Des médias éducatifs aux environnements numériques de travail : Médiatisation et médiation*. V. Liquette (dir.), Médiation(s) et communication, Paris: Hermès.

Peraya D. et Peltier C. (2012a). *Typologie des dispositifs hybrides : configurations et types*. Dans Deschryver N. et Charlier B. (Éd.), Dispositifs hybrides, nouvelle perspective pour une pédagogie renouvelée de l'enseignement supérieur, Rapport final, p. 54-86. [En ligne] http://archive-ouverte.unige.ch/unige:23102 (site consulté le 09/09/2017).

Peraya, D., Peltier, C., Villiot-Leclercq, E., Nagels, M., Morin, C., Burton, R., Mancuso, G. (2012b). Typologie des dispositifs de formation hybrides : configurations et métaphores. Dans Bélair, L. (Ed.*) Actes du 27e Congrès de l'Association internationale de pédagogie universitaire (AIPU)*. Trois-Rivières: Université du Québec à Trois-Rivières. Récupéré de l'archive ouverte de l'Université de Genève : http://archive-ouverte.unige.ch/unige:21733 (consulté le 28 avril 2018)

Peraya, D., Viens, J., (2005). Culture des acteurs et modèles d'intervention dans l'innovation technopédagogique. 2005 - *International Journal of Technologies in Higher Education*, 2(1) www.profetic.org/revue : http://www.ritpu.org/IMG/pdf/ritpu_0201_peraya_viens-2.pdf (consulté le. 24 mars 2018)

Philippe Leproux, Denis Barataud, Serge Bailly, Raphäel Nieto (2013). LABENVI (laboratoire d'enseignement virtuel). Présentation et analyse des nouveaux usages pour la conduite de travaux pratiques à distance. *Interfaces numériques*, Lavoisier, 2013, VOL 2/3, pp.453-467. <hal-00936343>

Piaget, J. (1970). *The Science of Education and the Psychology of the Child*. New York, Grossman.

Pintrich (2003). Student motivation and self-regulation in the college classroom: basic principles and implications for the design of instruction. In E. Decorte(dir.), Excellence in *Higher Education*.(97-109). London: Portland Press.

Poellhuber, B. & Boulanger, R. (2001). *Un modèle constructiviste d'intégration des TIC*. Rapport de recherche. Collège Laflèche. http://phdtic.scedu.umontreal.ca/textes/index.php?fVisualiser=4085 (Visité le 28 novembre 2016).

Pothier, M. (2003). *Multimédias, dispositifs d'apprentissage et acquisition des langues : une trilogie d'avenir*. Paris : Ophrys.

Plante, J.-L.(1984) Une classification ouverte des applications pédagogiques de l'ordinateur. *Vie pédagogique*, no 31, 1984, p. 26-29.

Prégent Richard, (1996). *La préparation d'un cours*. M.-Cl. Audétat & Ch. Voirol – Psynergie. 1996

Quinn,C (2000). *M-learning: Mobile, wirelessin your pocket learning*. Linewine. Reperé à http:// www.linewine.com (le 12 février 2015)

Quintin, J.-J. (2008). *Accompagnement tutoral d'une formation collective via Internet Analayse des effets de cinq modalités d'intervention tutorale sur l'apprentissage en groupe restreint*. Thèse de doctorat, Université de Mons-Hainault, 2008.

Rabardel P., (1995). *Les hommes et les technologies. Approches cognitives des instruments contemporains*. Paris, A. Colin.

Ramsden, P. (2003). *Learning to teach in higher education*. London: Routledge Falmer.

Said, A., Mohamed, K., MOHAMED (2008). TICE et mathématiques au Maroc. *Revue des nouvelles technologies pour l'enseignement des mathématiques* — N° 8 — janvier 2008 http://revue.sesamath.net/spip.php?article121 Dernière consultation 24 mai 2016

Raash, (2004), Cohésion sociale, politique linguistique et LINGUAPAX, *congrès LINGUAPAX*, Barcelone, Mai 2004

Rambusch, J., Susi, T. & Ziemke, T. (2004) Artefacts as mediators of distributed social cognition : a case study. In : K. FORBUS, D. GENTNER & T. REGIER (Eds.), *Proceeding of the 26th Annual Conference of the Cognitive Science Society*.

Rapport, (2016). *Plan stratégique Cameroun numérique 2020*. https://cameroundigital.com/wp-content/uploads/2017/05/Plan-strat%C3%A9gique-Cameroun-Num%C3%A9rique-2020.pdf (consulté le 08/09/2018).

Rebetez, C. (2004). *Sous quelles conditions l'animation améliore-t-elle l'apprentissage?* Mémoire de DESS. TECFA, Faculté de Psychologie et Sciences de l'Éducation, Unige.

Richoux B., Salvetat C. et Beaufils D. (2002). Simulation numérique dans l'enseignement de la physique : enjeux, conditions, *Bulletin de l'Union des Physiciens*, n°842, p. 4975 22.

Robert, P. (2007). L'usage en question (s), Les dossiers de l'ingénierie éducative, TICE : l'usage en travaux, Paris, Scéren-CNDP, pp.47-52.

Roth, W. M., Roychoudhury.A.(1993). The development of science process skill in authentic context. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, p. 127-152.

Roschelle, J., Pea, R., Hoadley, C., Gordin, D. et Means, B. (2000). Changing how and what children learn in school with computer-based technologies. *The Future of Children*, 10(2), p. 76-101.

Saljö, R. (1979). *Learning in the learner's perspective: II. Difference in awareness*. University of Göteborg: Report from the Institute of Education.

Singh, H. (2003). Building effective blended learning programs. *Educational Technology*, 51-54.

Strauss, R. and Kinzie, M. B., (1994). Student achievement and attitudes in a pilot study comparing an interactive videodisc simulation to conventional dissection. *Americ an Biology Teacher* 56, p. 398-402.

Szyperski C., (2002). *Component Software: Beyond Object-Oriented Programming*. (2nd ed.). AddisonWesley, 624 pages. 2002.

Taoufik M., Abouzaid A., Moufti A. (2016). Les Activités Expérimentales Dans L'enseignement Des Sciences Physiques: Cas Des Collèges Marocains. *European Scientific Journal*. August 2016 edition vol.12, No.22, ISSN: 1857-7881 (Print) e-ISSN 1857-7431.

Tiemtore, W. Z. (2008). *Technologies de l'information et de la communication, éducation et post-développement en Afrique. Entre mythe de la technique et espoirs de progrès au Burkina Faso*. Paris : L'Harmattan.

Thomas, R., et Hooper, E. (1991). Simulations : An opportunity we are missing. *Journal of Research on Computing in Education*, 23, p. 497-513.

Tonye, E., (2008). La formation continue et à distance (FOCAD) en Afrique centrale : Etude de faisabilité contextualisée. *AUF, Rés@tice*

Tonye E., (2010). Modélisation d'un dispositif pour la formation ouverte et à distance dans les pays africains subsahariens. *frantice.net*, N°2, p 72-85, décembre 2010, www.frantice.net. Consulté en juin 2018.

Tonye, E. (2013). Le master en télécommunications en formation à distance (MASTEL). Dans P.-J. Loiret (dir.), Un détour par le futur. Les formations ouvertes et à distance à l'Agence universitaire de la francophonie 1992-2012 (p. 103-115). Paris : Archives contemporaines.

Towne, D. (1995). Learning and Instruction in Simulation Environments. *Educational Technology Publications*, 1995.

Trestini, M., Lemire, G. (2010). Environnements Constructivistes d'Apprentissage: quand les activités collectives et individuelles permettent aux apprenants de construire leurs connaissances. *Education Canada*. Hiver 2009-2010, vol.50, n°1, p. 56-60. Disponible sur: http://www.cea-ace.ca/sites/default/files/EdCan-2010-v50-n1-Trestini.pdf (Consulté en avril 2017)

Trestini Marc, Bernard Coulibaly, Isabelle Rossini, Eric Christoffel, Ecaterina Pacurar (2012). Evaluation du dispositif d'Enseignement à Distance à l'Université de Strasbourg.

<hal00727019>.

UNESCO (2007) *L'éducation pour tous en 2015, un objet accessible*? Rapport mondial de suivi l'EPT, Paris, UNESCO, 2007.

UNESCO (2005). Rapport mondial de l'UNESCO – *Vers les sociétés du savoir*, Editions UNESCO, Paris, 237p.

Van der Maren, J-M. (1995). Méthodes de recherche pour l'éducation. Montréal: *Presses de l'Université de Montréal*/De Boeck Université.

Valdès, D. (1995). *Vers de nouvelles formes de formations: Les formations hybrides*. Paris: Mémoire déposé à l'Université de PARIS 2.

Vallerand, R.J., Blais, M., Brière, N. & Pelletier, L. (1989). Construction et validation de l'échelle de motivation en éducation. *Revue canadienne des sciences du comportement*, 21, 323-349.

Venville, G., Rennie, L. et Wallace, J. (2004). Decision making and sources of knowledge: how students tackle integrated tasks in science, technology and mathematics. *Research in Science Education*, 34, 115-135

Viau, R. (1994). *La motivation en contexte scolaire*. (Édition québécoise). Montréal: Éditions du Renouveau pédagogique.

Viau, R. (1997). *La motivation en contexte scolaire*. Bruxelles, De Boeck, collection Pédagogies en développement.

Viau, R. (2003). *La motivation en contexte scolaire. Pratiques pédagogiques*. (3ème ed.). Québec : De Boeck Université.

Viau, R. (2005). 12 questions sur l'état de la recherche scientifique sur l'impact des TIC sur la motivation à apprendre, Université de Sherbrooke. http://tecfa.unige.ch/tecfa/teaching/LME/lombard/motivation/viau-motivation-tic.html (consulté 03 avril 2018)

Viens J. et Peraya D. (2004). Une démarche de recherche-action de type évaluation-formation pour soutenir l'innovation pédagogique en eLearning. *Revue suisse des sciences de l'éducation*, 2004, 26 (2), p. 229-249.

Vivet, M.(1991). Expertise pédagogique et Usage de tuteurs intelligents. *13èmes Journées francophones sur informatique. Formation Intelligemment assistée par ordinateur*, 1991.

Vygotsky, L.S. (1962). *Thought and Language*. Cambridge: MIT Press.

Wilensky, U. et Stroup, W. (2000). « Networked gridlock : Students enacting complex dynamic phenomena with the HubNet architecture ». Paper presented at the *Fourth Annual International Conference of the Learning Sciences*, Ann Arbor, MI.

Yin, R., K., (1994) Case study research: Design and methods. *Sage publications*, California.

Zaman, H., Nordin, N. (2004). Hybrid Approach in Designing Educational Package (MATEMATIKA) Teaching and Learning Mathematics", *Proceedings of the International Education Conference* page 456- 470

ANNEXES

Annexe 1 : Tableaux illustratifs

Tableau 2. 10: Synthèse des dimensions conceptuelles, domaines et variables liées au cadre théorique de l'étude.

Dimensions conceptuelles	Domaines	Variables dépendantes	Indicateurs	Référence
Dispositifs ou environnements de formation	Typologie des dispositifs	- Nature du dispositif (dispositif en présentiel, hybride ou entièrement à distance)	-en ligne/hors ligne, -individuel /collaboratif, -contenu formel /informel, théorie/pratique - articulation des modalités en présence et à distance	Charlier, Deschyver et Peraya (2006) ; Deschryver et al. (2011)
	Ingénierie de la formation	Médiatisation	objets ou médias mis en place, scénarios entre les objets, leurs fonctions (informer, communiquer, produire, etc.) et les scénarios pédagogiques, les processus de conception, de production et de mise en œuvre des dispositifs	Charlier et al., 2006 , Hoby Andrianirina (2011)
	Innovation	-environnements techno-pédagogiques -institution d'enseignement ou de formation	-des parcours négociés, un rythme individualisé, des lieux multiples, des ressources décentralisées et accessibles à distance, des situations pédagogiques adaptées, des média diversifiés et adaptés, une pédagogie individualisée,	Peraya D. et Peltier C. (2012a), Charlier et Saunders (2002), Mbadjoing Njingang (2015)

			l'intégration de la présence et de la distance, l'usage des technologies -"l'enclave", "la tête de pont", " la pratique ancrée"	
Usages des logiciels	Typologie des usages, Catégories de logiciels de télécommunications,	Usages en présentiel, usages à distance, genre	- lire, dialogue, explorer, manipuler, observer, construire et discuter	Typologie de De Vries (2001)
		impacts sur l'acte d'apprentissage	-les résultats scolaires, les opérations cognitives complexes, la motivation, les attitudes et l'intérêt dans les études, la préparation au marché du travail, l'assistance aux étudiants présentant des difficultés d'apprentissage sont exploitées	(Barrette, 2004)
Apprentissage (perspective cognitiviste)	Discipline, Unité d'enseignement,	-Situations scientifiques spécifiques ; - Ressources pédagogiques ;	- Retenir des connaissances, - comprendre, -appliquer, -analyser, - produire, - faire une synthèse, -évaluer	Bloom (1956) révisée par Lorin (2001)
	Effets du dispositif de formation	effets des dispositifs conçus par les enseignants et leurs vécus par les étudiants.	- sentiment d'efficacité et les compétences Lifelong Learning (LLL) déclarées ; - l'acculturation technologique des étudiants et leur perception des technologies comme adjuvant ou obstacle à leurs apprentissages	Gloria Cortés Buitrago, 1999

Logiciels et apprentissage (perspective constructiviste)	Affectif, cognitif, métacognitif	-conditions didactiques ; -affordances, contraintes de l'outil logiciel de télécommunications, confiance affective d'engagement à l'apprentissage,	- Favoriser le développement des compétences professionnelles ; - Développer les opérations cognitives ; - Améliorer la motivation et l'intérêt des étudiants	Barrette (2005), charlier et al. (2012), (Audet, 2006 ; Bernatchez, 2003 ; Dionne Mercier et Deschênes, 1999)
	Typologie des logiciels de simulation	-la typologie centrée sur l'acte d'enseignement /apprentissage ; -la typologie centrée sur l'école ; -la typologie centrée sur l'apprenant. -Attention ; -Participation ; -Interaction - type de logiciel, -qualité du logiciel, -condition d'exécution, -environnement de travail,	-la sensibilisation, -l'utilisation personnelle, -l'utilisation professionnelle et, -l'utilisation pédagogique. - lire, dialoguer, explorer, manipuler, observer, construire et discuter	Basque et Lundgren-Cayrol (2002),
Autodétermination	Socioaffectif	Sentiment de l'étudiant envers sa performance académique et son attitude envers le sujet, performance aux tests (effets académique, type d'enseignement : cours, travaux dirigés, travaux pratiques)	-Réussite des apprenants ; -Sentiment d'appropriation d'un savoir-faire ; -Motivations intrinsèques ; -Motivations extrinsèques, - le degré d'intimité et le degré de réactivité	Deci et Ryan (1985, 1991, 2000)
	Médiation	médiateur, accompagnateur et animateur	comportements gestuels et moteurs induits par l'instrument, attitude de l'apprenant et de l'enseignant, facilitation, et réconciliation	Charlier et al., 2006 , Hoby Andrianirina (2011)

Design pédagogique	Structuration, évolution des pratiques pédagogiques	Types d'enseignement (style transmissif, incitatif, associatif, permissif)	Auto-planification, autocontrôle et auto-évaluation	- modèle établi en 2006 par Charlier, Deschryver et Peraya - L'échelle LOTI (Levels Of Technology Implementation) établie par Moersch en 1995 et repris par Claire Peltier en 2010 Ngunu, 2013
Géographique	Pays, Genre, socio-économique, catégorie socio-professionnelle	Usages des logiciels (fréquence d'utilisation, condition d'utilisation, attitude envers les logiciels), Accès à Internet ; homme, femme	-Fréquence d'utilisation des logiciels ; -Nombre d'étudiants par pays ; -Nombre d'étudiant sans emploi ; -Nombre d'étudiant travailleur ; - Nombre de femmes ; -Nombre d'hommes	Ngunu 2013

Tableau 4. 12: Synthèses dimensions, variables et indicateurs en liaison avec l'axe 1 de recherche

Dimension 1	**l'articulation des modalités en présence et à distance**	
Variables	***Indicateurs***	***Références***
Vaxe1_01 : Participation active des étudiants en présence	- le temps alloué au mode en présence ; - les types d'activités prévues et scénarisées par l'enseignant dans la phase en présence	Burton et al. 2011 ; Lameul (2008) ;
Vaxe1_02 : Participation active des étudiants à distance	- le temps alloué au mode à distance ; - les types d'activités prévues et scénarisées par l'enseignant dans la phase à distance	
Dimension 2	**l'accompagnement humain**	
Vaxe1_03 : Accompagnement méthodologique par les enseignants	L'entraide et le soutien des étudiants entre eux est stimulée par l'enseignant (répondre aux questions des autres, fournir des ressources d'apprentissage aux autres...)	Burton et al. 2011 ; Audet, 2006 ; Bernatchez, 2003 ; Dionne Mercier et Deschênes, 1999 ;
Vaxe1_04 : Accompagnement métacognitif par les enseignants	L'enseignant sollicite une réflexion des étudiants sur leur savoir et leur processus d'apprentissage	

Vaxe1_05 : Accompagnement par les étudiants	Les étudiants fournissent des ressources à leurs pairs et/ou répondent aux questions de leurs pairs	Meunier et Peraya, 1993 et 2004
Dimension 3	**Médiatisation du dispositif**	
Vaxe1_06 : Mise à disposition d'outils d'aide à l'apprentissage	Le professeur propose aux étudiants un ou plusieurs outils de soutien à l'apprentissage (espaces ou moyens pour travailler, pour réfléchir à leur manière d'apprendre, ou pour construire leur identité numérique)	Deschryver et al. (2011) ; Charlier et al. (2006) ; Peraya, 2010
Vaxe1_07 : Mise à disposition d'outils de gestion, de communication et d'interaction	Le professeur propose un ou plusieurs outils de communication, d'organisation et de collaboration (calendrier, échéancier, forum, etc.)	
Vaxe1_08 : Ressources sous forme multimédias	Les ressources numériques mises à disposition par le professeur intègrent des images, photos, schémas, cartes, vidéos etc.	
Vaxe1_09 : Travaux sous forme multimédias	Dans leurs travaux, les étudiants intègrent des images, photos, schémas, cartes, vidéos etc.	
Vaxe1_10 : Outils de communication synchrone et de collaboration utilisés	Usage des outils de communication et de collaboration instantané (chat, visioconférence, partage de documents et d'écran, etc.)	
Vaxe1_11 : Possibilité de commentaire et d'annotation des documents par les étudiants	Les étudiants peuvent apporter des commentaires et/ou modifier les ressources mis à leur disposition (éventuellement les travaux de leurs pairs).	
Dimension 4	**La médiation du dispositif**	
Vaxe1_12 : Objectifs réflexifs et relationnels	Votre cours vise des objectifs d'apprentissage orienté vers les compétences à acquérir et de type communiquer, collaborer, mieux se connaître	Charlier et al. 2012 ; Deschryver N. et Charlier B., 2012 ;
Dimension 5	**Degré d'ouverture du dispositif**	
Vaxe1_13 : liberté de choix des méthodes pédagogiques	Le cours laisse aux étudiants des possibilités de choix au niveau des activités d'apprentissages, des médias et outils à utiliser, des méthodes, etc.	Jézégou, 2008 ; Mbadjoin, 2015
Vaxe1_14 : Recours aux ressources et acteurs externes	Le cours fait intervenir des experts extérieurs à l'université ou des ressources extérieures au monde académique	

Tableau 4. 13: Synthèses dimensions, variables et indicateurs en liaison avec l'axe 2 de recherche

Dimension 1	**Perception du cours comme support à l'apprentissage**

Variables	*Indicateurs*	*Références*
Vaxe2_15 : En matière de motivation	- Les tâches qui me sont proposées sont plus intéressantes ; - Implication davantage active dans le cours ; - Les activités proposées sont davantage personnalisées ; - Le cours donne davantage envie d'apprendre ; - Le cours correspond davantage à un projet de formation ; - Possibilité d'intégrer davantage des liens vers des sites web, des activités futures, professionnelles ou autres ; - Meilleure idée sur le devenir professionnel ;	Barrette (2004) ; Bloom (1956) ; Richard Prégent (1996) Janvier Ngnoulayé (2010) ; Deci et Ryan (1985,1991) ; Vallerand, Blais, Brière et Pelletier (1989) ; Karsenti (1999) ; Baudouin et al., 2007 ;
Vaxe2_16 : En matière d'informations	- J'apprends davantage à utiliser les technologies; -Je développe davantage mes compétences en recherche d'information ;	
Vaxe2_17 : En matière d'activités	- Les activités proposées sont plus proches de celles de la vie professionnelle ; - Les activités proposées font davantage recours aux technologies et au cours ; - Je suis mis davantage en démarche scientifique de recherche ; - Le cours m'amène davantage à réfléchir sur ma manière d'apprendre ; - Le cours me permet davantage de gérer moi-même les ressources d'apprentissage ;	
Vaxe2_18 : En matière d'interactions	- Il y a plus souvent des travaux de groupe à faire ; - Je me sens plus souvent incité au travail d'équipe ; - J'ai davantage d'interactions avec le professeur ; - J'ai plus d'occasions d'interagir avec les autres étudiants ;	
Vaxe2_19 : En matière de production	- L'évaluation est plus souvent basée sur mes productions/travaux ; - La qualité de mes productions est améliorée ; - Je consacre davantage de temps à l'approfondissement de mes travaux ; - L'évaluation finale est davantage en cohérence avec les objectifs annoncés et les activités proposées ; - L'évaluation porte davantage sur les compétences que j'ai développées ;	
Dimension 2	**Effets du cours sur votre sentiment d'efficacité personnelle**	

Vaxe2_20 : Auto positionnement par rapport au cours	- Après avoir suivi ce cours, je parviendrai à résoudre plus aisément les problèmes difficiles que je rencontrerai dans le milieu professionnel ; - Après avoir suivi ce cours, il est plus facile pour moi de maintenir mes intentions et d'accomplir mes objectifs d'apprentissage personnel ; - Grâce à mes compétences, je sais gérer un plus grand nombre de situations délicates d'apprentissage ; - A partir d'aujourd'hui, je peux mieux résoudre les difficultés d'apprentissage si je fais les efforts nécessaires ;	Viau (2003) ; Myers et Lamarche (1992) ; Legrain (2003) ; Eccles et Wigfield (2002) ;
Dimension 3	**Effets du cours sur les pratiques d'enseignement**	
Vaxe2_21 : Modification de la pratique d'enseignement	- La planification de vos cours (par ex. articulation tutorats et des travaux pratiques) ; - Les contenus proposés aux étudiants (thèmes d'apprentissage) ; - Le type d'activités pédagogiques proposées aux étudiants ; - Les outils techniques que vous utilisez (logiciels, fonctionnalités de la plate-forme, outils hors plateforme...) ; - Les ressources que vous utilisez dans la préparation de vos cours ;	Charlier et al., 2000, 2002 ; Mbadjoing, 2015 ;
Vaxe2_22 : Modification de la réflexion sur le métier d'enseignant	- aptitude à pouvoir davantage énoncer les objectifs poursuivis au niveau professionnel ; - Questionnement permanente sur l'efficacité de mes enseignements (dans quelle mesure les étudiants apprennent-ils ?) ; - Questionnement permanente sur la qualité de la conception de mes enseignements (sont-ils bien pensé ?) ; - Prise de conscience de ce que l'amélioration permanente dans ma pratique d'enseignant est fondamentale ;	Peraya et Viens, 2005 Hy-Sup (20092012)
Vaxe2_23 : Effets du cours sur l'engagement professionnel (les intentions) : Avant	- Une envie de développement personnel (changer, découvrir du nouveau, assouvir ma curiosité...) ; - L'envie d'améliorer l'apprentissage des étudiants ; - L'obligation de répondre aux prescriptions de votre institution ; - La possibilité de vous positionner plus avantageusement dans votre institution ;	Njungang Mbadjoing, 2015
Vaxe2_24 : Effets du cours sur	- Satisfaction du travail accompli ;	Njungang Mbadjoing, 2015

l'engagement professionnel (les intentions) : Aujourd'hui	- Envie de continuer à enseigner sous cette forme ; - Envie d'explorer de nouvelles possibilités d'enseignement.	
Vaxe2_25 : Effets du cours sur l'engagement professionnel (actions)	- Collaboration avec des collègues enseignants ; - Suivi de l'évolution des usages pédagogiques des technologies (lectures, magazines,...) ;	Njungang Mbadjoing, 2015
Vaxe2_26 : Effets de votre cours sur votre sentiment d'efficacité personnelle	-Expérience du cours hybride, facilité de résolution des problèmes rencontrés dans d'autres cours hybrides ; En vue de la conduite d'un prochain cours hybride, - Estime et confiance en soi pour faire face efficacement aux événements inattendus ; - Compétences reçues, gestion d'un plus grand nombre de situations délicates dans le cadre de cours similaires ;	Njungang Mbadjoing, 2015
Vaxe2_27 : Accompagnement ou formation techno-pédagogique	- Connaissances et utilisation des outils disponibles sur la plateforme ; - Autonome dans l'utilisation des technologies dans votre enseignement ;	Njungang Mbadjoing, 2015
Vaxe2_28 : Usage des technologies	- Intégration des logiciels sur la plateforme ; - Ressources en ligne pour l'apprentissage ; - Inscription dans un ou plusieurs réseaux sociaux ; (FaceBook, Twitter …) ;	Charlier, Deschryver et Peraya (2006)
Vaxe2_29 : Posture professionnelle en tant qu'enseignant	- Description du cours en fonction de ce que les étudiants doivent savoir ou savoir-faire pour l'évaluation finale (objectifs spécifiques) ; - Nombre d'exemples intégrés au cours pour que les étudiants sachent ce qu'ils doivent apprendre dans le cours ;	Njungang Mbadjoing, 2015

Tableau 4. 14: Synthèse des dimensions et les indicateurs liés à l'axe 3 de recherche

Dimension	**Techno-pédagogique**	
Variables	**Indicateurs**	**Références**
Vaxe3_30 : **Transmission**	- Simplicité de l'espace numérique (EIAH, plateforme, ENT/EVT,…) ; - Ouverture au web dynamique et la recherche d'informations (base de données, flux rss, internet, bibliothèque virtuelle,…) ;	Mbadjoing, 2015 ; Karsenti, 2009 ; Karsenti et al. 2013 ; Peraya et Viens 2005

	- Diffusion et disponibilité d'informations variées en réseaux types (télé mémoire, télé présence, télé participation…) ; - Facilité d'accès aux ressources médiatisées et activités (Hyperliens et site, hypermédias, évaluation, feedback,…) ; - Facilité de consultation et de dépôt support multimédia : sonore, audio/vidéo, texte, image, web (HTM, XML, XLS, PDF, JPEG, GIF, …).	
Vaxe3_31 : **Environnement incitatif**	- Activités cognitives individualistes facilitées (Schéma et modélisation, Programmation, Simulation, Exerciseur,…) ; - Activités d'apprentissage proches des réalités socio professionnelles (Situations problèmes, Etude de cas, mise à projet,…) ; - Activités cognitives mettant davantage l'étudiant en démarche scientifique de recherche ; - Etudiants apprenant davantage avec une variété d'activités et de diversité d'outils incitatifs ; -Meilleur analyse d'expérience d'apprentissage individuel par l'étudiant (tableau de bord, exercice,…).	Gloria Cortés Bruitrago, 1999 ; Deschryver, N. & Peraya, D. (2004) ; Deschryver, N. (2008)
Vaxe3_32 : **Environnement interactif**	- Le processus de construction interpersonnelle de travaux en groupe ou d'équipe sur l'espace numérique « EIAH » ; - Une interaction accrue entre étudiants et enseignants et l'accompagnement des tuteurs sur l'espace numérique « EIAH » ; - Offre plus d'occasions d'interagir et d'accompagnement entre pairs étudiants ; - Interactions avec les outils focalisant les informations complémentaires et favorisant davantage les confrontations de points de vue des acteurs et positifs à l'apprentissage « but de maîtrise » ; - Interactions avec les outils axés sur les informations identiques favorisant l'esprit compétitif et l'enjeu de paraître compétent auprès des pairs ; - But de performance et moins de demande d'aide auprès des pairs.	Deschryver, N. & Peraya, D. (2004) ; Deschryver, N. (2008) ; Depover, C. et Jaillet, A. (2011) Delièvre et al. 2006 ; Depover, C., Karsenti, T. et Komis, V. (2007)

Vaxe3_33 : Niveau d'activité pédagogique utilisé en regard du modèle LOTI	-Niveau 0 : Aucun usage des technologies, si ce n'est les outils "text-based" comme le rétroprojecteur ou le tableau noir ; - Niveau 1 : L'ordinateur est utilisé par l'enseignant en dehors de la classe pour son propre usage (traitement de texte par exemple) ; - Niveau 2 : Les technologies sont utilisées pour compléter les activités existantes (tutoriels, jeux éducatifs, simulations) ; - Niveau 3 : Un choix de technologies est utilisé pour accompagner les activités d'apprentissage (tableurs, applications multimédia, de publication de contenu, etc.) ; - Niveau 4 : Les outils technologiques sont intégrés de manière à contextualiser les processus d'apprentissage et à résoudre des problèmes (Problem Based Learning) ; - Niveau 5 : Les technologies sont perçues comme étant naturelles et au service des processus permettant l'apprentissage des apprenants, notamment par le biais de la résolution de problèmes authentiques (real-world problems).	Depover et Strebelle (1997) Claire Peltier, (2010) ;
Dimension 2	***Effet du logiciel sur le développement professionnel des enseignants***	
Vaxe3_34 : Pratiques innovante (enseignement et outils passage).	-Les mécanismes d'appui ou les outils de soutien (logiciels de conception : MATLAB, C++, Java, etc.), -La matérialisation techno pédagogique de supports explicites, actifs (ou la production d'objets de transition/de passage),	Karsenti, Savoie-Zajc, Larose, 2001
Vaxe3_35 : Contrôle pédagogique	- Prises d'informations régulières sur le dispositif servant à la recherche et son amélioration, mais aussi à mettre à jour ses capacités et son évolution, - Participation aux réseaux professionnels interuniversitaires ou d'établissements, à la communication et échanges de pratiques innovantes lors des colloques ou journées scientifiques, - Les outils de régulation favorisant la dynamique d'analyse critique contribuant aux prises de décision.	Lameul, Peltier, Charlier, 2014

Dimension 3	*Effet du logiciel sur le développement de l'apprentissage des apprenants*	
Vaxe3_36 : Autodétermination (motivation, sentiment)	- Diversité d'outils numériques et activités incitatives ou interactives ; - Action tutorial et effet de groupe ; - Médiatisation et perception des valeurs ajoutées grâce à l'usage du logiciel ; - Facteurs intrinsèque (motivation personnelle, motivation pour un profil de carrière professionnelle) et extrinsèque ou extro-déterminés (demande de l'entreprise, exigence professionnelle) ;	-Ryan et Powelson, 1991; -Viau, 2005; 1997 ; -Anderson & Krathwohl, 2001; -Deci, & Ryan, 1991 -Bandura, 2003
Vaxe3_37 : Auto-efficacité et sentiment de compétence ou performance	-Indicateurs différentiés des buts de performance et d'évitement ; -Sentiment d'acquisition de nouvelles aptitudes et habiletés selon : • L'approche individualiste et de production : -Acquisition de compétences cognitive, métacognitive, de haut niveau (organisation, esprit critique, analyse réflexive, synthèse, évaluation ...) ; -Acquisition de compétences procédurales et pratiques professionnelles. • L'approche sociale interactive : -Habiletés collaboratives développées au travail d'équipe avec usage d'outils numérique. -Compétences relationnelles ou communicatives développées à travers l'espace numérique (EIAH, plateforme…) ; -Compétences d'organisation développées avec les outils numériques au travail individuel et de groupe.	-Deci, & Ryan, 1991 ; -Peraya et Viens, 2005 ; -Lebrun, 2011 ; -Mbadjoing, 2015 ;

Tableau 4. 15: Synthèse des dimensions et les indicateurs liés à l'axe 4 de recherche

Dimension 1	*Effet de l'usage des logiciels sur développement des enseignements*	
Vaxe4_38 : Perception du logiciel comme	-Davantage de motivation de la part des étudiants ;	Bandura (2003) ; Follenfant et Meyer (2003) ;

support à l'enseignement	-Les tâches plus intéressantes aux étudiants ; -Implication plus active des apprenants dans les activités liées au cours ; -Des activités davantage personnalisées ; -Les étudiants mettent en œuvre des compétences de plus haut niveau (esprit critique, synthèse, avis personnel...) ; -Le logiciel donne davantage envie d'apprendre aux étudiants ; -Le logiciel répond davantage aux préoccupations professionnelles de formation global des étudiants ; -Les étudiants peuvent davantage faire des liens avec des activités futures, professionnelles ou autres.	Karsenti, 2009 ; Karsenti et al. 2013 ; Peraya et Viens 2005
Vaxe4_39 : Logiciel à connotation didactique	- Une alternative aux expérimentations inaccessibles ; - Outil d'investigation scientifique et pour le développement d'une habileté à enquêter ; - Outil de résolution des problèmes ; - Outil complémentaire aux expériences réelles ; - Support d'un apprentissage individualisé et adapté au besoin	Gloria Cortés Bruitrago, 1999 ; Bandura (2003)
Vaxe4_40 : Logiciel à connotation professionnel	- Outils génériques en provenance du monde adulte de l'entreprise, des bureaux ; usage normal ou détourné; - Outils spécialisés, élaborés pour un public professionnel spécifique;	Droui et al. (2014)
Dimension 2	**Effet de l'usage des logiciels sur le développement de l'apprentissage des apprenants**	
Vaxe4_41 : Sentiment d'efficacité personnel	-Expérience du logiciel, facilité de résolution des problèmes rencontrés dans d'autres cours; -Après avoir développé un programme fonctionnel, mise à jour facile de mes intentions et d'accomplissement des objectifs d'enseignement ; *En vue de la conduite d'un prochain cours impliquant les simulations,* - Estime et confiance en soi pour faire face efficacement aux événements inattendus ; - Compétences reçues, gestion d'un plus grand nombre de situations délicates dans le cadre de cours similaires ;	Njingang Mbadjoin, 2015
Vaxe4_42 : Perception du logiciel comme support à l'apprentissage	- outil de représentation concrète des concepts, une application des concepts connus à des niveaux supérieurs ; - outil de découverte de nouveaux concepts, de nouveaux modèles ; - Une manipulation des objets virtuels ;	Ngnoulaye, 2013 Njingang Mbadjoin, 2015 Bandura (2003)

	- Le développement d'un esprit critique ; - La mise en évidence d'un conflit cognitif ; - Une simplification des systèmes réels étudiés ; - Une articulation entre un phénomène concret et sa représentation abstraite ; - Une amélioration de la compréhension conceptuelle ; - L'activation et le développent des compétences procédurales de base (observer, mesurer communiquer, classer, prédire...) ; - L'activation des compétences procédurales spécifiquement intégrée à la démarche scientifique (contrôler les variables, formuler des hypothèses, interpréter des données, expérimenter et de formuler des modèles...) ;	
Dimension 3 : facteurs pédagogique limitant l'adoption des logiciels comme outil d'apprentissage		
Vaxe4_43 : Activités d'apprentissage	-La proactivité des étudiants ; -Les étudiants apprennent davantage (en quantité) ; -Qualité de l'apprentissage des étudiants ; -Proposition des activités plus proches de celles de la vie professionnelle ; -Projection davantage des étudiants en démarche scientifique de recherche ; -Le logiciel amène les étudiants à réfléchir davantage à leur manière d'apprendre	Hy-Sup, (2009-2012) ; Peraya et Jaccaz, 2004) ; Karsenti, Depover, Collin, Jaillet, Peraya, 2013a ;
Dimension 4 : facteurs techniques limitant l'adoption des logiciels comme outil d'apprentissage		
Vaxe4_44 : Acculturation aux technologies	- **Lisibilité :** Interface aérée, Objets visibles, Sobriété (couleurs, fontes) ; - **Structure de l'interface :** Séparation en zones, Structure logique, Lien symboles-contrôleurs-objets ; - **Contrôle :** Clarté des entrées explicite, Contrôle sur les entrées explicite, Contrôle sur le déroulement, Réponse rapide ; - **Charge de travail :** Zone d'attention évidente : Charge perceptive faible, Temps de navigation faible : Transformations d'informations, Compatibilité des symboles et des actions ; - **Aide et gestion des erreurs :** Présence d'une aide, Protection contre les erreurs, Correction des erreurs ; - la simulation est accompagnée d'une description complète et les modes d'interaction ne nécessitent pas d'habiletés particulières ;	Hy-Sup, (2009-2012) ; Peraya et Jaccaz, 2004) ; Karsenti, Depover, Collin, Jaillet, Peraya, 2013a ;

	- la simulation fonctionne sur toutes les plateformes, tous les navigateurs, elle ne nécessite pas de connaissances sur les technologies employés ni d'installation ; - les performances de la simulation sont bonnes et constantes et le chargement n'excède pas 10 secondes ; - le contenu scientifique abordé est valide.	

Tableau 4. 16: Base chronologique de transcodage d'un enregistrement vidéo

Temps	**Tour**	**Locuteur**	**Contenu verbal**	**Gestes+ ressources**	**Définition catégorie de code**	**Code**
T1						

Tableau 4. 17: Grille d'analyse et d'identification des traces d'opérations et d'interaction avec les outils de la plateforme

Référence Dispositif (Réf.Disp) :…… Période /Date (jj/mm/yyyy :……	Observation (N)/Réf.Disp) Dispositif (§1, §2)*		TOTAL
Réf.Disp :→	§1	§2	
DIMENSION CONCEPTUELLE			
Variable transmissive			
LOT1 : Traces d'opérations liées à la conception des contenus et leurs diffusions dans le dispositif			
Unité d'Enseignement (UE) :			
Cours/UV			
Activité globale			
Projet professionnel tutoré et stage professionnel			
Espace grand groupe (échange/partage, consultation et dépôt) - (préciser nombre de sujets N ≥ 10)			
Espace d'équipe/petit groupe de 3 à 7 sujets (échange/partage, consultation et dépôt)- (préciser nombre de sujets N < 10).			
Traces d'accès aux ressources complémentaires textes et figures (graphiques, schémas, diagrammes, ...)			
Traces d'accès aux ressources complémentaires (vidéos, son et image,…)			
Traces d'organisation de /planification et suivi session (calendrier, agenda numérique, port folio numériques, journal de bord, …)			
Traces de consignes d'organisation d'activités individuelles et de groupe			
Variable incitative			
LOT2 : Traces d'opérations incitatives (ou activités individuelles) médiatisés en EIAH			
Activité de simulation conceptuelle, de procédures et de pratiques professionnelles			
Activités de conception graphique et de modélisation			
Activités d'auto test évaluative			
Activités de télémanipulation d'objets virtuels ou réels à distance			
DIMENSION RELATIONNELLE			

Variable interactive			
LOT3 : Traces d'opérations interactives (création et dépôt contenus collaboratifs/interactionnels) médiatisés en EIAH			
Activité d'échanges par chat			
Activité d'échanges avec le forum			
Activité d'échanges par audio/téléconférence ou par vidéo/Visio conférence			
Variable d'intervention socioaffective			
Protocole d'Entrée et Sortie (**PES**)			
Pas de Réponse de l'Apprenant (**PRA**)			
Sentiment de Satisfaction (**SS**)			
Susciter des Encouragements (**SE**)			
DIMENSION REFERENTIELLE			
Variable comportementale			
LOT4 : Traces d'opérations comportementale (Initiatif, Réactif, Evaluatif, Auto-Réactif)			
Proposer Demander Affirmer (**PDR**)			
Répondre Questionner (**RQ**)			
Approuver Désapprouver (**AD**)			
Préciser Rectifier (**PR**)			

Tableau 4. 18: Outil de collecte des données servant à traduire la temporalité et le nombre de connexion de l'acteur au sein du dispositif de formation

		Fréquence cumulée	
Dispositif :…….. Période :……..		Assiduité	Disponibilité
Acteur	Plateforme	Nombre de connexion	Durée (min/h)

Tableau 4. 19: Grille de collecte des données relatives aux outils mobilisés par un acteur au sein du dispositif pour réaliser une activité

		Fréquence	
Dispositif :…… Période :…… Acteur :…….		Assiduité	Disponibilité
	Types d'outils numériques mobilisés	Nombre de connexion	Durée (min/h)
A- Bloc type d'outils transmissifs/de consultation			
B- Bloc type d'outils interactifs			
C- Bloc type d'outils incitatifs			

Tableau 4. 20: Grille répartition des salons de discussion par fréquence des messages

						Fréquence des messages		
Dispositif : (§1, §2)	Code du forum : ---------	PG	IA	TP	DI	Nbre Message global	MAS	FM
§i (i=1/2)	f_i(T_cours)$S_{i\text{-}Année}$							

NB : §i(i=1/2) : §1=MASTEL/§2=MASSICO ; f_i(T_cours)$S_{i\text{-}}$Année : f_i=numéro du fil de discussion, T_cours = titre du cours ; S_i_Année=Semestre i (1/2) et année de création du salon de discussion.

Tableau 6. 1: Distribution des traces d'opérations de création et dépôt sur les plateformes de formation MASTEL & MASSICO de l'ENSP

Cours/UV **Période /Date (jj/mm/yyyy : 27/03/2018**	**Observation (N)/Réf.Disp)** **Dispositif (§1, §2)**		TOTAL
Réf.Disp :→	§1	§2	
DIMENSION CONCEPTUELLE			
Variable transmissive			
LOT1 : Traces d'opérations liées à la conception des contenus et leurs diffusions dans le dispositif			
Nombre d'unité d'Enseignement (UE) par dispositif:	7	5	12
Nombre de cours/UV par dispositif	21	21	42
Nombre d'activité globale par dispositif	19	19	38
Nombre de projet professionnel tutoré et stage professionnel par dispositif	1	3	4
Nombre d'espace grand groupe (échange/partage, consultation et dépôt) - (préciser nombre de sujets N ≥ 10)	455	440	895
Nombre d'espace d'équipe/petit groupe de 3 à 7 sujets (échange/partage, consultation et dépôt)- (préciser nombre de sujets N < 10).	0	34	34
Nombre de traces d'accès aux ressources complémentaires textes et figures (graphiques, schémas, diagrammes, ...)	24	56	80
Nombre de traces d'accès aux ressources complémentaires (vidéos, son et image,…)	3	0	3
Nombre de traces d'organisation de /planification et suivi session (calendrier, agenda numérique, port folio numériques, journal de bord, …)	2	1	3
Nombre de traces de consignes d'organisation d'activités individuelles et de groupe	21	18	39
Variable incitative			
LOT2 : Traces d'opérations incitatives (ou activités individuelles) médiatisés en EIAH			
Nombre d'activités de simulation conceptuelle, de procédures et de pratiques professionnelles	28	20	48
Nombre d'activités de conception graphique et de modélisation	10	9	19

Nombre d'activités d'auto test évaluative	172	163	335
Nombre d'activités de télémanipulation d'objets virtuels ou réels à distance	2	6	8
DIMENSION RELATIONNELLE			
Variable interactive			
LOT3 : Traces d'opérations interactives (création et dépôt contenus collaboratifs/interactionnels) médiatisés en EIAH			
Nombre d'activité d'échanges par chat	0	21	21
Nombre d'activité d'échanges avec le forum	4	77	81
Nombre d'activité d'échanges par audio/téléconférence ou par vidéo/Visio conférence	0	0	0
Nombre d'activité d'échange avec un logiciel	3	7	10
Nombre d'activité d'échange avec un média de communication (Skype, Facebook, WhatsApp, etc.)	1	0	1
Variable d'intervention socioaffective			
LOT 4 : Traces d'opérations socioaffectives d'interventions médiatisées en EAIH			
Fréquence des messages en lien avec le « Protocole d'Entrée et Sortie (**PES**) » de l'apprenant/enseignant	5	7	12
Fréquence des messages en lien avec « Pas de Réponse de l'Apprenant (**PRA**) » de l'apprenant/enseignant	19	15	34
Fréquence des messages en lien avec le « Sentiment de Satisfaction (**SS**) » de l'apprenant/enseignant	5	7	12
Fréquence des messages en lien avec « Susciter des Encouragements (**SE**) » de l'apprenant/enseignant	2	1	3
DIMENSION REFERENTIELLE			
Variable comportementale			
LOT5 : Traces d'opérations comportementales (Initiatif, Réactif, Evaluatif, Auto-Réactif)			
Nombre d'unité de sens en lien avec « Proposer Demander Affirmer (**PDA**) »	45	22	67
Nombre d'unité de sens en lien avec « Répondre Questionner (**RQ**) »	36	82	118

Nombre d'unité de sens en lien avec « Approuver Désapprouver (**AD**) »	7	12	19
Nombre d'unité de sens en lien avec « Préciser Rectifier (**PR**) »	12	15	27

Tableau 6. 2: Effectif observé des traces d'opérations liées à la conception des contenus et leurs diffusions dans les dispositifs (LOT1)

	Effectif observé par dispositif (§1, §2)*		
Réf.Disp :→	**§1**	**§2**	**TOTAL1**
Unité d'Enseignement (UE) :	7	5	**12**
Nombre d'unité d'Enseignement (UE) par dispositif:	21	21	**42**
Nombre de cours/UV par dispositif	19	19	**38**
Nombre d'activité globale par dispositif	1	3	**4**
Nombre de projet professionnel tutoré et stage professionnel par dispositif	455	440	**895**
Nombre d'espace grand groupe (échange/partage, consultation et dépôt) - (préciser nombre de sujets N ≥ 10)	0	34	**34**
Nombre d'espace d'équipe/petit groupe de 3 à 7 sujets (échange/partage, consultation et dépôt)- (préciser nombre de sujets N < 10).	24	56	**80**
Nombre de traces d'accès aux ressources complémentaires textes et figures (graphiques, schémas, diagrammes, ...)	3	0	**3**
Nombre de traces d'accès aux ressources complémentaires (vidéos, son et image,…)	2	1	**3**
Nombre de traces d'organisation de /planification et suivi session (calendrier, agenda numérique, port folio numériques, journal de bord, …)	21	18	**39**
TOTAL2	**553**	**597**	**1150**

*Legende

-§1 : dispositif MASTEL ;

-§2 : dispositif MASSICO

Tableau 6. 3: Fréquences observés des traces d'opérations incitatives (ou activités individuelles) médiatisés en EIAH (LOT2)

	Effectif observé par dispositif (§1, §2)*		
Réf.Disp :→	**§1**	**§2**	**TOTAL1**
Nombre d'activités de simulation conceptuelle, de procédures et de pratiques professionnelles	28	20	48

Nombre d'activités de conception graphique et de modélisation	10	9	19
Nombre d'activités d'auto test évaluative	172	163	335
Nombre d'activités de télémanipulation d'objets virtuels ou réels à distance	2	6	8
TOTAL2	**212**	**198**	**410**

Tableau 6. 4: Fréquences observées des traces d'opérations interactives (création et dépôt contenus collaboratifs/interactionnels) médiatisés en EIAH (LOT3)

	Effectif observé par dispositif (§1, §2)*		
Réf.Disp :→	**§1**	**§2**	**TOTAL1**
Nombre d'activité d'échanges par chat	0	21	**21**
Nombre d'activité d'échanges avec le forum	4	77	**81**
Nombre d'activité d'échanges par audio/téléconférence ou par vidéo/Visio conférence	1	1	**2**
Nombre d'activité d'échange avec un logiciel	3	7	**10**
Nombre d'activité d'échange avec un média de communication (Skype, Facebook, WhatsApp, etc.)	1	0	**1**
TOTAL2	**9**	**106**	**115**

Tableau 6. 5:Effectifs observés par les traces d'opérations socioaffectives d'interventions médiatisées en EAIH

	Effectif observé par dispositif (§1, §2)*		
Réf.Disp :→	**§1**	**§2**	**TOTAL1**
Fréquence des messages en lien avec le « Protocole d'Entrée et Sortie (**PES**) » de l'apprenant/enseignant	5	7	12
Fréquence des messages en lien avec « Pas de Réponse de l'Apprenant (**PRA**) » de l'apprenant/enseignant	19	15	34
Fréquence des messages en lien avec le « Sentiment de Satisfaction (**SS**) » de l'apprenant/enseignant	5	7	12
Fréquence des messages en lien avec « Susciter des Encouragements (**SE**) » de l'apprenant/enseignant	2	1	3
TOTAL2	**31**	**30**	**61**

Tableau 6. 6: Effectifs observés des traces d'opérations comportementales

	*Effectif observé par dispositif (§1, §2)**		
Réf.Disp :→	**§1**	**§2**	**TOTAL1**
Nombre d'unité de sens en lien avec « Proposer Demander Affirmer (**PDA**) »	45	22	**67**
Nombre d'unité de sens en lien avec « Répondre Questionner (**RQ**) »	36	82	**118**
Nombre d'unité de sens en lien avec « Approuver Désapprouver (**AD**) »	7	12	**19**
Nombre d'unité de sens en lien avec « Préciser Rectifier (**PR**) »	12	15	**27**
TOTAL2	**100**	**131**	**231**

Tableau 6. 7: Distribution géographique et par pays des étudiants ayant participé à l'enquête

#	*Question*	*No.*
3	**Quel est votre pays?**	
1	Burkina-Faso	10
2	Rwanda	1
3	Mauritanie	3
4	Burundi	1
5	Mali	12
6	Niger	5
7	Cameroun	86
8	Gabon	1
9	Togo	5
10	Tchad	4
11	Congo Brazzaville	2
12	Congo Kinshasa	1
13	Sénégal	2
14	République Centrafricaine	4
15	Côte d'Ivoire	2
16	Guinée Conakry	2
TOTAL		**140**

Tableau 6. 8: Situation professionnelle des étudiants toutes formations confondues à l'ENSP

#	Question	Nb.	%
4	Quel est votre situation professionnelle ?	140	100%
	Travailleur du secteur privé	52	37%
	Travailleur du secteur public	61	44%
	Sans emploi	8	6%
	Autres	19	13%

Tableau 6. 9: Plages d'années d'expérience professionnelle en EAD des enseignants interrogés

#	Question	Nb.	%
2	Depuis combien de temps enseignez-vous?	7	100%
	< 5 ans	1	14%
	5-10 ans	4	57%
	11-20 ans	2	29%
	21-30 ans	0	0%
	> 30 ans	0	0%

Tableau 6. 10: Différentes institutions d'appartenance des enseignants

#	Question	Texte
3	Préciser le nom de votre institution	- ESSTIC de l'Université de Yaoundé II - ENSP de l'Université de Yaoundé I - Ecole nationale supérieure polytechnique - ENSP - UNIVERSITE DE DSCHANG - Ecole nationale supérieure polytechnique - Ecole nationale supérieure polytechnique

Tableau 6. 11: Raisons principales déclarées par les étudiants pour s'inscrire à une formation à distance

#	Question	Nb.	%
10	Pour quelle raison principale vous êtes-inscrit à une formation à distance ?	127	100%
	Parce que vous souffrez d'un handicap ou d'une maladie qui vous empêche de suivre les cours en présentiel	0	0%
	Pour cause d'éloignement géographique	28	22%
	Parce vous pensez que cette forme de travail est mieux adaptée à votre façon d'apprendre	31	24%

	Parce vous pensez que cette forme de travail est mieux adaptée à une reprise d'étude après une interruption	31	24%
	Parce vous êtes salariés à plein temps et votre employeur ne peut vous libérer pour une formation équivalente en face à face	86	68%
	A cause d'une activité annexe que vous devez suivre en parallèle	21	17%
	Parce que ce diplôme n'est préparé qu'à distance	19	15%
	Autre	13	10%

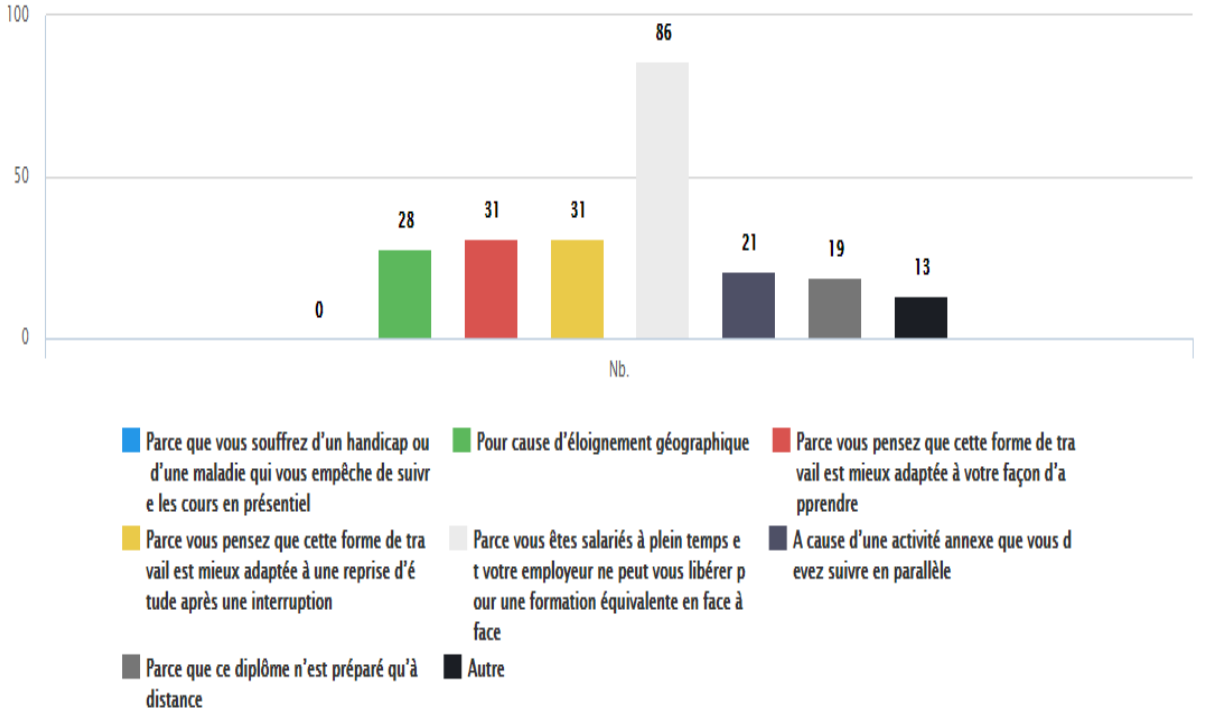

Tableau 6. 12: Outils utilisés par les étudiants lors de la formation à distance

#	Question	Nb.	%
35	Parmi les outils suivants quels sont ceux que vous avez utilisés ?	73	100%
	1. Courrier postal	12	16%
	2. Courriel	62	85%
	3. Forum	56	77%
	4. Chat (messagerie instantanée)	66	90%
	5. Réseaux sociaux	36	49%
	6. Dépôt et téléchargement de documents	64	88%
	7. Ressources audio et vidéo	33	45%
	8. visioconférence	20	27%
	9. Chat (messagerie instantanée)	45	62%
	10. Autres	3	4%

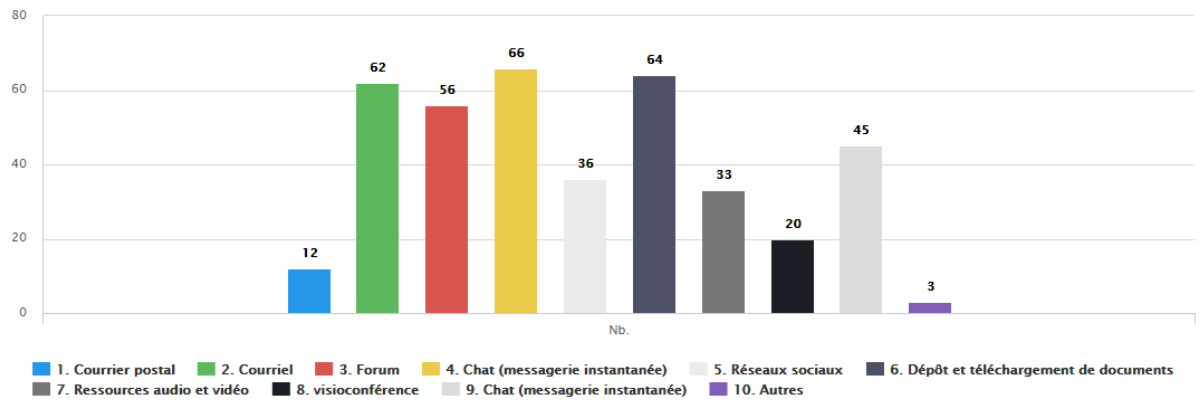

Tableau 6. 13: Outils utiles selon les étudiants pour la formation à distance

#	Question	Nb.	%
36	Parmi les outils suivants quels sont ceux qui vous paraissent utiles pour votre formation	73	100%
	1. Courrier postal	8	11%
	2. Courriel	57	78%
	3. Forum	59	81%
	4. Chat (messagerie instantanée)	63	86%
	5. Réseaux sociaux	32	44%
	6. Dépôt et téléchargement de documents	62	85%
	7. Ressources audio et vidéo	60	82%
	8. visioconférence	60	82%
	9. Chat (messagerie instantanée)	45	62%
	10. Autres	2	3%

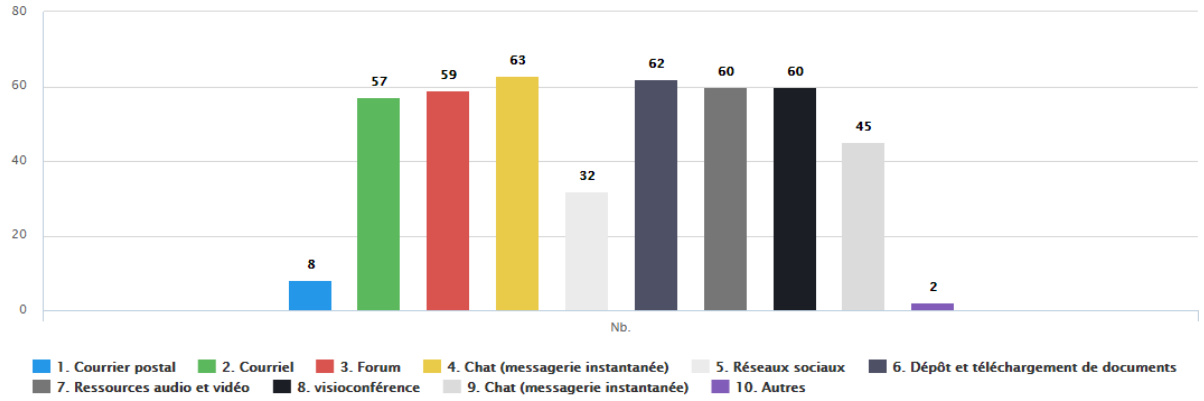

Tableau 6. 14: Synthèse des réponses d'étudiants sur les exemples d'objets pédagogiques ou outils technologiques utilisés sur les plateformes de formation MASTEL & MASSICO

Question : Quels sont les exemples d'objets pédagogiques ou d'outils technologiques que vous avez utilisés sur cette (ces) plateforme(s) pour suivre la formation?	
N° Etudiant	**Réponses des répondants**
1	*La plateforme Radiocoms du Professeur XXX offre plusieurs logiciels bien qu'incomplet est très riches en documentations*
2	*Nous avions utilisé les routeurs et les switches, les pare feu.*

3	*A ma connaissance Internet et rien d'autre. Sauf si mes souvenirs sont inexacts*
4	*• Logiciel Omnipeek* *• Ebios* *• Cisco Packet Tracer*
5	*Les salons de discussion* *- Les forums d'échanges* *- La plateforme radiocom*
6	*RAS*
7	*Le tchat en ligne les forums de discussion, et l'internet*
8	*Nous avons utilisé la plateforme radiocom qui nous a été donnée pendant les rencontres d'octobre 2016.*
9	*Simulation du câblage d'un immeuble par exemple, en fait plus qu'une simulation c'est la configuration et l'instanciation des paramètres à juste copier dans les équipements réels.*
10	*Lors des TP, les encadreurs nous ont présentés des vrais outils professionnels (antenne, parafoudres, routeurs, fibre optique, etc). Côté numérique, nous attendions beaucoup concernant la planification avec le logiciel ATOLL, mais nous sommes restés un peu sur notre faim à la fin des séances consacrées à cela.*
11	*Sur la plateforme Radiocom, nous avons expérimenté la planification d'un réseau GSM/GPRS/EDGE, en tant que étudiant MASSICO dont le focus est la sécurité du système d'information cette plateforme ne nous convient. A moins ce qu'un volet sécurité des communications mobiles y soit intégré.*
12	*Des équipements réels en transmission hertzienne, en fibre optique, les routeurs cisco et des équipements pour la sécurité des équipements télécom*
13	*OpenVPN, Algorithmes de cryptographie, Sniffer de paquets (PRTG Network), Outils de détection d'intrusion, OpenSSL, etc*
14	*Eclipse*
15	*On a utilisé la plate-forme de radiocommunication, le logiciel Matlab pour la configuration des directions d'antennes.*

Tableau 6. 15: Synthèse des perceptions des étudiants sur l'efficacité des supports de cours disponible en ligne des plateformes de formation MASTEL & MASSICO

Question : Quel est votre jugement de l'efficacité des modules de cours et des ressources qui ont été mis à votre disposition pour apprendre et atteindre vos objectifs ?	
N° étudiant	**Réponses des répondants**
1	*Modules sont bien élaborés le problème est basé sur la qualité des supports des cours et l'atteinte des objectifs qui n'est pas toujours vérifié à la fin des leçons.*
2	*Les modules de cours sont efficaces sauf que les ressources mises à notre disposition sont mal abordées pour certaines, dépassé pour d'autre et hors du contexte actuel des technologies de pointe.*
3	*Quelques cours se sont démarqués. Mais nous avons pu constater que certains cours portaient sur des technologies et des techniques, à mon avis, obsolètes. Des mises à jour qui n'étaient pas effectués par les enseignants (Ex. Des activités globales qui affichaient des dates d'activation de plus de trois (03) ans et dont le retard de remise par l'étudiant était équivalent.*
4	*En terme de ressource enseignante, ce n'est pas intéressant ;* *En terme de gestion de la plateforme, les Activité Globale sont en retard de plusieurs années dans la majorité des Unités d'enseignement ;*

	En terme de Qualité des activités Globales, il y'en a qui ne cadre absolument en rien avec l'Unité d'Enseignement
5	*Les ressources sont de qualité*
6	*Le programme de formation dans son ensemble est alléchant et cadre parfaitement avec les enjeux de sécurité des systèmes d'information et de communication. Malheureusement certains contenus m'ont laissé sur ma soif. La plateforme en ligne est à revoir avec un nouveau look plus attrayant et les contenus de cours mieux organisés et mis à jour. Par ailleurs il faut ajouter à la plateforme de formation la possibilité d'afficher les résultats de chaque promotion.*
7	*Cours très souvent mal structuré et de très mauvaise qualité (je cite par exemple le professeur XXX), bref il faut remettre de l'ordre sur la plateforme*
8	*RAS*
9	*Il y a des modules qui couvre nos attentes dans cette formation, toute fois il y a également pas mal de modules qui ont besoin d'être mise a jours sur le contenu proposé dans ces modules*
10	*Certaines ressources mis à notre disposition sont pour la plupart des ressources disponibles à accès libre sur internet et ne permettent pas toujours d'atteindre les objectifs qui prévus par le programme.* *- En plus nous pensons qu'il est important que les contenus et les activités globales soient mis à jour*
11	*Les contenus de certains modules sont dépassés et mérite d'être mis à jour. Il y'a également un problème de synthèse des cours. Il y a plusieurs PDF souvent de plusieurs dizaines de pages*
12	*Les modules sont adaptés, efficaces et intéressants mais c'est la manière de dispenser ses modules qui posent problème.*
13	*Satisfaisant pour la plupart. Cependant certains contenus sont à actualiser et même à remplacer.* *Citons :* *- Le cours d'antenne et propagation sur la plateforme Mastel est purement et simplement muet. Si on pouvait le remplacer par un cours plus fluide et citer le cours de Ballanis en référence.* *- Le cours de réseau intelligent est à actualiser car il présente des technologies qui sont déjà implémenter tout en nous laissant croire que c'est des technologies futures. Ce cours se résume donc à l'historique des réseaux intelligent. Il faut l'actualiser afin qu'il intègre des nouvelles technologies en matière de réseau intelligent.*
14	*La sécurité étant un domaine très évolutif, je pense qu'il est nécessaire de faire une mise à jour des ressources et au besoin demander aux enseignants de maitriser au moins ce qu'ils proposent*
15	*Dans sa grande majorité les ressources mises à notre disposition sont obsolètes la plupart des ressources date de 2007 ou 2008 or la majorité de ses ressources ne sont plus d'actualité*
16	*RAS*
17	*RAS*

Tableau 6. 16: Evaluation de Moodle comme environnement de formation en EAD à l'ENSP

#	Question	Nb.	%
13	La plate-forme Moodle utilisée à l'ENSP vous parait :	127	100%
	1. Pas du tout utile pour la formation	2	2%
	2. Peu utile à la formation	10	8%
	3. Utile à la formation	75	59%
	4. Indispensable à la formation	40	31%

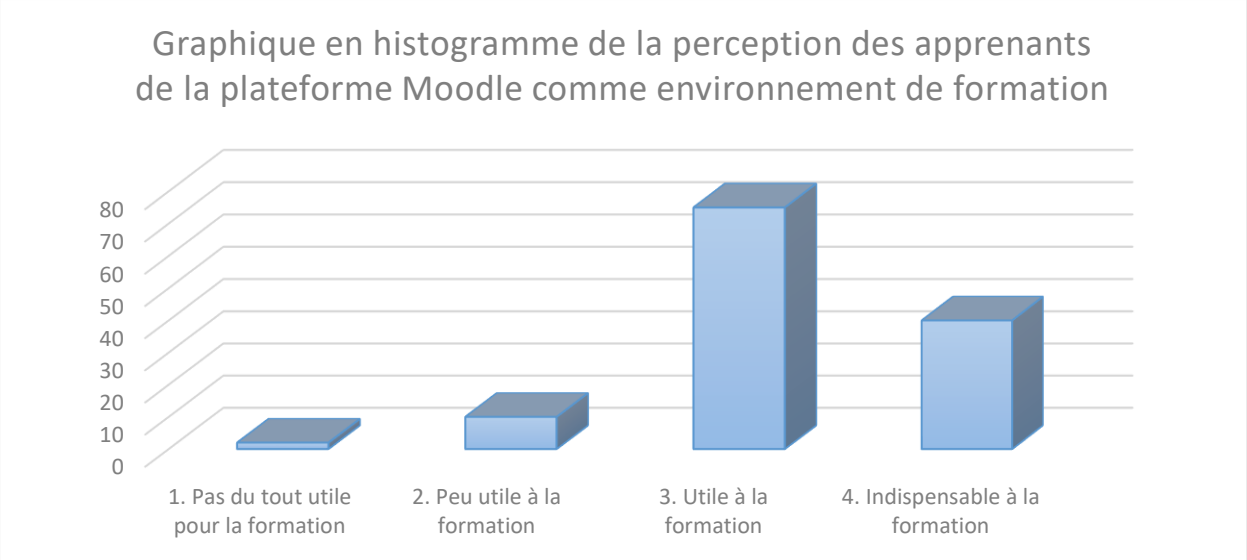

Tableau 6. 17: Perception de la difficulté ou facilité d'utilisation de Moodle

#	Question	Nb.	%
14	Son utilisation vous paraît	127	100%
	1. Très difficile	1	1%
	2. Difficile	4	3%
	3. Facile	97	76%
	4. Très facile	25	20%

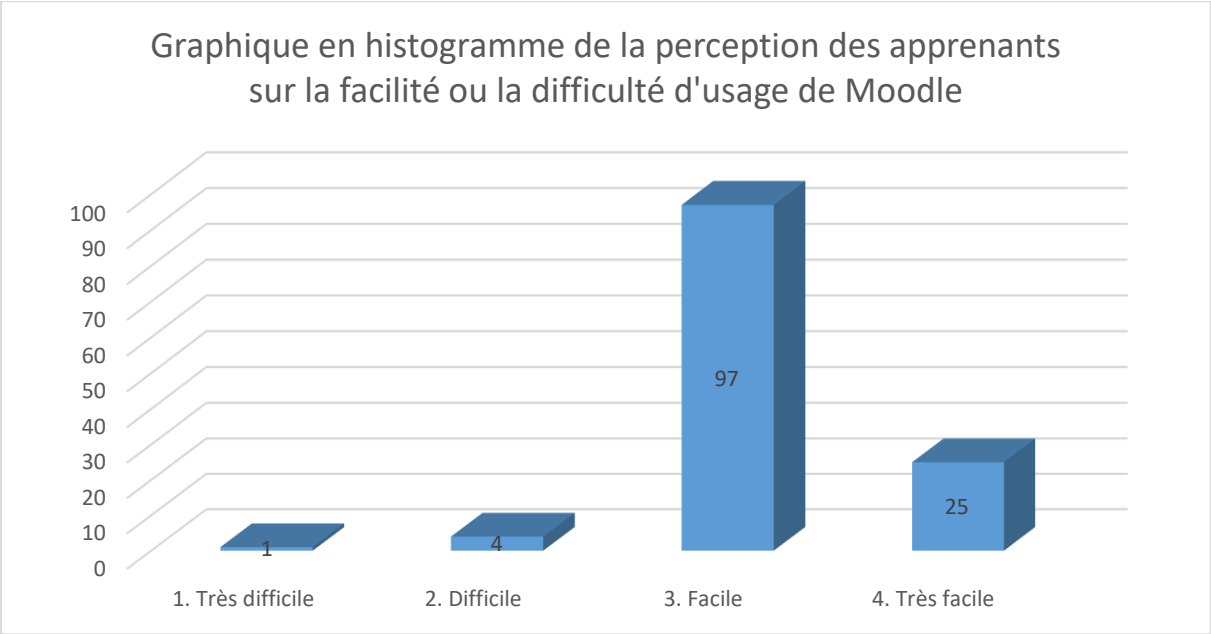

Tableau 6. 18: Appréciation globale des dispositifs FOAD toutes formations confondues à l'ENSP

#	Question	Nb.	%
12	De manière générale, vous avez trouvé cette formation	127	100%
	Pas du tout satisfaisante	14	11%
	Assez satisfaisante	49	39%
	Satisfaisante	53	41%
	Très satisfaisante	11	9%

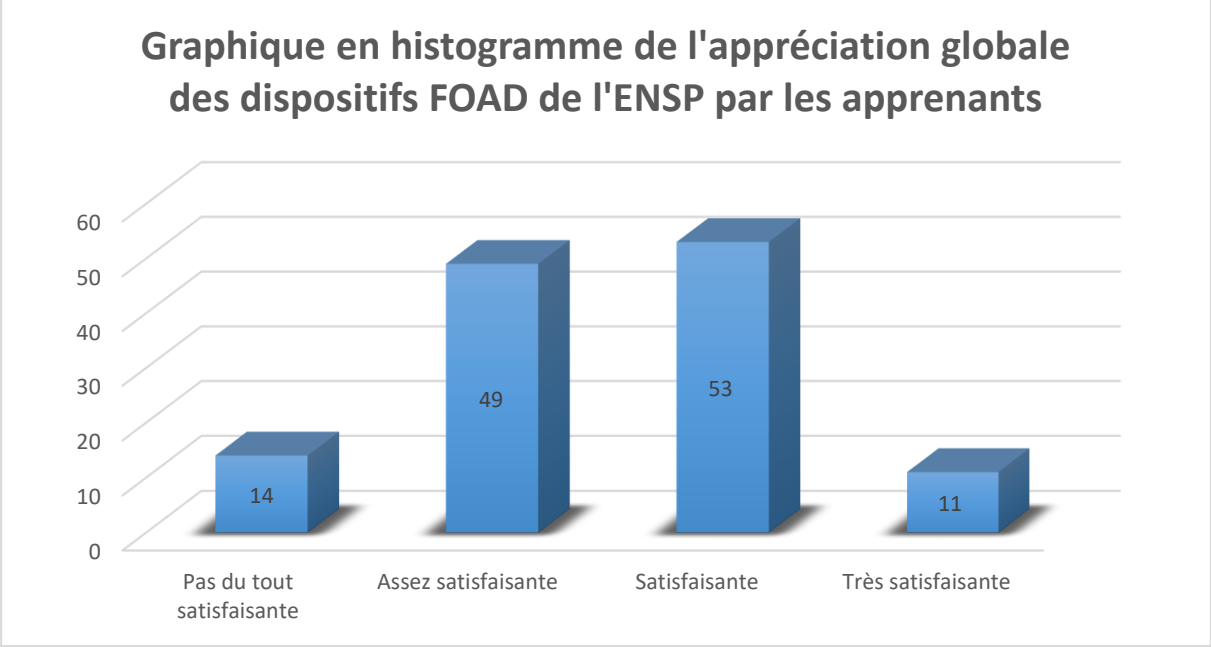

Tableau 6. 19: Synthèse des perceptions des étudiants sur l'efficacité de leur accompagnement en ligne

Question : quel est votre perception de l'efficacité de votre encadrement en ligne accompagné par les tuteurs ou les enseignants pendant la formation ?	
N° Etudiant	***Réponses des répondants***
1	*Encadrement était passable*
2	*Elle est mauvaise seul certains tuteurs ce démarquent comme [...] qui brillent par leur bonne méthode de déroulement du tutorat. Le reste vraiment peu mieux faire.*
3	*L'encadrement en ligne n'est pas celle souhaité, aucun n'accompagnement en dehors des tutorats aux heures prévues.*
4	*L'efficacité de l'encadrement en ligne est proportionnelle à l'approche utilisée par l'enseignant. Ainsi, nous avons pu apprécier certains enseignements pendant que d'autres ne nous ont pas permis d'atteindre les objectifs attendus*
5	*RAS*
6	*Certains enseignants ont véritablement fait preuve de beaucoup de professionnalisme dans l'encadrement avec beaucoup de rigueur et de ponctualité contrairement à d'autres qui l'étaient moins et qui donnaient l'impression d'être dérangés par certaine de nos questions et nos préoccupations.*
7	*Cette formation demande une forte utilisation d'internet, pour ses propres recherches, la participation aux séances synchrones. Seulement, il y a un déficit au niveau de l'utilisation effective des logiciels professionnels et des didacticiels. Ce point devra certainement être amélioré.*
8	*Cet encadrement souffre de l'insuffisance d'enseignant, ou d'une faible diversification/spécialisation de ces enseignants.*
9	*Pour la plus part l'encadrement en ligne était super enrichissant mais il serait en meilleur d'y introduire des activités pratiques pendant le cours comme certains enseignants l'ont fait.*
10	*L'encadrement en ligne accompagner d'un encadrant nous permet de rester dans le cadre de la formation, toutes fois les enseignants doivent encore s'impliquer afin de pousser les apprenants a la participation active des tutorats*
11	*Personnellement, en dehors de trois enseignants qui m'ont marqué favorablement dans leur encadrement, je n'ai pas trouvé très efficace l'encadrement des autres enseignants. Ces derniers ne répondaient à aucun mail et ne réagissaient même pas pour recadrer les échanges sur les forums dans le cas où ces derniers étaient ouverts. Pour ma part, il aurait fallu que les enseignants soient plus réactifs et Proactifs ; qu'ils fassent également preuve d'initiative en étant suffisamment convainquant dans leurs explications.*
12	*J'ai trouvé ces chats très peu productifs. Il nous est souvent demandé de lire 2 voire 3 chapitres (des centaines de pages) pour le lendemain, ce qui est impossible. A mon avis, il faut revoir la façon de faire. Il faut d'autres étapes avant ces chats.*
13	*Dans un cadre général, l'encadrement en ligne n'a pas été efficace car la plupart des tuteurs n'ont pas été très collaboratifs*
14	*Les échanges en ligne entre tuteurs et étudiants se font essentiellement lors des séances des cours qui pour moi me paraissent insuffisants car étant donné la*

	distance la période de temps accordée au cours me parait très insuffisante pour éponger la majeure partie des différents problèmes que nous rencontrons. *Du coût l'échange des mails pourrait bien être une solution sauf que très peu d'enseignants ont l'amabilité de répondre aux préoccupations des étudiants.*
15	*L'initiative est bonne. Cependant le staff administratif gagnerait à diversifier de la ressource humaine afin que les apprenants n'aient pas le sentiment que toute la formation repose sur un petit nombre d'enseignants. De plus nous souhaitons pour les générations avenir, l'intervention des professionnels d'entreprises ou de métiers pour animer certains modules*
16	*Une bonne partie a fait montre d'une efficacité exceptionnelle mais il reste encore à faire sur ce point.*
17	*C'est même pas la peine d'en parler parce qu'il n'y a eu aucun encadrement en ligne quand bien même on effectue un devoir qu'on envoie à l'enseignant on a aucune réponse*

Tableau 6. 20: Effectifs observés déclarés par les étudiants concernant leur accompagnement en ligne

Question : Concernant l'accompagnement proposé aux étudiants : ***Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :***							
	Jamais	**Rarement**	**Parfois**	**Souvent**	**Assez souvent**	**Très souvent**	**TOTAL**
Code	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	
L'entraide et le soutien des étudiants entre eux est stimulée par l'enseignant (répondre aux questions des autres, fournir des ressources d'apprentissage aux autres...)	6	5	13	18	15	9	**66**
L'enseignant sollicite une réflexion des étudiants sur leur savoir et leur processus d'apprentissage	2	4	14	25	14	7	**64**
Les étudiants fournissent des ressources à leurs pairs et/ou répondent aux questions de leurs pairs	3	4	10	23	17	9	**63**
Le cours fait intervenir des experts extérieurs à l'université ou des ressources extérieures au monde académique	8	13	13	14	11	4	**63**
Le cours laisse aux étudiants des possibilités de choix au niveau des activités d'apprentissages, des médias et outils à utiliser, des méthodes, etc.	7	11	13	20	8	5	**64**
TOTAL	**21**	**37**	**63**	**100**	**65**	**34**	**320**

Tableau 6. 21: Effectifs observés déclarés par les étudiants des usages des outils de l'environnement techno pédagogique proposé par les enseignants

	Rarement	**Parfois**	**Souvent**	**Assez souvent**	**Très souvent**	**TOTAL**
Code	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	
Le professeur propose aux étudiants un ou plusieurs outils de soutien à l'apprentissage (espaces ou moyens pour travailler, pour réfléchir à leur manière d'apprendre, ou pour construire leur identité numérique)	9	15	16	18	4	**62**
Le professeur propose un ou plusieurs outils de communication, d'organisation et de collaboration (calendrier, échéancier, forum, etc.)	8	18	23	8	6	**63**
Les ressources numériques mises à disposition par le professeur intègrent des images, photos, schémas, cartes, vidéos etc.	7	14	21	13	8	**63**

Dans leurs travaux, les étudiants intègrent des images, photos, schémas, cartes, vidéos etc.	8	10	20	17	6	**61**
Vous utilisez des outils de communication et de collaboration SYNCHRONES (chat, visioconférence, partage de documents et d'écran, etc.)	8	15	23	9	6	**61**
Les étudiants peuvent commenter/modifier les ressources/documents mis à leur disposition et/ou les travaux de leurs pairs	19	11	14	4	5	**53**
TOTAL	**59**	**83**	**117**	**69**	**35**	**363**

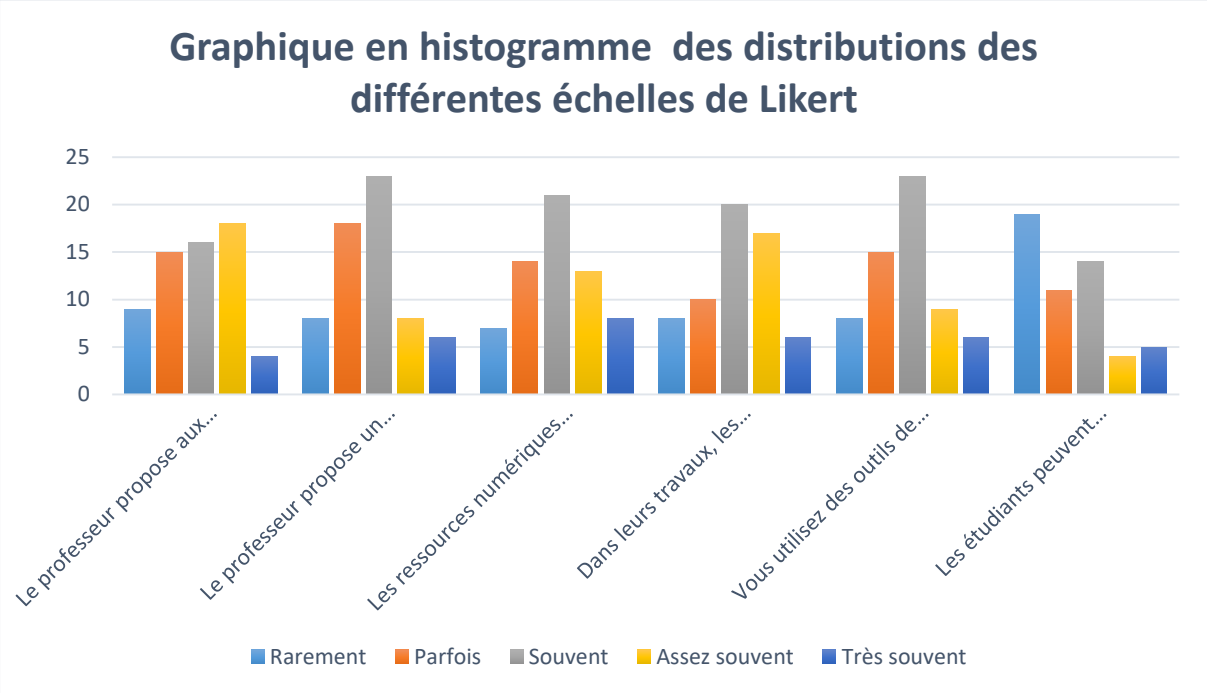

Tableau 6. 22: Fréquences des usages des outils numériques liés aux échanges d'ordre transmissifs, incitatifs et interactifs des acteurs du dispositif MASTEL

		Fréquence		**Fréquence**	
Dispositif : §1: MASTEL Période : 22/09/2009 au 23/03/18 Acteur : Etudiant		Assiduité	Disponibilité	Assiduité	Disponibilité
	Types d'outils numériques mobilisés	Nombre de connexion	Durée (min/h)	Nombre de connexion	Durée (min/h)
A- Bloc type d'outils transmissifs/de consultation					
Unité d'Enseignement (UE) :		MASSICO 502		MASSICO 503	
Cours/UV		Radiocommunication mobiles et concepts		Antenne et Propagation	

Activité globale	Dépôt devoir	832	1	149	1
Projet professionnel tutoré et stage professionnel	Fichier (pdf, html,…)	275	1	227	1
Espace grand groupe (échange/partage, consultation et dépôt) - (préciser nombre de sujets N ≥ 10)	Forum/Chat/Wiki	6032	1	5101	1
Espace d'équipe/petit groupe de 3 à 7 sujets (échange/partage, consultation et dépôt)- (préciser nombre de sujets N < 10).	Forum/Chat/Wiki	0	1	0	1
Traces d'accès aux ressources complémentaires textes et figures (graphiques, schémas, diagrammes, ...)	Fichier (pdf, html,…)	3780	1	3957	1
Traces d'accès aux ressources complémentaires (vidéos, son et image,…)	Audio/vidéo	0	1	0	1
Traces d'organisation de /planification et suivi session (calendrier, agenda numérique, port folio numériques, journal de bord, …)	Courriel	988	1	392	1
Traces de consignes d'organisation d'activités individuelles et de groupe	Fichier (pdf, html,…)	404	1	118	1
B- Bloc type d'outils interactifs					
Activité d'échanges par chat	Chat	5886	1	4378	1

Activité d'échanges avec le forum	Forum	224	1	723	1
Activité d'échanges par audio/téléconférence ou par vidéo/Visio conférence	Audio/vidéo	0	1	0	1
C- Bloc type d'outils incitatifs					
Activité de simulation conceptuelle, de procédures et de pratiques professionnelles	Didacticiel	130	1	48	1
Activités de conception graphique et de modélisation	Logiciel	730	1	101	1
Activités d'auto test évaluative	Test	2781	1	5880	1
Activités de télémanipulation d'objets virtuels ou réels à distance	Didacticiel/Logicel	832	1	197	1

Tableau 6. 23: Résultat du test Student de ddl 28 et de seuil de signifiance 5%

	Moyenne	**Ecart - Type**	**Intervalle de confiance 95% de la différence**		**t**	**ddl**	**Sig. (bilatérale)**
			Inférieure	*Supérieure*			
Cours 1	1526.267	2092.665	-1487.258	1703.658	0.139	28	0.05
Cours 2	1418.067	2172.408					

§1 : Dispositif MASTEL ; Cours 1 : Radiocommunication mobiles et concepts ; Cours 2 : Antenne et Propagation

Tableau 6. 24: Fréquences des usages des outils numériques liés aux échanges d'ordre transmissifs, incitatifs et interactifs des acteurs du dispositif MASSICO

		Fréquence		**Fréquence**	
Dispositif : §2: MASSICO Période : 10/12/2012 au 05/06/17 Acteur : Etudiant		Assiduité	Disponibilité	Assiduité	Disponibilité
	Types d'outils numériques mobilisés	Nombre de connexion	Durée (min/h)	Nombre de connexion	Durée (min/h)
A- Bloc type d'outils transmissifs/de consultation					

Unité d'Enseignement (UE) :		MASSICO 502		MASSICO 503	
Cours/UV		Signature Electronique		Réseaux IPv4/IPv6, Routage & Commutation	
Activité globale	Dépôt devoir	283	1	1335	1
Projet professionnel tutoré et stage professionnel	Fichier (pdf, html,…)	0	1	3	1
Espace grand groupe (échange/partage, consultation et dépôt) - (préciser nombre de sujets N ≥ 10)	Forum/Chat/Wiki	2115	1	1964	1
Espace d'équipe/petit groupe de 3 à 7 sujets (échange/partage, consultation et dépôt)- (préciser nombre de sujets N < 10).	Forum/Chat/Wiki	73	1	0	1
Traces d'accès aux ressources complémentaires textes et figures (graphiques, schémas, diagrammes, ...)	Fichier (pdf, html,…)	1362	1	1870	1
Traces d'accès aux ressources complémentaires (vidéos, son et image,…)	Audio/vidéo	0	1	0	1
Traces d'organisation de /planification et suivi session (calendrier, agenda numérique, port folio numériques, journal de bord, …)	Courriel	10	1	129	1

Traces de consignes d'organisation d'activités individuelles et de groupe	Fichier (pdf, html,…)	268	1	266	1
B- Bloc type d'outils interactifs					
Activité d'échanges par chat	Chat	4	1	0	1
Activité d'échanges avec le forum	Forum	15	1	100	1
Activité d'échanges par audio/téléconférence ou par vidéo/Visio conférence	Audio/vidéo	0	1	0	1
C- Bloc type d'outils incitatifs					
Activité de simulation conceptuelle, de procédures et de pratiques professionnelles	Didacticiel	376	1	914	1
Activités de conception graphique et de modélisation	Logiciel	263	1	162	1
Activités d'auto test évaluative	Test	1721	1	1335	1
Activités de télémanipulation d'objets virtuels ou réels à distance	Didacticiel/Logiciel	0	1	438	1

Tableau 6. 25: Résultat test Student de ddl 28 et de seuil 5%

	Moyenne	**Ecart - Type**	**Intervalle de confiance 95% de la différence**		**t**	**ddl**	**Sig. (bilatérale)**
			Inférieure	*Supérieure*			
Cours 1	432.667	699.501					
Cours 2	567.733	718.864	-665.565	1703.658	-0.5215	28	0.05

§2 : Dispositif MASSICO ; Cours 1 : Signature électronique ; Cours 2 : Réseaux IPv4/IPv6, Routage & Commutation

Tableau 6. 26: Synthèse des réponses des apprenants

Question : les modalités de travail collaboratif en équipe ou en groupe sont-elles suffisamment présentes dans la majorité de vos modules de cours ou des UE ? Et pourquoi ?	
N° Etudiant	**Réponse répondant**
1	Oui : Elles ont été d'une efficacité hors pair dû aux échanges qui se créent ce qui nous permet de nous améliorer.
2	Oui parce que la plupart des activités globales nécessite une équipe d'au moins 2 pour partager les idées et parfaire l'idée globale.
3	Pour certaines UE, il existe quelques instructions allant dans ce sens. Néanmoins, pas suffisant. De plus, l'absence de retour sur les activités menées n'est pas de nature à édifier les apprenants sur la qualité de travail commun
4	Non pas assez, et pourtant c'est le travail en équipe qui nous a tous aidé à arriver au bout de cette formation
5	Pas trop mais cela est le plus souvent du a nous-même les étudiants car les programmes au travail ne sont pas les mêmes
6	Les groupes ont été constitués dans certains modules de cours ou des UE mais ils n'ont pas véritablement fonctionné à mon avis parce que les membres du même groupe n'ont pas forcément les mêmes motivations pour l'UE en question.
7	Plusieurs cours proposent des QCM (cas du cours du traitement numérique des images). Presque tous les cours ont des Situations problèmes et des exercices à traiter à la fin de chaque chapitre.
8	Non, car d'année en année les enseignants ramène les même questions et il n'y a vraiment pas d'espace collaboratif sur la plateforme mastel
9	Oui ces modalités sont prises, dans la majorité des modules les enseignants encouragent et forment même des groupes de travail pour faciliter l'apprentissage.
10	Quelque UE nous propose des activités en groupe, toute fois il y a la majorité des rendus qui sont individuel
11	Non, Bien que certains cours prévoient d'être faits en groupe, certains enseignants ont plutôt demandé aux apprenants de travailler individuellement. De plus les encadreurs ont rarement pris la peine de relancer les apprenants dans les cas très rares ou ceux-ci travaillaient en groupe.
12	Non. Exceptionnellement certains enseignants ont demandé des projets en groupe
13	Oui car on a été appelé à faire plusieurs fois les AG en groupe à la demande des tuteurs
14	Oui. Car tel que les cours sont dispensés, cela favorise le travail en groupe en plus du fait de l'établissement des groupes de travail.
15	Oui. Les projets ont été traités pour la plupart en groupe pour permettre aux uns et aux autres d'associer les compétences afin de solutionner des problèmes. Dommage que nous n'ayons pas toujours eu l'appréciation des enseignants.
16	Oui et comme je l'ai annonce ci haut, nous avons formé un groupe de travail solide.

17	Non parce que la majorité des AG sont individuelles et quand même des groupes sont formés il est difficiles de pouvoir travailler en groupe pour des raisons personnelles aux membres d'un même groupe

Tableau 6. 27: Effectifs observés des différents usages des outils numériques liés aux échanges d'ordre transmissifs, incitatifs et interactifs des acteurs des dispositifs MASTEL & MASSICO

Indicateurs	**§1 : MASTEL**		**§2 : MASSICO**	
	*Cours 1**	*Cours 2**	*Cours 3**	*Cours 4**
Activité globale	832	149	283	1335
Projet professionnel tutoré et stage professionnel	275	227	0	3
Espace grand groupe (échange/partage, consultation et dépôt) - (préciser nombre de sujets N ≥ 10)	6032	5101	2115	1964
Espace d'équipe/petit groupe de 3 à 7 sujets (échange/partage, consultation et dépôt)- (préciser nombre de sujets N < 10).	0	0	73	0
Traces d'accès aux ressources complémentaires textes et figures (graphiques, schémas, diagrammes, ...)	3780	3957	1362	1870
Traces d'accès aux ressources complémentaires (vidéos, son et image,…)	0	0	0	0
Traces d'organisation de /planification et suivi session (calendrier, agenda numérique, port folio numériques, journal de bord, …)	988	392	10	129
Traces de consignes d'organisation d'activités individuelles et de groupe	404	118	268	266
Activité d'échanges par chat	5886	4378	4	0
Activité d'échanges avec le forum	224	723	15	100
Activité d'échanges par audio/téléconférence ou par vidéo/Visio conférence	0	0	0	0
Activité de simulation conceptuelle, de procédures et de pratiques professionnelles	130	48	376	914
Activités de conception graphique et de modélisation	730	101	263	162
Activités d'auto test évaluative	2781	5880	1721	1335
Activités de télémanipulation d'objets virtuels ou réels à distance	832	197	0	438

Légende :

§1 : *Dispositif MASTEL ; Cours 1 : Radiocommunication mobiles et concepts ; Cours 2 : Antenne et Propagation*

§2 : Dispositif MASSICO ; Cours 3 : Signature électronique ; Cours 4 : Réseaux IPv4/IPv6, Routage & Commutation

Le résultat du calcul du test paramétrique ANOVA est donné ci-dessous.

Résumé des données					
	Traitements				
	Cours 1	**Cours 2**	**Cours 3**	**Cours 4**	**Total**
N	15	15	15	15	60
ΣX	22894	21271	6490	8516	59171
Mean	1526.2667	1418.0667	432.6667	567.7333	986.183
ΣX^2	96251790	96234695	9658238	12069536	214214259
Std.Dev.	2092.6648	2172.4081	699.5014	718.8641	1625.3334

Le détail des résultats est consigné dans le tableau suivant :

Détails des Résultats				
Source	***SS***	***df***	***MS***	
Entre traitements	14395414.85	3	4798471.6167	$F = 4.30215$
Sans traitements	141465390.1333	56	2526167.681	
Erreurs	46845353.4	42	1115365.5571	

Tableau 6. 28: Perceptions des apprenants sur l'impact de chaque cours du dispositif MASSICO sur le développement de leurs compétences professionnelles

N°	Cours	*Total Répondant*	*Nombre répondant*	*%*
1	Réseaux Mobiles	46	4	9%
2	Concepts fondamentaux de la Sécurité du Système d'Information (CSI 5100)	46	2	4%
3	Sécurité des réseaux et des services (SRS 5108)	46	1	2%
4	Sécurité des systèmes d'exploitation (SSE 5107)	46	0	0%
5	Aspects juridiques et normatifs (AJN 5102)	46	0	0%
6	Virologie / Protection contre les virus (VPV 5110)	46	0	0%
7	Authentification forte et protocoles cryptographiques, AFC 521	46	3	7%
8	Sécurité des « e-services » (SES 5106)	46	1	2%
9	Évaluation selon les Critères Communs (ECC 5103)	46	1	2%

10	Aspects algorithmiques de l'implémentation d'un crypto-système, AIC 522	46	0	0%
11	Administration de la sécurité / détection d'intrusion (ASI 5109)	46	0	0%
12	Signature électronique, SEL 523	46	10	22%
13	Audits / analyses techniques / Certification (AAC 5111)	46	0	0%
14	Base de la cryptographie, (BCP 520)	46	1	2%
15	Contrôle d'accès au SI (CAS 5105)	46	1	2%
16	Démarche de sécurité (SEC 5101)	46	1	2%
17	Concepts fondamentaux du Système d'Information (CSI 5104)	46	0	0%
18	Réseaux IPv4/IPv6, routage & commutation, RRC 525	46	10	22%
19	Réseaux de télécommunications, RET 524	46	0	0%
20	Réseau sans fil, VoIP, RFV 526	46	0	0%
21	Réseaux mobiles, MOB 527	46	1	2%
22	Méthodes formelles pour la sécurité, Canaux cachés, MFC 528	46	0	0%
AUTRES		46	11	24%
TOTAL		**46**	**46**	**100%**

Tableau 6. 29: Perceptions des apprenants MASTEL sur l'impact de chaque cours sur le développement de leurs compétences professionnelles

N°	**Cours**	***Total Répondant***	***Nombre répondant***	***%***
1	Comptabilité et gestion financière et comptable GCF	64	4	*6%*
2	Programmation Java C et C++ PRG 215	*64*	0	*0%*
3	Traitement numérique du signal TNS 218	64	1	*2%*

4	Normes et protocoles NOR 216	*64*	0	*0%*
5	Microélectronique ELN 221	*64*	0	*0%*
6	Télévision Numérique	*64*	0	*0%*
7	Réseaux locaux d'entreprise LAN 228	*64*	0	*0%*
8	Technologie optique guidée OPT 200	*64*	0	*0%*
9	Télécommunications spatiales TEL 214	64	1	*2%*
10	Planification et ingénierie des réseaux de télécoms, PLA 226	64	0	*0%*
11	Dispositifs et circuits micro-ondes OND 210	64	1	*2%*
12	Radiocommunication mobile système et concept MOB 206	*64*	22	*34%*
13	Communications numériques (files d'attentes pour les réseaux) RES 212	64	1	*2%*
14	TIC (VoIP) IpV6, Programmation TIC 224	64	0	*0%*
15	Réseaux haut débit vers de nouvelles architectures RES 220	64	0	*0%*
16	Dimensionnement de la consommation électrique pour les réseaux de télécoms ENE 234	64	0	*0%*
17	Interconnexion et gestion du spectre / Technologies du réseau d'accès (XDSL) XCO 227	64	0	*0%*
18	Antennes et propagation ANT 209	64	18	*28%*
19	Système d'information et de gestion SIG 229	64	3	*5%*
20	Communication et Management COM 234	*64*	1	*2%*
21	Réseaux intelligents REI 225	64	4	*6%*
22	Traitement numérique de l'image TNI 207	64	0	*0%*
AUTRES		64	8	*13%*

TOTAL	64	64	*100%*

Tableau 6. 30: Répartition fréquences d'échanges interactives par fil des salons de discussion du cours Radiocommunication Mobiles et concepts du dispositif MASTEL

						Fréquence des messages		
Dispositif :	Code du Salon de discussion	PG*	IA*	TP*	DI*	Nombre Message global	MAS*	FM*
§1	f1(Radiocom)S1_2017	14	11	79%	2h30	246	171	75
§1	f2(Radiocom)S1_2017	15	11	73%	2h17	166	95	71
§1	f3(Radiocom)S1_2017	16	8	50%	2h54	193	60	133
§1	f4(Radiocom)S1_2017	15	8	53%	2h43	266	181	85
§1	f5(Radiocom)S1_2017	14	11	79%	2h26	268	191	77
§1	f6(Radiocom)S1_2017	15	14	93%	2h32	245	156	89

PG : Présence active dans le Groupe ; **IA** : Intervenants Actifs ; **TP** : Taux de Participation ; **DI** : Durée d'Interaction en jours ou heure ; **MAS** : Messages Ayant un Sens ; **FM** : Faux Messages

Tableau 6. 31: Répartition fréquences d'échanges interactives par fil des salons de discussion du cours Antenne et Propagation du dispositif MASTEL

						Fréquence des messages		
Dispositif :	Code du Salon de discussion	PG*	IA*	TP*	DI*	Nombre Message global	MAS*	FM*
§1	f1(Antennes & Propagation)S1_2017	11	9	82%	2h09	190	122	68
§1	f2(Antennes & Propagation)S1_2017	10	7	70%	2h15	176	93	83
§1	f3(Antennes & Propagation)S1_2017	11	8	73%	2h14	188	117	71
§1	f4(Antennes & Propagation)S1_2017	10	7	70%	2h20	192	156	36
§1	f5(Antennes & Propagation)S1_2017	9	7	78%	2h11	180	140	40
§1	f6(Antennes & Propagation)S1_2017	11	10	91%	2h04	227	183	44

Tableau 6. 32: Répartition fréquences d'échanges interactives par fil des salons de discussion du cours signature électronique du dispositif MASSICO

						Fréquence des messages		
Dispositif :	Code du Salon de discussion	PG*	IA*	TP*	DI*	Nombre Message global	MAS*	FM*
§2	f1(Signature Electronique)S1_2017	10	10	100%	2h25	184	163	21
§2	f2(Signature Electronique)S1_2017	12	9	75%	1h59	168	143	25

§2	f3(Signature Electronique)S1_2017	12	7	58%	2h12	86	55	31
§2	f4(Signature Electronique)S1_2017	9	9	100%	2h05	170	144	26
§2	f5(Signature Electronique)S1_2017	11	9	82%	1h21	209	183	26
§2	f6(Signature Electronique)S1_2017	10	10	100%	2h21	185	161	24

§2 : MASSICO

Tableau 6. 33: Répartition fréquences d'échanges interactives par fil des salons de discussion du cours Réseaux IPv4/IPv6 routage et commutation du dispositif MASSICO

						Fréquence des messages		
Dispositif :	Code du Salon de discussion	PG*	IA*	TP*	DI*	Nombre Message global	MAS*	FM*
§2	f1(Réseaux IPv4/IPv6)S2_2017	11	7	64%	1h50	134	81	51
§2	f2(Réseaux IPv4/IPv6)S2_2017	11	4	36%	56min	102	66	36
§2	f3(Réseaux IPv4/IPv6)S2_2017	11	8	73%	1h25	152	115	37
§2	f4(Réseaux IPv4/IPv6)S2_2017	11	4	36%	53min	100	75	25
§2	f5(Réseaux IPv4/IPv6)S2_2017	13	9	69%	1h10	204	173	31
§2	f6(Réseaux IPv4/IPv6)S2_2017	16	9	56%	2h12	202	124	78

Tableau 6. 34: Distribution Messages Ayant un Sens (MAS) et de Faux Messages (FM) en fonction des codes types salons de discussion du cours radiocommunications mobile du dispositif MASTEL

	Total message	**Fréquences des messages par type (MAS, FM)***	
Code type salon de discussion	Contenu global	MAS	FM
f1(Radiocom)S1_2017	246	171	75
f2(Radiocom)S1_2017	166	95	71
f3(Radiocom)S1_2017	193	60	133
f4(Radiocom)S1_2017	266	181	85
f5(Radiocom)S1_2017	268	191	77
f6(Radiocom)S1_2017	245	156	89
TOTAL	**1384**	**854**	**530**

Légende : -MAS: Total de Messages ayant un sens direct et indirect à l'objet de discussion ;
-FM: Faux message sans lien avec l'objet étudié

Tableau 6. 35: Distribution des fréquences des messages ayant un sens « MAS » par catégorie et par code type de salon de discussion du cours « Radiocommunication mobile et concepts »

	Catégorie			
Dispositif : Code du salon de discussion	**Cognitif/métacognitif**	**Gestion technique et logicielle**	**Socioaffective**	**TOTAL**
f1(Radiocom)S1_2017	149	18	24	**191**
f2(Radiocom)S1_2017	103	7	36	**146**
f3(Radiocom)S1_2017	133	14	38	**185**
f4(Radiocom)S1_2017	212	14	30	**256**
f5(Radiocom)S1_2017	215	7	36	**258**
f6(Radiocom)S1_2017	148	41	40	**229**
TOTAL	**960**	**101**	**204**	**1265**

Tableau 6. 36: Distribution Messages Ayant un Sens (MAS) et de Faux Messages (FM) en fonction des codes types salons de discussion du cours antenne et propagation du dispositif MASTEL

	Total message	**Fréquences des messages par type (MAS, FM)***	
Code type salon de discussion	Contenu global	MAS	FM
f1(Antennes & Propagation)S1_2017	190	122	68
f2(Antennes & Propagation)S1_2017	176	93	83
f3(Antennes & Propagation)S1_2017	188	117	71
f4(Antennes & Propagation)S1_2017	192	156	36
f5(Antennes & Propagation)S1_2017	180	140	40
f6(Antennes & Propagation)S1_2017	227	183	44
TOTAL	**1153**	**811**	**342**

Tableau 6. 37: Distribution des fréquences des messages ayant un sens « MAS » par catégorie et par code type de salon de discussion du cours « Antennes et propagation » du dispositif MASTEL

	Catégorie			
Dispositif : Code du salon de discussion	**Cognitif/métacognitif**	**Gestion technique et logicielle**	**Socioaffective**	**TOTAL**
f1(Antennes & Propagation)S1_2017	144	15	5	**164**
f2(Antennes & Propagation)S1_2017	133	12	22	**167**
f3(Antennes & Propagation)S1_2017	153	9	13	**175**
f4(Antennes & Propagation)S1_2017	166	12	15	**193**
f5(Antennes & Propagation)S1_2017	145	21	17	**183**
f6(Antennes & Propagation)S1_2017	167	19	18	**204**

TOTAL	908	88	90	1086

Tableau 6. 38: Distribution Messages Ayant un Sens (MAS) et de Faux Messages (FM) en fonction des codes types salons de discussion du cours « Réseaux IPv4/IPv6 routage et commutation » du dispositif MASSICO

	Total message	**Fréquences des messages par type (MAS, FM)***	
Code type salon de discussion	Contenu global	MAS	FM
f1(Réseaux IPv4/IPv6)S1_2017	134	81	51
f2(Réseaux IPv4/IPv6)S1_2017	102	66	36
f3(Réseaux IPv4/IPv6)S1_2017	152	115	37
f4(Réseaux IPv4/IPv6)S1_2017	100	75	25
f5(Réseaux IPv4/IPv6)S1_2017	204	173	31
f6(Réseaux IPv4/IPv6)S1_2017	202	124	78
TOTAL	**894**	**634**	**258**

Tableau 6. 39: Distribution des fréquences des messages ayant un sens « MAS » par catégorie et par code type de salon de discussion du cours « Réseaux IPv4/IPv6 routage et commutation » du dispositif MASSICO

	Catégorie			
Dispositif : Code du salon de discussion	**Cognitif/métacognitif**	**Gestion technique et logicielle**	**Socioaffective**	**TOTAL**
f1(Réseaux IPv4/IPv6)S1_2017	105	19	5	**129**
f2(Réseaux IPv4/IPv6)S1_2017	88	7	8	**103**
f3(Réseaux IPv4/IPv6)S1_2017	120	12	12	**144**
f4(Réseaux IPv4/IPv6)S1_2017	179	16	5	**200**
f5(Réseaux IPv4/IPv6)S1_2017	84	0	17	**101**
f6(Réseaux IPv4/IPv6)S1_2017	168	9	16	**193**
TOTAL	**744**	**63**	**63**	**870**

Tableau 6. 40: Distribution Messages Ayant un Sens (MAS) et de Faux Messages (FM) en fonction des codes types salons de discussion du cours « Signature électronique » du dispositif MASSICO

	Total message	**Fréquences des messages par type (MAS, FM)***	
Code type salon de discussion	Contenu global	MAS	FM
f1(Signature Electronique)S1_2017	184	163	21
f2(Signature Electronique)S1_2017	168	143	25
f3(Signature Electronique)S1_2017	86	55	31
f4(Signature Electronique)S1_2017	170	144	26
f5(Signature Electronique)S1_2017	209	183	26
f6(Signature Electronique)S1_2017	185	161	24

TOTAL	1002	849	153

Tableau 6. 41: Fréquence de participation des apprenants par cours et scores/notes y sanctionnant à l'issu de l'évaluation desdits cours du dispositif MASTEL

	Radiocommunication mobiles		Antennes et Propagation		Classement général en fin de semestre
EtuX	***§1_FP_C_RC****	***§1_Score_C_RC****	***§1_FP_C_AP****	***§1_Score_C_AP****	***Rang***
Etu01	16	30,8	2	28,0	17
Etu02	0	0,0	27	16,5	19
Etu03	62	51,9	24	66,0	4
Etu04	25	8,3	153	36,5	18
Etu05	62	28,0	77	48,5	15
Etu06	0	0,0	0	0,0	19
Etu07	3	42,6	81	55,5	14
Etu08	65	57,4	66	56,5	3
Etu09	23	40,0	1	51,0	16
Etu10	139	55,1	75	75,0	6
Etu11	52	40,5	25	58,5	12
Etu12	46	54,3	50	64,5	2
Etu13	11	58,5	2	61,0	8
Etu14	76	54,0	83	58,5	13
Etu15	88	52,0	139	63,9	10
Etu16	0	51,0	7	66,0	5
Etu17	136	55,4	55	51,6	1
Etu18	60	50,3	74	57,5	7
Etu19	16	53,8	12	51,5	9
Etu20	9	49,3	7	61,9	11

Légende :

-§1_FP_C_RC : Dispositif MASTEL Fréquence de participation du cours « radiocommunication mobiles et concepts »*
-§1_Score_C_RC : Dispositif MASTEL Score/note du cours du cours « radiocommunication mobiles et concepts »
-§1_FP_C_AP : Dispositif MASTEL Fréquence de participation du cours « Antennes et propagation »
-§1_Score_C_AP : Dispositif MASTEL Score/note du cours « Antennes et propagation »

Tableau 6. 42: Fréquence de participation des apprenants par cours et scores/notes y sanctionnant à l'issu de l'évaluation desdits cours du dispositif MASSICO

	Réseaux IPv4/IPv6 routage et commutation		Signature électronique		Classement général en fin de semestre
EtuX	***§1_FP_C_RIPC****	***§1_Score_C_RIPC****	***§1_FP_C_SE****	***§1_Score_C_SE****	***Rang***
Etu01	71	80,25	36	70,0	2
Etu02	34	75,38	58	60,0	4
Etu03	9	72,38	30	50,3	12
Etu04	1	60,00	4	50,0	11
Etu05	0	0,00	0	0,0	17
Etu06	31	62,63	31	50,0	6

Etu07	2	39,25	0	50,0	16
Etu08	20	61,63	57	50,0	13
Etu09	0	32,00	31	55,0	15
Etu10	6	76,63	56	80,0	5
Etu11	16	69,50	91	60,0	7
Etu12	0	21,25	0	75,0	17
Etu13	3	57,75	0	55,0	8
Etu14	6	63,50	3	50,0	14
Etu15	8	67,25	17	53,8	10
Etu16	111	85,75	55	75,0	1
Etu17	53	67,13	49	70,0	9
Etu18	36	77,00	25	70,0	2

Légende :

-§1_FP_C_RIPC : Dispositif MASSICO Fréquence de participation du cours « Réseaux IPv4/IPv6 routage et commutation »*
-§1_Score_C_RIPC : Dispositif MASSICO Score/note du cours du cours « Réseaux IPv4/IPv6 routage et commutation»
-§1_FP_C_AP : Dispositif MASSICO Fréquence de participation du cours « Signature électronique »
-§1_Score_C_AP : Dispositif MASSICO Score/note du cours « Signature électronique »

Tableau 6. 43: Liste des logiciels utilisés par les étudiants toutes formations confondues en MASTEL / MASSICO de l'ENSP

N°	Nom du logiciel	Fréquence de citation par les étudiants	Pourcentage
1	MATLAB	33	7%
2	C/C++	23	5%
3	Java	15	3%
4	Packer Tracer	40	8%
5	GNS2/3	18	4%
6	Windev/Windev mobil	4	1%
7	Windesign	12	3%
8	Aircrack	2	0%
9	Easyphp	7	1%
10	VMWARE	4	1%
11	Eclipse	10	2%
12	Netbeans	11	2%
13	EBIOS	14	3%
14	Pack office	22	5%
15	MySQL	32	7%
16	WAMP/ Wampserver	13	3%
17	Oracle	15	3%
18	Network simulator NA2	18	4%
19	Didacticiel de radio communication mobile	44	9%
20	Atoll	18	4%
21	Optisystem	17	4%
22	OpenVPN	9	2%

23	Mobile radio	17	4%
24	AnsoftDesigner	22	5%
25	Adobe Dreamweaver	15	3%
26	FPGA Xilinx	12	3%
27	Proteus	16	3%
28	Asterix	10	2%
TOTAL		**473**	**100%**

Tableau 6. 44: Mobiles des choix des apprenants des différents logiciels utilisés dans le cadre de leur formation en MASTEL et/ou MASSICO

Question : Sur quoi ont porté les choix de ces logiciels dans le cadre de votre cours (formation académique, entreprise, etc.) ?			
N°	**Libellé**	**Nombre**	**%**
1	Imposé par l'enseignant	53	37%
2	Choix délibéré par les apprenants	34	24%
3	Parce que largement utiliser en entreprise	21	15%
4	Parce que le logiciel était en notre possession	27	19%
5	Autres	8	6%
TOTAL		**143**	**100%**

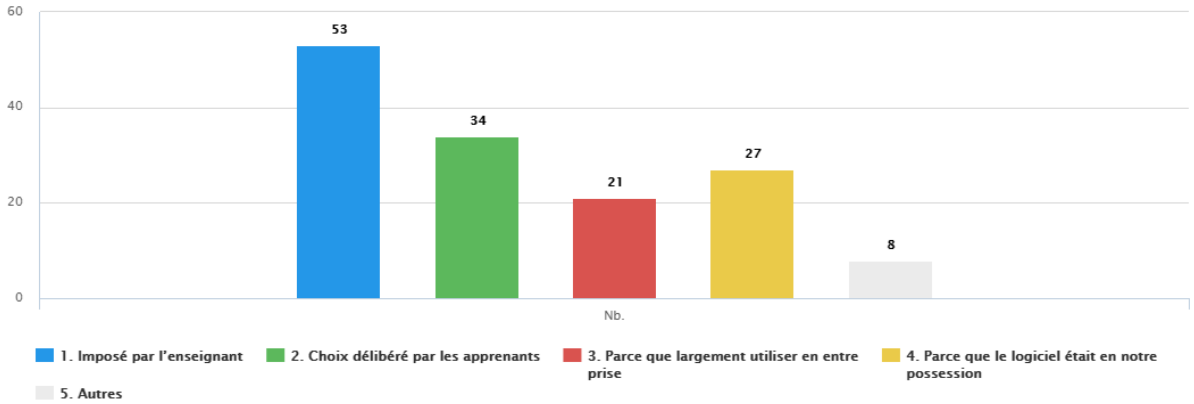

Tableau 6. 45: Avis des apprenants sur l'impact des logiciels sur leur manière d'apprendre

Question	**Nb.**	**%**
Selon-vous, l'usage des logiciels modifie-t-il la manière d'apprendre ?	78	100%
OUI	58	74%
NON	18	23%
Si oui, en quoi précisément	47	60%

Tableau 6. 46: Justificatifs des apprenants sur le fait que les logiciels modifient leur manière d'apprendre

Étudiant	***Argument du oui***
1	*Maitrise des apprentissages*
2	*Apprentissage par application*
3	*Meilleur compréhension des notions théoriques*
4	*Pratique*
5	*Cas pratiques*
6	*Il facilite la compréhension*
7	*cela rend la formation plus pratique*

8	*Facilite la compréhension du cours par son aspect pratique*
9	*par exemple le didacticiel de radiocom avait beaucoup d'informations que nous recherchions sans plus fournir trop d'effort sur internet*
10	*gestion automatisée des tâches qui induit un gain en beaucoup de ressources (temporaire, financière...)*
11	*Application pratique des cours théoriques*
12	*plus pratique*
13	*on assimile mieux et on retient et comprend vite les aspects techniques*
14	*Cela influence la phase pratique au vu de l'environnement de travail quotidien d'un apprenant. Moins c'est récent, plus il y a difficulté à mettre en œuvre (pour certains cas*
15	*cela permet de pratiquer, plus concret et d'être moins théorique. un avantage pour nous qui sommes quand même déjà en entreprise*
16	*Fait vivre la réalité*
17	*En améliorant la pratique*
18	*Cela facilite l'apprentissage*
19	*renforce la compréhension et contribue fortement à un apprentissage pratique*
20	*C'est une véritable de 'Learning by doing'*
21	*Mise en œuvre par simulation des cours théorique*
22	*Permet d'avoir une vision plus clarifie des différents concepts*
23	*Car nous pouvons assimiler la théorie à la pratique*
24	*Le logiciel permet de virtualiser l'apprentissage. Les documents sont numérique, On n'a pas besoins de tous les transporter physiquement. Et c'est bien vu leur grand nombre. Mais il faut s'y faire, et ce n'est pas évident pour la première fois, de tout lire à l'écran et assis tout le temps. (de façon classique, on peut aller sous un lampadaire, lire debout et ainsi alterner les positions assise et debout et la lecture en marche, ce qui qui est moins fatigant)*
25	*Ils permettent de mettre en pratique les connaissances acquises pendant les cours théoriques*
26	*permet parfois de simuler certaines théories*
27	*permet parfois de simuler certaines théories et les rend plus compréhensibles*
28	*Permet de mieux mettre en pratique les cours*
29	*Aide l'étudiant*
30	*On fait la pratique et cela facilite l'assimilation de la théorie*
31	*Permet de mettre en pratique les enseignements reçus*
32	*cela nous a rapprochés de la réalité pratique qui se fait sur le terrain*
33	*Nous rapproche de l'entreprise, de la profession.*
34	*expérimenter sans avoir des équipements réels*
35	*ils permettent de faire de simulations et autres travaux*
36	*Dans la méthodologie de travail*
37	*Simulation, conception et interaction*
38	*Mise en pratique (cas pratique)*
39	*expérience pratique*
40	*Les logiciels nous permettent de mettre en pratique les cours*
41	*Améliore la formation de l'Etudiant lui facilitant les taches pour la présentation de son Savoir et la compréhension de ses idées*
42	*cela te permet de faire des simulations comme en temps réel*
43	*Permettent de mettre en application les items étudiés*
44	*Ils permettent de simuler les applications en entreprise*
45	*Ils permettent d'immédiatement mettre en pratique et l'on s'habitue à l'environnement au cas où c'est un nouveau logiciel à apprendre*

Tableau 6. 47: Synthèses des avis des apprenants toutes formations EAD confondues à l'ENSP sur l'éventualité d'une formation ou tout se ferait qu'en mode à distance grâce aux logiciels.

Question : Pensez-vous que l'utilisation des logiciels en EAD en sciences de l'ingénieur peut remplacer les regroupements présentiels pour travaux pratiques?			
N°	**Libellé**	**Nombre**	**%**
1	Pas du tout	20	26%
2	Plutôt non	13	17%
3	Plutôt oui	12	15%
4	Je ne sais pas	15	19%
5	Comment l'expliquez-vous ?	18	23%
TOTAL		**78**	**100%**

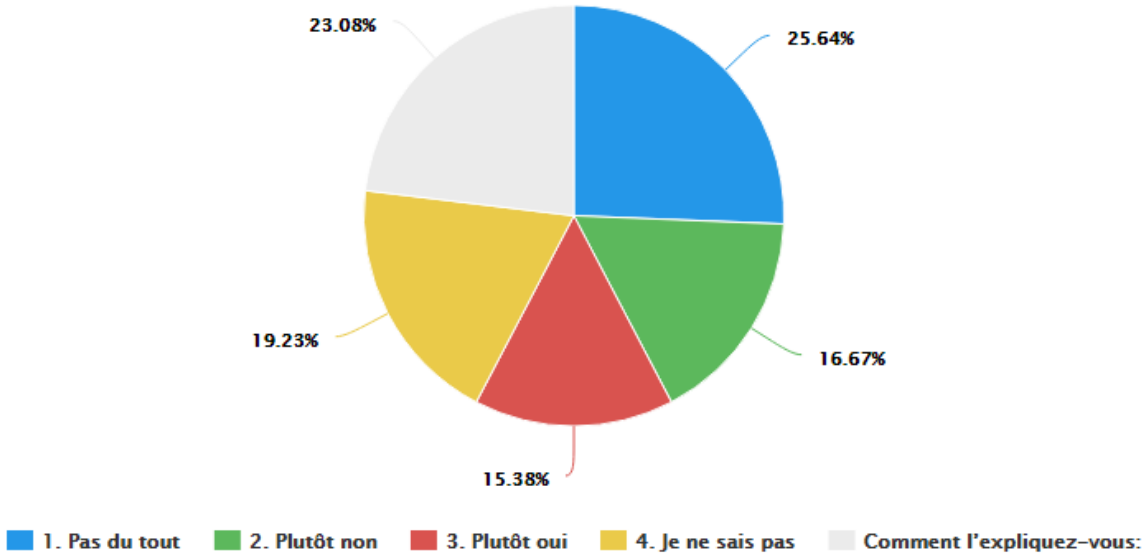

Tableau 6. 48: Récapitulatif des justificatifs avancés par les apprenants

Étudiant	***Argument du oui***
1	*Les TP sont faites certes, mais lors de regroupements, certaines explications de professeur et des spécialistes sont d'un grand apport pour concrétiser le professionnalisme de la formation*
2	*Le présentiel est essentiel pour le TP*
3	*même si les EAD sont très pratiques en ce qui concerne les dispositions géographiques et logistiques, les présentiels restent un bon moyen d'améliorer suivi des étudiants et le travail en équipe*
4	*Plutôt oui, car elle peut être donné comme projet obligatoire pour les apprenants avec un certain cota de point, puis les ajouter lors de l'examen comme examen pratique!*
5	*Il y a des aspects qui sont mieux explicités en présentiel. L'enseignant ou le moniteur ne peut pas négliger une question de la part des apprenants. Les difficultés des apprenants sont 'handled' directement.*
6	*Les regroupements en présentiels créent une certaine cohésion entre l'abstrait des cours théoriques et la pratique en présentiel. Ils permettent ainsi de renforcer l'apprentissage.*
7	*le rassemblement ne se limite pas seulement à l'utilisation de logiciel*
8	*Le regroupement présentiels pour les TP est très important, cela permet de comprendre l'importance du travail en équipe (les autres peuvent combler nos limites)*

9	*non, la collaboration avec les camarades et les exposants qui maitrisent la chose est un plus*
10	*Il faut plus d'accompagnement sur leur utilisation, surtout élaborer des vidéo comme tutoriel facilitant l'apprentissage des nouveaux logiciels*
11	*je n'ai pas encore utilisé ce logiciel*
12	*Même distance on peut faire des simulations des pratiques suivies (exemple certification CISCO, Oracle, HUAWEI...)*
13	*L'outil d'aide permet de simuler un large éventail de cas de situations*
14	*Dans certain cas de figures oui pas dans tous les cas.*
15	*Les livres et les Logiciel ne suffisent pas à la formation des Bons Ingénieurs sans les travaux Pratiques ou contact direct avec les Enseignants. Il faudrait surement plus de temps de formation pour un niveau égale à celui qui est en présentiel!*

Tableau 6. 49: Fréquences observées des différents items en fonction du niveau de satisfaction des apprenants en relation avec le sentiment d'efficacité personnelle

	Totalement en désaccord	**Plutôt en désaccord**	**Plutôt en accord**	**Totalement en accord**	**TOTAL**
Code	**1**	**2**	**3**	**4**	
Expérience du logiciel, facilité de résolution des problèmes rencontrés dans d'autres cours	6	16	24	22	**68**
Après avoir développé un programme fonctionnel, mise à jour facile de mes intentions et d'accomplissement des objectifs d'enseignement	6	14	24	23	**67**
Estime et confiance en soi pour faire face efficacement aux événements inattendus	6	7	26	28	**67**
Compétences reçues, gestion d'un plus grand nombre de situations délicates dans le cadre de cours similaires	6	9	26	27	**68**
TOTAL	**24**	**46**	**100**	**100**	**270**

Tableau 6. 50: Fréquences observées des différents items en fonction du niveau de satisfaction des apprenants en relation avec le sentiment d'aide à l'autodétermination

	Totalement en désaccord	**Plutôt en désaccord**	**Plutôt en accord**	**Totalement en accord**	**TOTAL**
Code	**1**	**2**	**3**	**9**	
La proactivité des étudiants	8	7	28	28	**71**
Les étudiants apprennent davantage (en quantité)	7	5	26	32	**70**
Qualité de l'apprentissage des étudiants	5	6	24	31	**66**
Proposition des activités plus proches de celles de la vie professionnelle	5	8	23	30	**66**
Projection davantage des étudiants en démarche scientifique de recherche	5	5	29	29	**68**
Le logiciel amène les étudiants à réfléchir davantage à leur manière d'apprendre	9	7	23	32	**71**
TOTAL	**39**	**38**	**153**	**182**	**412**

Tableau 6. 51: Fréquences observées des différents items en fonction du niveau de satisfaction des apprenants en relation avec le sentiment d'aide à la motivation

	Totalement en désaccord	**Plutôt en désaccord**	**Plutôt en accord**	**Totalement en accord**	**TOTAL**
Code	**1**	**2**	**3**	**4**	
Diversité d'outils numériques et activités incitatives ou interactives	5	6	30	26	**67**
Action tutorial et effet de groupe	5	8	25	28	**66**

Médiatisation et perception des valeurs ajoutées du dispositif techno pédagogique	8	10	28	19	**65**
Facteurs Intrinsèque et extrinsèque ou extro-déterminés	9	12	28	16	**65**
Sentiment d'auto compétences perçues	7	16	25	24	**72**
Bonne organisation, autonomie et contrôlabilité des choix d'apprentissage	5	13	20	31	**69**
TOTAL	**39**	**65**	**156**	**144**	**404**

Tableau 6. 52: Fréquences observées des différents items au regard des usages des logiciels de simulation et leurs efficacités comme support d'apprentissage

	Totalement en désaccord	**Plutôt en désaccord**	**Plutôt en accord**	**Totalement en accord**	**TOTAL**
Code	**1**	**2**	**3**	**4**	
outil de représentation concrète des concepts, une application des concepts connus à des niveaux supérieurs	7	7	23	29	**66**
outil de découverte de nouveaux concepts, de nouveaux modèles	7	7	24	26	**64**
Outil de manipulation des objets virtuels	5	5	21	21	**64**
Outil de développement d'un esprit critique	6	11	27	20	**64**
La mise en évidence d'un conflit cognitif	7	8	32	16	**63**
Une simplification et prise en main rapide des systèmes réels étudiés	3	13	21	24	**61**
Une articulation entre un phénomène concret et sa représentation abstraite	6	9	25	23	**63**
Une amélioration de la compréhension conceptuelle	4	10	21	28	**63**
L'activation et le développement des compétences procédurales de base (observer, mesurer communiquer, classer, prédire...)	6	9	25	25	**65**
L'activation des compétences procédurales spécifiquement intégrée à la démarche scientifique (contrôler les variables, formuler des hypothèses, interpréter des données, expérimenter et de formuler des modèles...)	5	9	22	27	**63**
TOTAL	**58**	**98**	**241**	**239**	**636**

Tableau 6. 53: Synthèse des réponses et par item au regard des usages des logiciels de simulation et leurs efficacités comme support d'apprentissage

Item	**Nb**	**Min**	**Moy**	**Max**
En matière de support d'apprentissage:	***68***	***0***	***3.13***	***5***
outil de représentation concrète des concepts, une application des concepts connus à des niveaux supérieurs	67	0	3.22	5
outil de découverte de nouveaux concepts, de nouveaux modèles	66	0	3.14	5
Outil de manipulation des objets virtuels	66	0	2.95	5
Outil de développement d'un esprit critique	65	1	3.06	5
La mise en évidence d'un conflit cognitif	64	1	2.95	5
Une simplification et prise en main rapide des systèmes réels étudiés	65	0	3.15	5
Une articulation entre un phénomène concret et sa représentation abstraite	65	0	3.12	5
Une amélioration de la compréhension conceptuelle	65	0	3.31	5
L'activation et le développement des compétences procédurales de base (observer, mesurer communiquer, classer, prédire...)	65	0	3.2	5

L'activation des compétences procédurales spécifiquement intégrée à la démarche scientifique (contrôler les variables, formuler des hypothèses, interpréter des données, expérimenter et de formuler des modèles...)	66	0	3.18	5

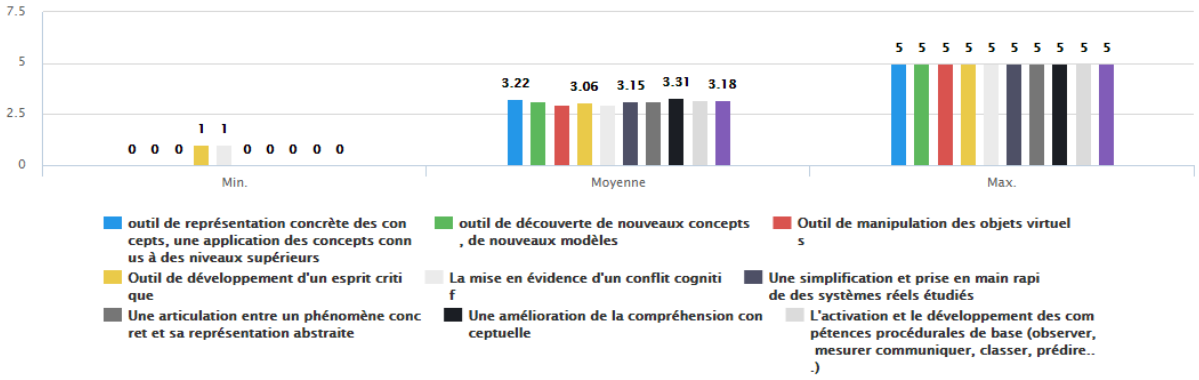

Tableau 6. 54: Récapitulatif de la perception des apprenants des usages des logiciels et leur efficacité comme support d'apprentissage

Étudiant	***Réponse***
1	*Il est très important et indispensable. La technologie est le canal de notre formation et m'a permis d'apprendre et ainsi de développer mon niveau sur les réseaux technologiques.*
2	*Les logiciels professionnels viennent aujourd'hui facilités la tâche aux ingénieurs. Il serait donc important que les logiciels, didacticiels et ressources Internet soient présentés, expliqués et mis à la disposition des étudiants par chaque enseignant lors des présentiels.*
3	*L'efficacité de tous ces outils n'est plus à démontrer. Une formation à distance ne peut se faire dans de bonnes conditions sans les TIC.*
4	*Très Intéressant !!!!*
5	*Les TIC sont vraiment au cœur de cette formation*
6	*Etant dans le domaine des TIC moi-même, son usage m'a permis déjà de faire un master dans une université française et me permet aujourd'hui d'être dans le cursus actuellement dont l'objectif ultime est la mise en place d'un centre spécialisé en sécurité des systèmes d'information et de communication dans mon pays le Togo. Ainsi sans les TIC je ne saurai acquérir ces nouvelles compétences.*
7	*Il est clair que les TIC occupent une place de premier choix dans ce parcours, ne serait-ce que c'est le seul moyen de compléter les cours et même la formation.*
8	*RAS : En dehors d'internet je n'ai particulièrement pas fait usage d'un grand nombre d'équipement technologique.*
9	*L'internet a été un outil incontournable pour l'apprentissage lors de la formation, certains logiciels nous permettent d'améliorer la formation malgré le temps accorder à cette formation ne soit pas assez suffisant pour appréhender le contour des logiciels*
10	*Sur une échelle de 1 à 5, l'usage des technologies occupe pour moi le niveau 5 et sont d'une très grande efficacité dans mon développement des compétences*
11	*Lors de certains projets nous avons utilisé des logiciels, malheureusement sans accompagnement. A l'exception de ces cas particuliers l'usage des TIC ne s'est résumé qu'au chat.*
12	*La technologie est un atout pour le développement des compétences sauf que certaines notions pour être mieux acquises nécessitent la présence physique des deux interlocuteurs*
13	*L'utilisation des logiciels technologique en général en formation d'ingénierie aide beaucoup dans l'apprentissage mais il serait mieux de moins utiliser des logiciels pour*

	résoudre des problèmes cela prouverai une meilleure connaissance de ce que l'on fait et de la situation et de la source de problème.
14	*Trop peu de logiciel professionnels ont été utilisé dans le cadre de cette formation. Ce qui à mon avis la rétrograde un peu vers une formation académique. La plateforme radiocom qui nous a été remise en présentiel nous a été très bénéfique. Nous aurons souhaités avoir de l'assistance ou un guide d'utilisation pour mieux l'exploiter.*
15	*La technologie est un moteur nécessaire à la réussite des objectifs des formations et même des organisations*
16	*Véritablement les logiciels sont peu utiliser ou presque pas utiliser et quand même un logiciel est proposé il est peu utilisé*

Tableau 6. 55: Fréquences observées des différents items au regard de la perception des apprenants sur les effets incitatifs de l'usage des logiciels sur la manière d'enseigner

	Totalement en désaccord	**Plutôt en désaccord**	**Plutôt en accord**	**Totalement en accord**	**TOTAL**
Code	**1**	**2**	**3**	**4**	
Les logiciels ouvrent des perspectives importantes pour mon avenir professionnel	6	6	23	38	**73**
Les logiciels me permettent d'approfondir les cours	7	5	12	48	**72**
Les logiciels me font gagner du temps	5	5	15	44	**69**
L'utilisation des logiciels développe l'esprit d'initiative et la créativité	7	5	22	36	**70**
Les logiciels peuvent être utilisés pour toutes les matières	8	8	22	32	**70**
TOTAL	**33**	**29**	**94**	**198**	**354**

Tableau 6. 56: Fréquences observées des différents items au regard de la perception des apprenants de l'usage des logiciels comme obstacle sur la manière d'enseigner

	Totalement en désaccord	**Plutôt en désaccord**	**Plutôt en accord**	**Totalement en accord**	**TOTAL**
Code	**1**	**2**	**3**	**4**	
Il manque une formation sur les logiciels pour les étudiants	7	10	19	27	**63**
Les moyens mis à disposition des étudiants sont insuffisants (ordinateurs, réseau...)	5	16	17	21	**59**
Il manque des personnes compétentes pour venir en aide aux étudiants	11	8	18	17	**54**
Répondre aux autres étudiants sur la plate-forme prend beaucoup de temps	11	11	14	19	**55**
Travailler sur une plate-forme numérique réduit les contacts avec les autres étudiants	13	7	15	20	**55**
Les étudiants ne sont pas demandeurs de logiciels	12	11	19	12	**54**
Certaines matières enseignées ne se prêtent pas à la diffusion sur une plate-forme numérique	12	8	17	17	**54**
J'ai l'impression de répondre à une mode impulsée par mon institution	9	12	17	12	**50**
TOTAL	**80**	**83**	**136**	**145**	**444**

Tableau 6. 57: Fréquence des appréciations des étudiants MASTEL/MASSICO de l'usage des logiciels proposés par les enseignants et leur adaptation aux objectifs pédagogiques visés

#	Question	Nb.	%
24	Niveau d'appréciation de l'apprenant du logiciel proposé par l'enseignant et l'adaptation dudit logiciel aux objectifs pédagogiques visés	73	100%
	1. Très satisfaisant	22	30%
	2. Satisfaisant	43	59%
	3. Insatisfaisant	3	4%
	4. Très insatisfaisant	3	4%
	5. Nul	0	0%
	Autres	2	3%

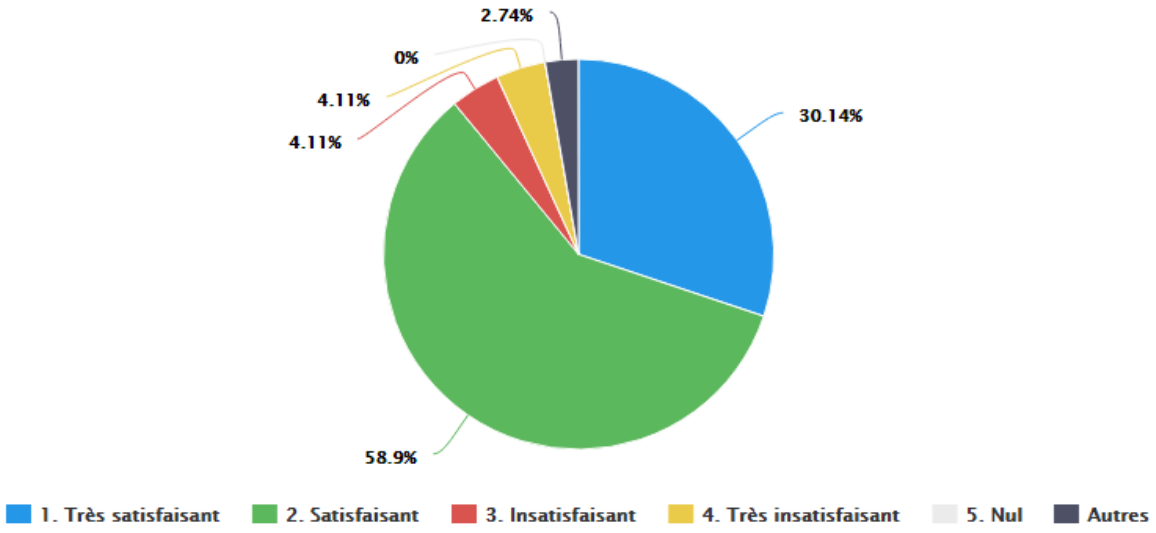

Tableau 6. 58: Fréquence des appréciations des étudiants MASTEL/MASSICO sur la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications au regard des facteurs d'ordre transmissif

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui	TOTAL
Code	1	2	3	4	
Il y a une simplicité de l'espace numérique (EIAH, plateforme, ENT/EVT,…) ;	7	10	25	22	**64**
Une ouverture au web dynamique et la recherche d'informations (base de données, flux rss, internet, bibliothèque virtuelle,…)	6	10	20	32	**68**
Une diffusion et disponibilité d'informations variées en réseaux types (télé mémoire, télé présence, télé participation…)	5	19	18	25	**67**
Une facilité d'accès aux ressources médiatisées et activités (Hyperliens et site, hypermédias, évaluation, feedback,…)	8	10	20	29	**67**
Une facilité de consultation et de dépôt support multimédia : sonore, audio/vidéo,	8	11	18	30	**67**

texte, image, web (HTM, XML, XLS, PDF, JPEG, GIF, …)					
TOTAL	**34**	**60**	**101**	**138**	**333**

Tableau 6. 59: Fréquence des appréciations des étudiants MASTEL/MASSICO sur la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications au regard des facteurs d'ordre incitatif

	Non	**Plutôt non**	**Oui**	**Plutôt oui**	**TOTAL**
Code	**1**	**2**	**3**	**4**	
Activités cognitives individualistes facilitées (Schéma et modélisation, Programmation, Simulation, Exerciseur,…)	5	17	19	27	**68**
Activités d'apprentissage proches des réalités socio professionnelles (Situations problèmes, Etude de cas, mise à projet,…)	9	14	25	25	**73**
Activités cognitives mettant davantage l'étudiant en démarche scientifique de recherche	8	10	23	30	**71**
Etudiants apprenant davantage avec une variété d'activités et de diversité d'outils incitatifs	6	13	25	26	**70**
Meilleur analyse d'expérience d'apprentissage individuel par l'étudiant (tableau de bord, exercice,…)	7	15	26	25	**73**
TOTAL	**35**	**69**	**118**	**133**	**355**

Tableau 6. 60: Fréquence des appréciations des étudiants MASTEL/MASSICO sur la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications au regard des facteurs d'ordre interactif

	Non	**Plutôt non**	**Oui**	**Plutôt oui**	**TOTAL**
Code	**1**	**2**	**3**	**4**	
Le processus de construction interpersonnelle de travaux en groupe ou d'équipe sur l'espace numérique «environnement Interactif d'apprentissage humain(EIAH) »	6	18	21	19	**64**
Une interaction accrue entre étudiants et enseignants et l'accompagnement des tuteurs sur l'espace numérique « EIAH »	5	18	26	15	**64**
Offre plus d'occasions d'interagir et d'accompagnement entre pairs étudiants	8	17	31	10	**66**
Interactions avec les outils focalisant les informations complémentaires et favorisant davantage les confrontations de points de vue des acteurs et positifs à l'apprentissage « but de maîtrise »	7	19	17	22	**65**
Interactions avec les outils axés sur les informations identiques favorisant l'esprit compétitif et l'enjeu de paraître compétent auprès des pairs	8	16	24	15	**63**
But de performance et moins de demande d'aide auprès des pairs	6	15	29	13	**63**
TOTAL	**40**	**103**	**148**	**94**	**385**

Tableau 6. 61: Fréquence des appréciations des étudiants MASTEL/MASSICO sur la pertinence des usages des logiciels en enseignement des télécommunications au regard des facteurs d'ordre didactique

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui	TOTAL
Code	1	2	3	4	
Une alternative aux expérimentations inaccessibles	10	12	20	21	**63**
Outil d'investigation scientifique et pour le développement d'une habileté à enquêter	11	10	28	17	**66**
Outil de résolution des problèmes	8	10	26	19	**63**
Outil complémentaire aux expériences réelles	11	7	26	21	**65**
Support d'un apprentissage individualisé et adapté au besoin	7	12	23	23	**65**
TOTAL	**47**	**51**	**123**	**101**	**322**

Annexe 2: Questionnaire étudiant

QUESTIONNAIRE ADRESSE AUX ETUDIANTS Master Professionnel en Télécommunications (**MASTEL**) & Master en Sécurité des Systèmes d'Information et de Communication (**MASSICO**) (**Mode Formation A Distance (FOAD)**)

Ecole Nationale Supérieure Polytechnique (**ENSP**)/Université de Yaoundé 1 (**UYI**)

Préambule

Nous souhaitons dans le cadre de la présente recherche portant sur : «***L'usage des logiciels de simulation dans les dispositifs hybrides en formation des sciences pour élèves ingénieurs : étude évaluative à l'école polytechnique de Yaoundé*** », recueillir vos sentiments, opinions et votre perception des pratiques avec les dispositifs de formation à distance et les usages des logiciels en formation des sciences pour ingénieurs.

Nous vous remercions de votre collaboration pour nous retourner ce document rempli et de répondre au questionnaire dès que vous les recevrez. (***Tout comme l'entretien, il vous prendra entre 15 et 20 mn de votre temps***).

Votre profil

00 : Qui êtes-vous ?

☐ Homme
☐ Femme

01 : Quel est votre âge ?

Indiquer ici :_____

02 : Quel est votre pays ?

Indiquer ici :_____

03 : Quel est votre situation professionnelle ?

☐ Travailleur du secteur privé
☐ Travailleur du secteur public
☐ Non Travailleur
Autre_____

04 : Quel programme suivez-vous ?

☐ MASTEL
☐ MASSICO

05 : Quel est votre promotion ?

Exemple : 2014-2015
Indiquer ici :_____

06 : Quel est votre situation académique ?

Nombre de crédits validés_____
Si diplômé (***indiquer l'année***) _____
Autre_____

07 : Pour quel cours répondez-vous à cette enquête ? Indiquez le titre du cours.

Indiquer ici :_____

NB : *En répondant à ce questionnaire, vous serez appelé à évaluer le contenu d'un cours, sur ce, il serait souhaitable dès l'entame de vous positionner par rapport à un cours.*

Ce qui vous motive à suivre la formation à distance

08 : Pour quelle raison principale vous êtes-inscrit à une formation à distance ?

Vous pouvez cocher plusieurs cases

☐ Parce que vous souffrez d'un handicap ou d'une maladie qui vous empêche de suivre les cours en présentiel
☐ Pour cause d'éloignement géographique
☐ Parce vous pensez que cette forme de travail est mieux adaptée à votre façon d'apprendre
☐ Parce vous pensez que cette forme de travail est mieux adaptée à une reprise d'étude après une interruption
☐ Parce vous êtes salariés à plein temps et votre employeur ne peut vous libérer pour une formation équivalente en face à face
☐ A cause d'une activité annexe que vous devez suivre en parallèle
☐ Parce que ce diplôme n'est préparé qu'à distance
☐ Autres_____

09 : Aujourd'hui êtes-vous satisfait de ce choix eu égard de la raison qui vous a conduit à vous inscrire dans cette formation ?

☐ OUI
☐ NON
Commentez-éventuellement ce choix_____
_____

10 : De manière générale, vous avez trouvé cette formation

☐ 1. Pas du tout satisfaisante
☐ 2. Assez satisfaisante
☐ 3. Satisfaisante
☐ 4. Très satisfaisante

Dispositif de formation

11 : La plate-forme Moodle utilisée à l'ENSP vous parait :

☐ 1. Pas du tout utile pour la formation
☐ 2. Peu utile à la formation
☐ 3. Utile à la formation
☐ 4. Indispensable à la formation

12: Son utilisation vous paraît

☐ 1. Très difficile
☐ 2. Difficile
☐ 3. Facile
☐ 4. Très facile

13 : Pouvez-vous citer une plateforme en ligne que vous connaissez et sur laquelle vous auriez préféré travailler ?

Indiquer ici :_____

Outils de l'enseignement à distance (EAD/eLearning)

14 : Parmi les outils suivants quels sont ceux que vous avez utilisés ?

NB : Plusieurs choix sont possibles

☐ 1. Courrier postal
☐ 2. Courriel
☐ 3. Forum
☐ 4. Chat (messagerie instantanée)
☐ 5. Réseaux sociaux
☐ 6. Dépôt et téléchargement de documents
☐ 7. Ressources audio et vidéo
☐ 8. visioconférence
☐ 9. Chat (messagerie instantanée)
☐ 10. Autres_____

15 : Parmi les outils suivants quels sont ceux qui vous paraissent utiles pour votre formation

NB : Plusieurs choix sont possibles

☐ 1. Courrier postal
☐ 2. Courriel
☐ 3. Forum
☐ 4. Chat (messagerie instantanée)
☐ 5. Réseaux sociaux
☐ 6. Dépôt et téléchargement de documents
☐ 7. Ressources audio et vidéo
☐ 8. visioconférence
☐ 9. Chat (messagerie instantanée)
☐ 10. Autres_____

16 : Parmi les outils suivants quels sont ceux qui vous paraissent faciles d'utilisation pour votre formation ?

NB : Plusieurs choix sont possibles

☐ 1. Courrier postal
☐ 2. Courriel
☐ 3. Forum
☐ 4. Chat (messagerie instantanée)
☐ 5. Réseaux sociaux
☐ 6. Dépôt et téléchargement de documents
☐ 7. Ressources audio et vidéo
☐ 8. visioconférence
☐ 9. Chat (messagerie instantanée)
☐ 10. Autres_____

17 : Existait-il des outils que vous connaissez et que vous auriez souhaité utiliser ?

☐ OUI
☐ NON
Si oui, lesquels, pourquoi_____
_____

18 : Existait-il des outils mis à votre disposition que vous n'avez pas souhaité utiliser ?
☐ OUI
☐ NON
Si oui, lesquels, pourquoi_____
_____

Sur les supports de cours

19 : Combien d'heures par semaine (estimation) avez-vous consacrées à ce cours pour les activités A DISTANCE, c'est-à-dire en dehors des salles de cours (travaux individuels ou de groupe, lectures, étude...) ?
Indiquer ici :_____

20 : Avez-vous des activités formatives dans le contenu qui vous pousse à utiliser des logiciels spécifiques pour leurs réalisations ?
☐ OUI
☐ NON
Si oui, lesquels, indiquer le cours en question_____

21 : Les objectifs de l'activité globale de ces cours sont-ils décrits et orientés par l'enseignant vers l'usage d'un logiciel spécifique ?
☐ OUI
☐ NON
Si oui, lesquels, indiquer le cours en question_____

22 : Les situations problèmes ou activités globales rattachées au cours vous ont-ils permis d'atteindre les objectifs du cours et développer en vous le sentiment d'avoir développé des compétences professionnelles ?
☐ OUI
☐ NON
Si oui, lesquels, indiquer le cours en question_____
_____

23 : Concernant les usages des outils et de la plate-forme :
Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Jamais	Rarement	Parfois	Souvent
Le professeur propose aux étudiants un ou plusieurs outils de soutien à l'apprentissage (espaces ou moyens pour travailler, pour réfléchir à leur manière d'apprendre, ou pour construire leur identité numérique)	☐	☐	☐	☐
Le professeur propose un ou plusieurs outils de communication, d'organisation et de collaboration (calendrier, échéancier, forum, etc.)	☐	☐	☐	☐
Les ressources numériques mises à disposition par le professeur intègrent des images, photos, schémas, cartes, vidéos etc.	☐	☐	☐	☐
Dans leurs travaux, les étudiants intègrent des images, photos, schémas, cartes, vidéos etc.	☐	☐	☐	☐
Vous utilisez des outils de communication et de collaboration SYNCHRONES (chat, visioconférence, partage de documents et d'écran, etc.)	☐	☐	☐	☐
Les étudiants peuvent commenter/modifier les ressources/documents mis à leur disposition et/ou les travaux de leurs pairs	☐	☐	☐	☐

24 : Concernant l'accompagnement proposé aux étudiants :
Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Jamais	Rarement	Parfois	Souvent
L'entraide et le soutien des étudiants entre eux est stimulée par l'enseignant (répondre aux questions des autres, fournir des ressources d'apprentissage aux autres...)	☐	☐	☐	☐
L'enseignant sollicite une réflexion des étudiants sur leur savoir et leur processus d'apprentissage	☐	☐	☐	☐
Les étudiants fournissent des ressources à leurs pairs et/ou répondent aux questions de leurs pairs	☐	☐	☐	☐
Le cours fait intervenir des experts extérieurs à l'université ou des ressources extérieures au monde académique	☐	☐	☐	☐
Le cours laisse aux étudiants des possibilités de choix au niveau des activités d'apprentissages, des médias et outils à utiliser, des méthodes, etc.	☐	☐	☐	☐

Perception du cours comme support à l'apprentissage

25 : Au démarrage du cours, quel était votre état d'esprit ?

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Totalement en désaccord	Plutôt en désaccord	Plutôt en accord	Totalement en accord
Je me sentais bien informé sur le déroulement du cours	☐	☐	☐	☐
Je n'avais pas des connaissances sur le cours	☐	☐	☐	☐
J'avais peur de participer à ce type de cours	☐	☐	☐	☐
Je me demandais bien comment je pouvais comprendre ce cours	☐	☐	☐	☐

26 : En matière de MOTIVATION :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
Je suis plus motivé	☐	☐	☐	☐
Les tâches qui me sont proposées sont plus intéressantes	☐	☐	☐	☐
Je m'implique activement dans le cours	☐	☐	☐	☐
Les activités proposées sont davantage personnalisées	☐	☐	☐	☐
Je mets en oeuvre des compétences de plus haut niveau (esprit critique, synthèse, avis personnel...)	☐	☐	☐	☐
Le cours me donne davantage envie d'apprendre	☐	☐	☐	☐
Le cours correspond davantage à mon projet de formation	☐	☐	☐	☐
Je peux davantage faire des liens avec des activités futures, professionnelles ou autres	☐	☐	☐	☐
J'ai une meilleure idée de mon devenir professionnel	☐	☐	☐	☐

27 : En matière d'INFORMATIONS :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
Les ressources que le professeur propose aux étudiants sont de natures plus variées	☐	☐	☐	☐
Les informations proposées sont plus concrètes (en lien avec la vie quotidienne, professionnelle...)	☐	☐	☐	☐
J'apprends davantage à utiliser les technologies	☐	☐	☐	☐
Je développe davantage mes compétences en recherche d'information	☐	☐	☐	☐
La part magistrale de l'enseignement est réduite	☐	☐	☐	☐

28 : En matière d'ACTIVITES :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
Je suis davantage actif	☐	☐	☐	☐
J'apprends davantage (en quantité)	☐	☐	☐	☐
Nos apprentissages sont de meilleure qualité	☐	☐	☐	☐
Les activités proposées sont plus proches de celles de la vie professionnelle	☐	☐	☐	☐
Je suis mis davantage en démarche scientifique de recherche	☐	☐	☐	☐
Le cours m'amène davantage à réfléchir sur ma manière d'apprendre	☐	☐	☐	☐
Le cours me permet davantage de gérer moi-même les ressources d'apprentissage	☐	☐	☐	☐

29 : En matière d'INTERACTIONS :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
Il y a plus souvent des travaux de groupe à faire	☐	☐	☐	☐
Je me sens plus souvent incité au travail d'équipe	☐	☐	☐	☐
Je gère plus facilement les travaux de groupe	☐	☐	☐	☐
J'ai davantage d'interactions avec le professeur	☐	☐	☐	☐
J'ai plus d'occasions d'interagir avec les autres étudiants	☐	☐	☐	☐
Mon rôle d'étudiant a été modifié	☐	☐	☐	☐

30 : En matière de PRODUCTIONS/TRAVAUX :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
L'évaluation est plus souvent basée sur mes productions/travaux	☐	☐	☐	☐
Le professeur peut mieux évaluer mes progrès	☐	☐	☐	☐
La qualité de mes productions est améliorée	☐	☐	☐	☐
La forme de mes productions est améliorée	☐	☐	☐	☐
Je consacre davantage de temps à l'approfondissement de mes travaux	☐	☐	☐	☐

L'évaluation finale est davantage en cohérence avec les objectifs annoncés et les activités proposées	☐	☐	☐	☐
L'évaluation porte davantage sur les compétences que j'ai développées	☐	☐	☐	☐

Effets du cours sur votre sentiment d'efficacité personnelle

31 : Positionnez-vous spontanément par rapport aux affirmations suivantes, qui s'appliquent aux prochains cours hybrides que vous pourriez suivre.

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Totalement en désaccord	Plutôt en désaccord	Plutôt en accord	Totalement en accord
Après avoir suivi ce cours, je parviendrai à résoudre plus aisément les problèmes difficiles que je rencontrerai dans des cours hybrides	☐	☐	☐	☐
Dorénavant, si je rencontre un obstacle, je pourrai trouver une meilleure façon d'obtenir ce que je veux	☐	☐	☐	☐
Après avoir suivi ce cours, il est plus facile pour moi de maintenir mes intentions et d'accomplir mes objectifs d'apprentissage personnel	☐	☐	☐	☐
En vue d'un prochain cours hybride, j'ai davantage confiance en moi pour faire face efficacement aux événements inattendus	☐	☐	☐	☐
Grâce à mes compétences, je sais gérer un plus grand nombre de situations délicates d'apprentissage	☐	☐	☐	☐
A partir d'aujourd'hui, je peux mieux résoudre les difficultés d'apprentissage si je fais les efforts nécessaires	☐	☐	☐	☐
Face à des difficultés d'apprentissage, je peux davantage me reposer sur ma capacité à maîtriser les problèmes	☐	☐	☐	☐
Lorsque je serai confronté(e) à un problème dans ce type de cours, j'aurai plus d'idées pour le résoudre	☐	☐	☐	☐
Si à l'avenir je rencontre un problème d'apprentissage, je dispose de plus de ressources pour le traiter	☐	☐	☐	☐
Quoiqu'il arrive dans un cours hybride, je saurai désormais mieux faire face	☐	☐	☐	☐

Votre familiarisation avec les logiciels de simulation

32 : Lister les logiciels que vous avez utilisés dans le cadre de votre formation

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

33 : Sur quoi ont porté les choix de ces logiciels dans le cadre de votre cours (formation académique, entreprise, etc.) ?

NB : cochez tous les items qui correspondent à votre appréciation

☐ 1. Imposé par l'enseignant
☐ 2. Choix délibéré par les apprenants
☐ 3. Parce que largement utiliser en entreprise
☐ 4. Parce que le logiciel était en notre possession
☐ 5. Autres_____

34 : Selon-vous, l'usage des logiciels modifie-t-il la manière d'apprendre ?

☐ 1. OUI
☐ 2. NON
☐ 3.Si oui, en quoi précisément _____

35 : Pensez-vous que l'utilisation des logiciels en EAD en sciences de l'ingénieur peut remplacer les regroupements présentiels pour travaux pratiques?

☐ 1. Pas du tout
☐ 2. Plutôt non
☐ 3. Plutôt oui
☐ 4. Je ne sais pas

Comment l'expliquez-vous : _____

36 : Le logiciel utilisé dans le cadre de votre cours choisi est-il un logiciel de conception (C++, MATLAB, Proteus, etc.) ou de simulation didactique (ex. le didacticiel de radio communication mobile)?

☐ 1. Pas du tout
☐ 2. Plutôt non
☐ 3. Plutôt oui
☐ 4. Je ne sais pas

Comment le trouvez-vous par rapport aux logiciels professionnels : _____

37 : Que pensez-vous en général de l'usage des logiciels de simulation en formation en ingénierie ?

Votre avis et arguments :_____

_____

38 : L'utilisation du logiciel de simulation a-t-elle permis d'expérimenter des cas d'études de type approfondissement du cours suivi?

☐ OUI

☐ NON

Si oui, lesquels, de quel ordre_____

Profil du logiciel

39 : Pour quel logiciel répondez-vous à cette enquête ? Indiquez le nom du logiciel.

Indiquer ici :_____

NB : *En répondant à ce questionnaire, vous serez appelé à évaluer le contenu ledit logiciel, sur ce, il serait souhaitable dès l'entame de vous positionner par rapport à un logiciel.*

40 : Niveau d'appréciation de l'apprenant du logiciel proposé par l'enseignant et l'adaptation dudit logiciel aux objectifs pédagogiques visés

[ ] Très satisfaisant

[ ] Satisfaisant

[ ] Insatisfaisant

[ ] Très insatisfaisant

[ ] Nul

Autres_____

41 : En matière de Transmission :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
Il y a une simplicité de l'espace numérique (EIAH, plateforme, ENT/EVT,…) ;	☐	☐	☐	☐
Une ouverture au web dynamique et la recherche d'informations (base de données, flux rss, internet, bibliothèque virtuelle,…)	☐	☐	☐	☐
Une diffusion et disponibilité d'informations variées en réseaux types (télé mémoire, télé présence, télé participation…)	☐	☐	☐	☐
Une facilité d'accès aux ressources médiatisées et activités (Hyperliens et site, hypermédias, évaluation, feedback,…)	☐	☐	☐	☐
Une facilité de consultation et de dépôt support multimédia : sonore, audio/vidéo, texte, image, web (HTM, XML, XLS, PDF, JPEG, GIF, …)	☐	☐	☐	☐

42 : En matière Environnement incitatif :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
Activités cognitives individualistes facilitées (Schéma et modélisation, Programmation, Simulation, Exerciseur,…)	☐	☐	☐	☐
Activités d'apprentissage proches des réalités socio professionnelles (Situations problèmes, Etude de cas, mise à projet,…)	☐	☐	☐	☐
Activités cognitives mettant davantage l'étudiant en démarche scientifique de recherche	☐	☐	☐	☐
Etudiants apprenant davantage avec une variété d'activités et de diversité d'outils incitatifs	☐	☐	☐	☐
Meilleur analyse d'expérience d'apprentissage individuel par l'étudiant (tableau de bord, exercice,…)	☐	☐	☐	☐

43 : En matière d'environnement interactif :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
Le processus de construction interpersonnelle de travaux en groupe ou d'équipe sur l'espace numérique «environnement Interactif d'apprentissage humain(EIAH) »	☐	☐	☐	☐
Une interaction accrue entre étudiants et enseignants et l'accompagnement des tuteurs sur l'espace numérique « EIAH »	☐	☐	☐	☐
Offre plus d'occasions d'interagir et d'accompagnement entre pairs étudiants	☐	☐	☐	☐
Interactions avec les outils focalisant les informations complémentaires et favorisant davantage les confrontations de points de vue des acteurs et positifs à l'apprentissage « but de maîtrise »	☐	☐	☐	☐
Interactions avec les outils axés sur les informations identiques favorisant l'esprit compétitif et l'enjeu de paraître compétent auprès des pairs	☐	☐	☐	☐
But de performance et moins de demande d'aide auprès des pairs	☐	☐	☐	☐

44 : En matière de logiciel à connotation didactique :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
Une alternative aux expérimentations inaccessibles	☐	☐	☐	☐
Outil d'investigation scientifique et pour le développement d'une habileté à enquêter	☐	☐	☐	☐
Outil de résolution des problèmes	☐	☐	☐	☐
Outil complémentaire aux expériences réelles	☐	☐	☐	☐
Support d'un apprentissage individualisé et adapté au besoin	☐	☐	☐	☐

Effet de l'usage des logiciels sur le développement personnel et l'apprentissage des apprenants

45 : En matière de sentiment d'efficacité personnelle:

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Totalement en désaccord	Plutôt en désaccord	Plutôt en accord	Totalement en accord
Expérience du logiciel, facilité de résolution des problèmes rencontrés dans d'autres cours	☐	☐	☐	☐
Après avoir développé un programme fonctionnel, mise à jour facile de mes intentions et d'accomplissement des objectifs d'enseignement	☐	☐	☐	☐
Estime et confiance en soi pour faire face efficacement aux événements inattendus	☐	☐	☐	☐
Compétences reçues, gestion d'un plus grand nombre de situations délicates dans le cadre de cours similaires	☐	☐	☐	☐

46 : En matière de support d'apprentissage:

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Totalement en désaccord	Plutôt en désaccord	Plutôt en accord	Totalement en accord
outil de représentation concrète des concepts, une application des concepts connus à des niveaux supérieurs	☐	☐	☐	☐
outil de découverte de nouveaux concepts, de nouveaux modèles	☐	☐	☐	☐
Outil de manipulation des objets virtuels	☐	☐	☐	☐
Outil de développement d'un esprit critique	☐	☐	☐	☐
La mise en évidence d'un conflit cognitif	☐	☐	☐	☐
Une simplification et prise en main rapide des systèmes réels étudiés	☐	☐	☐	☐
Une articulation entre un phénomène concret et sa représentation abstraite	☐	☐	☐	☐
Une amélioration de la compréhension conceptuelle	☐	☐	☐	☐
L'activation et le développement des compétences procédurales de base (observer, mesurer communiquer, classer, prédire...)	☐	☐	☐	☐
L'activation des compétences procédurales spécifiquement intégrée à la démarche scientifique (contrôler les variables, formuler des hypothèses, interpréter des données, expérimenter et de formuler des modèles...)	☐	☐	☐	☐

47 : En matière de sentiment à l'autodétermination :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
La proactivité des étudiants	☐	☐	☐	☐
Les étudiants apprennent davantage (en quantité)	☐	☐	☐	☐
Qualité de l'apprentissage des étudiants	☐	☐	☐	☐
Proposition des activités plus proches de celles de la vie professionnelle	☐	☐	☐	☐
Projection davantage des étudiants en démarche scientifique de recherche	☐	☐	☐	☐
Le logiciel amène les étudiants à réfléchir davantage à leur manière d'apprendre	☐	☐	☐	☐

48 : En matière de MOTIVATION:

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Totalement en désaccord	Plutôt en désaccord	Plutôt en accord	Totalement en accord
Diversité d'outils numériques et activités incitatives ou interactives	☐	☐	☐	☐
Action tutorial et effet de groupe	☐	☐	☐	☐
Médiatisation et perception des valeurs ajoutées du dispositif techno pédagogique	☐	☐	☐	☐
Facteurs Intrinsèque et extrinsèque ou extro-déterminés	☐	☐	☐	☐
Sentiment d'auto compétences perçues	☐	☐	☐	☐
Bonne organisation, autonomie et contrôlabilité des choix d'apprentissage	☐	☐	☐	☐

Perception des logiciels comme incitants/obstacles pour l'enseignement

49 : Etes-vous d'accord avec les phrases suivantes affirmant que les logiciels favorisent, en général, l'enseignement ?

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Totalement en désaccord	Plutôt en désaccord	Plutôt en accord	Totalement en accord
Les logiciels ouvrent des perspectives importantes pour mon avenir professionnel	☐	☐	☐	☐
Les logiciels me permettent d'approfondir les cours	☐	☐	☐	☐
Les logiciels me font gagner du temps	☐	☐	☐	☐
L'utilisation des logiciels développe l'esprit d'initiative et la créativité	☐	☐	☐	☐
Les logiciels peuvent être utilisés pour toutes les matières	☐	☐	☐	☐

50 : Etes-vous d'accord avec les phrases suivantes affirmant que les logiciels sont des obstacles pour l'enseignement dans votre institution ?

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Totalement en désaccord	Plutôt en désaccord	Plutôt en accord	Totalement en accord
Il manque une formation sur les logiciels pour les étudiants	☐	☐	☐	☐
Les moyens mis à disposition des étudiants sont insuffisants (ordinateurs, réseau...)	☐	☐	☐	☐
Il manque des personnes compétentes pour venir en aide aux étudiants	☐	☐	☐	☐
Répondre aux autres étudiants sur la plate-forme prend beaucoup de temps	☐	☐	☐	☐
Travailler sur une plate-forme numérique réduit les contacts avec les autres étudiants	☐	☐	☐	☐
Les étudiants ne sont pas demandeurs de logiciels	☐	☐	☐	☐
Certaines matières enseignées ne se prêtent pas à la diffusion sur une plate-forme numérique	☐	☐	☐	☐
J'ai l'impression de répondre à une mode impulsée par mon institution	☐	☐	☐	☐

Annexe 3: Questionnaire enseignant

QUESTIONNAIRE ADRESSE AUX ENSEIGNANTS Master Professionnel en Télécommunications (**MASTEL**) & Master en Sécurité des Systèmes d'Information et de Communication (**MASSICO**) (**Mode Formation A Distance (FOAD)**)

Ecole Nationale Supérieure Polytechnique (**ENSP**)/Université de Yaoundé 1 (**UYI**)

Préambule

Nous souhaitons dans le cadre de la présente recherche portant sur : «***L'usage des logiciels de simulation dans les dispositifs hybrides en formation des sciences pour élèves ingénieurs : étude évaluative à l'école polytechnique de Yaoundé*** », recueillir vos sentiments, opinions et votre perception des pratiques avec les dispositifs de formation à distance et les usages des logiciels en formation des sciences pour ingénieurs.

Nous vous remercions de votre collaboration pour nous retourner ce document rempli et de répondre au questionnaire dès que vous les recevrez. (***Tout comme l'entretien, il vous prendra entre 15 et 20 mn de votre temps***).

Votre profil

00 : Qui êtes-vous ?

☐ Homme
☐ Femme

01 : Depuis combien de temps enseignez-vous?

Veuillez sélectionner SEULEMENT UNE réponse

☐ < 5 ans
☐ 5-10 ans
☐ 11-20 ans
☐ 21-30 ans
☐ > 30 ans

02 : Préciser votre pays et le nom de votre institution :

Indiquer ici :_____

03 : Quel est votre statut?

Veuillez sélectionner SEULEMENT UNE réponse

☐ Enseignant-chercheur d'Universités
☐ Travailleur en entreprise
Autre_____

04 : Pour quel programme intervenez-vous ?

Vous pouvez cocher plusieurs cases

☐ MASTEL
☐ MASSICO

05 : Acceptez-vous que votre cours soit évalué par les étudiants ?

☐ OUI
☐ NON

Ce qui vous motive à intervenir dans une formation à distance

06 : Pour quelle raison principale intervenez-vous à une formation à distance ?

Vous pouvez cocher plusieurs cases

☐ Parce que vous souffrez d'un handicap ou d'une maladie qui vous empêche d'enseigner les cours en présentiel
☐ Pour cause d'éloignement géographique
☐ Parce vous pensez que cette forme de travail est mieux adaptée à votre façon d'enseigner
☐ Parce vous pensez que cette forme de travail est mieux adaptée à votre enseignement
☐ Parce vous êtes salariés à plein temps et votre employeur ne peut vous libérer pour une intervention équivalente en face à face
☐ A cause d'une activité annexe que vous devez suivre en parallèle
☐ Autres_____

07 : Aujourd'hui êtes-vous satisfait de ce choix eu égard de la raison qui vous a conduit à vous intéresser à ce mode d'enseignement ?

☐ OUI
☐ NON
Commentez-éventuellement ce choix_____
_____

08 : De manière générale, vous avez trouvé ce mode d'enseignement

☐ 1. Pas du tout satisfaisante
☐ 2. Assez satisfaisante
☐ 3. Satisfaisante

☐ 4. Très satisfaisante

Dispositif de formation

09 : La plate-forme Moodle utilisée à l'ENSP vous parait :

☐ 1. Pas du tout utile pour la formation
☐ 2. Peu utile à la formation
☐ 3. Utile à la formation
☐ 4. Indispensable à la formation

10: Son utilisation vous paraît

☐ 1. Très difficile
☐ 2. Difficile
☐ 3. Facile
☐ 4. Très facile

11 : Pouvez-vous citer une plateforme en ligne que vous connaissez et sur laquelle vous auriez préféré travailler ?

Indiquer ici :_____

Avis sur l'évolution des dispositifs d'EAD

12 : Intervenez-vous déjà dans un dispositif de formation à distance au cours des années précédentes ?

☐ OUI
☐ NON

13 : Si oui, avez-vous noté des changements en intervenant au dispositif de formation à l'ENSP ?

☐ OUI
☐ NON

Si oui, lesquels, de quel ordre_____

14 : Avez-vous compris les changements ?

☐ OUI
☐ NON

15 : Vous ont-ils été expliqués par les responsables ?

☐ OUI
☐ NON

Si oui, lesquels, arguments _____

16 : Les trouvez-vous pertinents ?

☐ OUI
☐ NON

Si oui, lesquels, arguments _____

17 : Selon vous quels sont les principaux avantages que vous tirez de l'EAD de l'ENSP ?

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

18 : Selon vous quels sont les principaux inconvénients que vous tirez de l'EAD de l'ENSP ?

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Outils de l'enseignement à distance (EAD/eLearning)

19 : Parmi les outils suivants quels sont ceux que vous avez utilisés ?

NB : Plusieurs choix sont possibles

☐ 1. Courrier postal
☐ 2. Courriel
☐ 3. Forum
☐ 4. Chat (messagerie instantanée)
☐ 5. Réseaux sociaux
☐ 6. Dépôt et téléchargement de documents
☐ 7. Ressources audio et vidéo
☐ 8. visioconférence

☐ 9. Chat (messagerie instantanée)
☐ 10. Autres_____

20 : Parmi les outils suivants quels sont ceux qui vous paraissent utiles pour la formation

NB : Plusieurs choix sont possibles

☐ 1. Courrier postal
☐ 2. Courriel
☐ 3. Forum
☐ 4. Chat (messagerie instantanée)
☐ 5. Réseaux sociaux
☐ 6. Dépôt et téléchargement de documents
☐ 7. Ressources audio et vidéo
☐ 8. visioconférence
☐ 9. Chat (messagerie instantanée)
☐ 10. Autres_____

21 : Existait-il des outils que vous connaissez et que vous auriez souhaité utiliser ?

☐ OUI
☐ NON

Si oui, lesquels, pourquoi_____
_____

Sur les supports de cours

22 : Vos supports de cours sont-ils interactifs (lien hypertext, audio, etc.) ou statiques (ex. pdf ou document papier) ?

☐ 1. Jamais
☐ 2. Rarement
☐ 3. Souvent
☐ 4. Très souvent

23 : Avez-vous des activités formatives dans le contenu qui vous pousse à conseiller aux étudiants l'utilisation des logiciels spécifiques pour leurs réalisations ?

☐ OUI
☐ NON

Si oui, lesquels, indiquer le cours en question_____

24 : Concernant les usages des outils et de la plate-forme :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Jamais	Rarement	Parfois	Souvent
Vous proposez aux étudiants un ou plusieurs outils pour produire des travaux (wiki, éditeur de carte conceptuelle, blog, carnet de bord...)	☐	☐	☐	☐
Vous proposez aux étudiants un ou plusieurs outils de communication, d'organisation et de collaboration (calendrier, échéancier, forum, etc.)	☐	☐	☐	☐
Dans les ressources numériques que vous proposez, vous intégrez des images, photos, schémas, cartes, vidéos etc.	☐	☐	☐	☐
Dans leurs travaux, les étudiants intègrent des images, photos, schémas, cartes, vidéos etc.	☐	☐	☐	☐
Vous utilisez des outils de communication et de collaboration SYNCHRONES (chat, visioconférence, partage de documents et d'écran, etc.)	☐	☐	☐	☐
Les étudiants peuvent commenter/modifier les ressources/documents mis à leur disposition et/ou les travaux de leurs pairs	☐	☐	☐	☐

25 : Concernant l'accompagnement que vous proposez aux étudiants, tant en présence qu'à distance :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Jamais	Rarement	Parfois	Souvent
Vous stimulez l'entraide et le soutien des étudiants entre eux (répondre aux questions des autres, fournir des ressources d'apprentissage aux autres...)	☐	☐	☐	☐
Vous sollicitez une réflexion des étudiants sur leur savoir et leur processus d'apprentissage	☐	☐	☐	☐
Les étudiants fournissent des ressources à leurs pairs et/ou répondent aux questions de leurs pairs	☐	☐	☐	☐

26 : Concernant l'ouverture du cours, tant en présence qu'à distance :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Jamais	Rarement	Parfois	Souvent

Vous faites intervenir dans votre cours des experts ou des ressources extérieures au monde académique	☐	☐	☐	☐
Votre cours laisse aux étudiants des possibilités de choix au niveau des activités d'apprentissages, des médias et outils à utiliser, des méthodes, etc.	☐	☐	☐	☐

Perception du cours comme support à l'apprentissage

27 : En matière de MOTIVATION :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
Je constate que mes étudiants sont plus motivés	☐	☐	☐	☐
Je propose des tâches plus intéressantes aux étudiants	☐	☐	☐	☐
Un plus grand nombre d'étudiants s'implique activement dans le cours	☐	☐	☐	☐
Je propose aux étudiants des activités davantage personnalisées	☐	☐	☐	☐
Les étudiants mettent en œuvre des compétences de plus haut niveau (esprit critique, synthèse, avis personnel...)	☐	☐	☐	☐
Le cours me donne davantage envie d'apprendre aux étudiants	☐	☐	☐	☐
Le cours correspond davantage à mon projet de formation global des étudiants	☐	☐	☐	☐
Les étudiants peuvent davantage faire des liens avec des activités futures, professionnelles ou autres	☐	☐	☐	☐

28 : En matière d'INFORMATIONS :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
Je propose aux étudiants des ressources de nature plus variée	☐	☐	☐	☐
Je propose des informations plus concrètes (en lien avec la vie quotidienne, professionnelle...)	☐	☐	☐	☐
Les étudiants apprennent davantage à utiliser les technologies	☐	☐	☐	☐
Les étudiants développent davantage leurs compétences en recherche d'information	☐	☐	☐	☐
Le cours permet davantage aux étudiants de gérer eux-mêmes leurs ressources d'apprentissage	☐	☐	☐	☐
J'ai réduit la part magistrale de mon enseignement (exposés)	☐	☐	☐	☐

29 : En matière d'ACTIVITES :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
Les étudiants sont davantage actifs	☐	☐	☐	☐
Les étudiants apprennent davantage (en quantité)	☐	☐	☐	☐
Les apprentissages des étudiants sont de meilleure qualité	☐	☐	☐	☐
Je propose des activités plus proches de celles de la vie professionnelle	☐	☐	☐	☐
Je mets davantage les étudiants en démarche scientifique de recherche	☐	☐	☐	☐
Le cours amène les étudiants à réfléchir davantage à leur manière d'apprendre	☐	☐	☐	☐
Le cours permet aux étudiants davantage de gérer par eux-mêmes les ressources d'apprentissage	☐	☐	☐	☐

30 : En matière d'INTERACTIONS :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
J'organise davantage d'activités d'apprentissage collaboratif	☐	☐	☐	☐
J'initie plus souvent les étudiants au travail d'équipe	☐	☐	☐	☐
Je gère plus facilement les travaux de groupe	☐	☐	☐	☐
J'ai davantage d'interactions avec le professeur	☐	☐	☐	☐
J'offre plus d'occasions aux étudiants d'interagir entre eux	☐	☐	☐	☐
Mon rôle d'enseignant a été modifié	☐	☐	☐	☐

31 : En matière de PRODUCTIONS/TRAVAUX :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
Je base plus souvent mon évaluation sur la production des étudiants	☐	☐	☐	☐
Je peux mieux évaluer les progrès des étudiants	☐	☐	☐	☐
Je constate que la qualité (contenu) des productions des étudiants est améliorée	☐	☐	☐	☐
Je constate que la forme des productions des étudiants est améliorée	☐	☐	☐	☐
Je consacre davantage de temps à l'approfondissement de mes travaux	☐	☐	☐	☐

Les étudiants consacrent davantage de temps à l'approfondissement de leurs travaux	☐	☐	☐	☐
L'évaluation des apprentissages est davantage EN COHERENCE avec les objectifs annoncés et les activités proposées	☐	☐	☐	☐
L'évaluation des apprentissages porte davantage sur les COMPETENCES développées par les étudiants	☐	☐	☐	☐

Votre familiarisation avec les logiciels de simulation

32: Lister les logiciels que vous avez utilisés dans le cadre de vos enseignements

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

33 : Sur quoi ont porté les choix de ces logiciels dans le cadre de votre cours (formation académique, entreprise, etc.) ?

NB : cochez tous les items qui correspondent à votre appréciation

☐ 1. Imposé par l'institution
☐ 2. Choix délibéré par les étudiants
☐ 3. Parce que largement utiliser en entreprise
☐ 4. Parce que le logiciel était en notre possession
☐ 5. Autres_____

34 : Selon-vous, l'usage des logiciels modifie-t-il la manière d'enseigner ?

☐ 1. Pas du tout
☐ 2. Plutôt non
☐ 3. Plutôt oui
☐. Je ne sais pas
En quoi précisément :_____

35 : Pensez-vous que l'utilisation des logiciels en EAD en sciences de l'ingénieur peut remplacer les regroupements présentiels pour les travaux pratiques?

☐ 1. Pas du tout
☐ 2. Plutôt non
☐ 3. Plutôt oui
☐ 4. Je ne sais pas
Comment l'expliquez-vous : _____

36 : Le logiciel utilisé dans le cadre de votre enseignement est-il votre invention (ex. une application conçue pour simuler les concepts de votre cours)?

☐ 1. Pas du tout
☐ 2. Plutôt non
☐ 3. Plutôt oui
☐ 4. Je ne sais pas
Comment le trouvez-vous par rapport aux logiciels professionnels : _____

37 : Que pensez-vous en général de l'usage des logiciels de simulation en formation en ingénierie ?

Votre avis et arguments :_____
_____

38 : L'utilisation du logiciel de simulation a-t-elle permis d'expérimenter des cas d'études de type approfondissement du cours enseigné?

☐ OUI
☐ NON
Si oui, lesquels, de quel ordre_____

39 : Niveau d'appréciation du logiciel que vous avez proposé et son adaptation aux objectifs pédagogiques visés par votre cours

[ ] Très satisfaisant
[ ] Satisfaisant
[ ] Insatisfaisant
[ ] Très insatisfaisant
[ ] Nul
Autres_____

Profil du logiciel

40 : Pour quel logiciel répondez-vous à cette enquête ? Indiquez le nom du logiciel.

Indiquer ici :_____

NB : *En répondant à ce questionnaire, vous serez appelé à évaluer le contenu ledit logiciel, sur ce, il serait souhaitable dès l'entame de vous positionner par rapport à un logiciel.*

41 : En matière de Transmission :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
Il y a une simplicité de l'espace numérique (EIAH, plateforme, ENT/EVT,…) ;	☐	☐	☐	☐
Une ouverture au web dynamique et la recherche d'informations (base de données, flux rss, internet, bibliothèque virtuelle,…)	☐	☐	☐	☐
Une diffusion et disponibilité d'informations variées en réseaux types (télé mémoire, télé présence, télé participation…)	☐	☐	☐	☐
Une facilité d'accès aux ressources médiatisées et activités (Hyperliens et site, hypermédias, évaluation, feedback,…)	☐	☐	☐	☐
Une facilité de consultation et de dépôt support multimédia : sonore, audio/vidéo, texte, image, web (HTM, XML, XLS, PDF, JPEG, GIF, …)	☐	☐	☐	☐

42 : En matière Environnement incitatif :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
Activités cognitives individualistes facilitées (Schéma et modélisation, Programmation, Simulation, Exerciseur,…)	☐	☐	☐	☐
Activités d'apprentissage proches des réalités socio professionnelles (Situations problèmes, Etude de cas, mise à projet,…)	☐	☐	☐	☐
Activités cognitives mettant davantage l'étudiant en démarche scientifique de recherche	☐	☐	☐	☐
Etudiants apprenant davantage avec une variété d'activités et de diversité d'outils incitatifs	☐	☐	☐	☐
Meilleur analyse d'expérience d'apprentissage individuel par l'étudiant (tableau de bord, exercice,…)	☐	☐	☐	☐

43 : En matière d'environnement interactif :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
Le processus de construction interpersonnelle de travaux en groupe ou d'équipe sur l'espace numérique «environnement Interactif d'apprentissage humain(EIAH) »	☐	☐	☐	☐
Une interaction accrue entre étudiants et enseignants et l'accompagnement des tuteurs sur l'espace numérique « EIAH »	☐	☐	☐	☐
Offre plus d'occasions d'interagir et d'accompagnement entre pairs étudiants/enseignants	☐	☐	☐	☐
Interactions avec les outils focalisant les informations complémentaires et favorisant davantage les confrontations de points de vue des acteurs et positifs à l'apprentissage « but de maîtrise » et à l'enseignement	☐	☐	☐	☐
Interactions avec les outils axés sur les informations identiques favorisant l'esprit compétitif et l'enjeu de paraître compétent auprès des pairs	☐	☐	☐	☐
But de performance et moins de demande d'aide auprès des pairs	☐	☐	☐	☐

44: En matière de logiciel à connotation didactique :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
Une alternative aux expérimentations inaccessibles	☐	☐	☐	☐
Outil d'investigation scientifique et pour le développement d'une habileté à enquêter	☐	☐	☐	☐
Outil de résolution des problèmes	☐	☐	☐	☐
Outil complémentaire aux expériences réelles	☐	☐	☐	☐
Support d'un apprentissage individualisé et adapté au besoin	☐	☐	☐	☐

Effet de l'usage des logiciels sur le développement personnel et l'apprentissage des apprenants

45 : En matière de sentiment d'efficacité personnelle:

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Totalement en désaccord	Plutôt en désaccord	Plutôt en accord	Totalement en accord
Expérience du logiciel, facilité de résolution des problèmes rencontrés dans d'autres cours	☐	☐	☐	☐
Après avoir développé un programme fonctionnel, mise à jour facile de mes intentions et d'accomplissement des objectifs d'enseignement	☐	☐	☐	☐
Estime et confiance en soi pour faire face efficacement aux événements inattendus	☐	☐	☐	☐

Compétences reçues, gestion d'un plus grand nombre de situations délicates dans le cadre de cours similaires	☐	☐	☐	☐

46 : En matière de support d'apprentissage:

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Totalement en désaccord	Plutôt en désaccord	Plutôt en accord	Totalement en accord
outil de représentation concrète des concepts, une application des concepts connus à des niveaux supérieurs	☐	☐	☐	☐
outil de découverte de nouveaux concepts, de nouveaux modèles	☐	☐	☐	☐
Outil de manipulation des objets virtuels	☐	☐	☐	☐
Outil de développement d'un esprit critique	☐	☐	☐	☐
La mise en évidence d'un conflit cognitif	☐	☐	☐	☐
Une simplification et prise en main rapide des systèmes réels étudiés	☐	☐	☐	☐
Une articulation entre un phénomène concret et sa représentation abstraite	☐	☐	☐	☐
Une amélioration de la compréhension conceptuelle	☐	☐	☐	☐
L'activation et le développement des compétences procédurales de base (observer, mesurer communiquer, classer, prédire...)	☐	☐	☐	☐
L'activation des compétences procédurales spécifiquement intégrée à la démarche scientifique (contrôler les variables, formuler des hypothèses, interpréter des données, expérimenter et de formuler des modèles...)	☐	☐	☐	☐

47 : En matière de sentiment à l'autodétermination:

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Non	Plutôt non	Oui	Plutôt oui
La proactivité des étudiants	☐	☐	☐	☐
Les étudiants apprennent davantage (en quantité)	☐	☐	☐	☐
Qualité de l'apprentissage des étudiants	☐	☐	☐	☐
Proposition des activités plus proches de celles de la vie professionnelle	☐	☐	☐	☐
Projection davantage des étudiants en démarche scientifique de recherche	☐	☐	☐	☐
Le logiciel amène les étudiants à réfléchir davantage à leur manière d'apprendre	☐	☐	☐	☐

48 : En matière de MOTIVATION:

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Totalement en désaccord	Plutôt en désaccord	Plutôt en accord	Totalement en accord
Diversité d'outils numériques et activités incitatives ou interactives	☐	☐	☐	☐
Action tutorial et effet de groupe	☐	☐	☐	☐
Médiatisation et perception des valeurs ajoutées du dispositif techno pédagogique	☐	☐	☐	☐
Facteurs Intrinsèque et extrinsèque ou extro-déterminés	☐	☐	☐	☐
Sentiment d'auto compétences perçues	☐	☐	☐	☐
Bonne organisation, autonomie et contrôlabilité des choix d'apprentissage	☐	☐	☐	☐

Perception des logiciels comme incitants/obstacles pour l'enseignement

49 : Etes-vous d'accord avec les phrases suivantes affirmant que les logiciels favorisent, en général, l'enseignement ?

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Totalement en désaccord	Plutôt en désaccord	Plutôt en accord	Totalement en accord
Les logiciels ouvrent des perspectives importantes pour mon avenir professionnel	☐	☐	☐	☐
Les logiciels me permettent d'approfondir les cours	☐	☐	☐	☐
Les logiciels me font gagner du temps	☐	☐	☐	☐
L'utilisation des logiciels développe l'esprit d'initiative et la créativité	☐	☐	☐	☐
Les logiciels peuvent être utilisés pour toutes les matières enseignées	☐	☐	☐	☐

50 : Etes-vous d'accord avec les phrases suivantes affirmant que les logiciels sont des obstacles pour l'enseignement dans votre institution?

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	Totalement en désaccord	Plutôt en désaccord	Plutôt en accord	Totalement en accord
Il manque une formation sur les logiciels pour les enseignants	☐	☐	☐	☐
Il manque une formation sur les logiciels pour les étudiants	☐	☐	☐	☐

Les moyens mis à disposition des étudiants sont insuffisants (locaux, ordinateurs, réseau...)	☐	☐	☐	☐
Il manque des personnes compétentes pour venir en aide aux enseignants	☐	☐	☐	☐
Il manque des personnes compétentes pour venir en aide aux étudiants	☐	☐	☐	☐
Répondre aux autres étudiants sur la plate-forme prend beaucoup de temps	☐	☐	☐	☐
Travailler sur une plate-forme numérique réduit les contacts avec les autres étudiants	☐	☐	☐	☐
Les étudiants/enseignants ne sont pas demandeurs de logiciels	☐	☐	☐	☐
Certaines matières enseignées ne se prêtent pas à la diffusion sur une plate-forme numérique	☐	☐	☐	☐
J'ai l'impression de répondre à une mode impulsée par mon institution	☐	☐	☐	☐

Annexe 4 : Guide d'entretien

ECHANGE AVEC LES ETUDIANTS DES DISPOSITIFS Master Professionnel en Télécommunication (MASTEL) & Master en Sécurité des Systèmes d'Information et de Communication (MASSICO) (Mode FAD/Learning)
Ecole Nationale Supérieure Polytechnique (ENSP)/Université de Yaoundé 1 (UYI)

1-Nous souhaitons recueillir vos sentiments, opinions et votre perception des pratiques avec votre dispositif de formation. *(Les espaces sont prévus à cet effet, en remplissant les tableaux et les fiches du présent document).*

2- Les informations fournies dans le document seront complétées avec un questionnaire que nous allons vous transmettre le lien par mail.

3- Nous vous remercions de votre collaboration pour nous retourner ce document rempli et de répondre au questionnaire dès que vous les recevrez. ***(Tout comme l'entretien, il vous prendra entre 15 et 20 mn de votre temps)***
NB : L'administration met à disposition des personnes qui se seront prêtées aux échanges (entretien et questionnaire en ligne) un tirage au sort pour le gain de (03) trois tablettes, de (04) quatre disque dur externe de 1 TGO et (03) montres connectées.

Section 1 : Votre Profil

1. **Quel est votre nationalité ?..... ; Pays de résidence :……....**
2. **En quelle formation êtes-vous inscrit ?.....**
3. **Comment vous êtes-vous intéressé à cette formation ?.....**

Section 2 : Motivation

4. **Quelles sont les éléments forts qui stimulent votre motivations intrinsèques et extrinsèques pour aller jusqu'au bout de cette formation master 2 en ligne ?.....**
   ……
   …………..
   ……...
   ……
   …………..
   ……...

5. **Quels ont été par ailleurs vos moments de découragement avec les risques d'abandon que vous avez vécu durant cette formation professionnelle Master à distance e-Learning ?**
   ……
   …………..
   ……...
   ……
   …………..
   ……...

6. **Avez-vous le sentiment d'avoir développé toutes les compétences procédurales et pratiques recherchées pour être compétitif en milieu socioprofessionnel?..... pourquoi ?.....**
   ……..
   ……
   ……

……..
……...

6.1. Indiquez 1 ou 2 <u>compétences</u> que vous pensez <u>avoir bien développées</u> avec le dispositif de formation (MASTEL/MASSICO) ? Dans quels quel(s) module(s) de cours et pourquoi?

……
……..
……...
……
……..
……...

6.2. Indiquez également 1 ou 2 <u>compétences</u> que vous pensez <u>n'avoir pas bien développées</u> avec le dispositif de formation (MASTEL/MASSICO) ? Dans quel(s) module(s) de cours et pourquoi ?

……
……..
……...
……
……..
……...

<u>Section 3</u> : Organisation administrative et institutionnelle

7. A propos de l'organisation du dispositif master (MASTEL/MASSICO) que pensez-vous de l'efficacité de la coordination et du fonctionnent administratif durant votre formation professionnelle?

……
……..
……...
……
……..
……...

<u>Section 4</u> : Activités pédagogiques et accompagnement

8. A propos des activités pédagogiques avec usage des technologies numérique et internet dans votre formation professionnelle en master 2:

8.1. Quel est votre jugement de l'efficacité des modules de cours et des ressources qui ont été mis à votre disposition pour apprendre et atteindre vos objectifs ?

……
……..
……...
……
……

8.2. Indiquez la nature des activités d'apprentissage que proposait la majeure partie de vos modules de cours ou d'unités d'enseignement (UE) ?

(Ex. QCM, situation problème, projet, simulation, jeu de rôle, etc.)

……..
……..
……
……..
……...

8.3. Les modalités de travail collaboratif en équipe ou en groupe sont-elles suffisamment présentes dans la majorité de vos modules de cours ou des UE ? Et pourquoi ?

……..

……..

Comment appréciez-vous la collaboration durant vos activités, est-elle favorable à l'esprit participatif en équipe et le partage individuel ou collectif en groupe autour d'un projet ?

……

…………..

……..... …

……

……

8.4. Quel est votre jugement de l'usage technologique (TIC : logiciels, didacticiel ; Internet, etc.) et leur efficacité dans le développement des compétences et l'atteinte des objectifs de votre formation ?

……

…………..

……...

……

……

8.5. Quel est votre perception de l'efficacité de votre encadrement en ligne accompagné par les tuteurs ou les enseignants pendant la formation ?

……

…………..

……...

……

……

8.6. Quels sont les types d'outils numériques ou technologiques utilisés pour réaliser vos travaux pratiques en présentiel ?

……

…………..

……...

……

……

8.7. Quels sont les exemples d'objets pédagogiques ou d'outils technologiques que vous avez <u>utilisés *sur* cette (ces) plateforme(s)</u> pour suivre la formation?

……

…………..

……...

……

……

8.8. Avez-vous retrouvé ces outils lors de votre phase des TPs en présentiel?

……

…………..

……...

……

……

8.9. Quels sont les exemples d'objets pédagogiques ou les outils technologiques que vous avez <u>utilisés *en dehors* de(s) plateforme(s)</u> au cours de votre formation?

……

…………..

……...

……
……

8.10. Selon vous les TPs que vous avez suivi auraient-elles être suivies à distance sans que vous ne fassiez un déplacement ? ……
……...
……
……

8.11. Quel pensez-vous de ce genre d'activité qui vous permet de réaliser les télés laboratoires ou les télémanipulations à distance d'objets virtuels ou réels pour développer dans votre domaine des compétences procédurales ou professionnelles ?.....
……
…………..
……...

8.12. Selon vous les deux regroupements présentiels vous semblent-ils judicieux à l'égard de la formation qui vous ait proposée ?.....
……
…………..
……...

8.13. Si non que proposez-vous comme alternative pour remplacer la stratégie pédagogique jusqu'ici appliquée dans le cadre des dispositifs de polytechnique ?.....
……
…………..
……...

8.14. Si non que proposez-vous comme alternative pour remplacer la stratégie pédagogique jusqu'ici appliquée dans le cadre des dispositifs de polytechnique ?.....
……
…………..
……...

9. Quels sont les réseaux sociaux, forums, universitaires, professionnels auxquels vous avez déjà participé?
.....
……

9.1. Indiquez 1 ou 2 thèmes ou sujets abordés dans le réseau ?
……
……..

9.2. Quels sont les supports ou les outils de communication du Web utilisés dans le réseau pour participer aux échanges ?.....
.....

Section 4 : Logiciels comme moyen de d'apprentissage des disciplines scientifiques

10. Quel est selon vous le taux d'implication des logiciels dans votre formation (1 : 0% ; 2 : 25% ; 3 :50% ; 4 : 75% ; 5 : >75%) ? Indiquer le pourcentage et argumenter votre choix.
.....
……

11. Que pensez-vous en général de l'usage des logiciels de simulation en formation en ingénierie ? Votre avis et arguments?
.....
……

12. **Croyez-vous que l'usage des logiciels de simulation en formation en ingénierie peut remplacer les TPs pratiqués lors des regroupements présentiels ?**
Votre avis et arguments?
.....
……

Section 5 : Organisation institutionnelle

13. **Par rapport à la posture administrative et la coordination, comment jugez-vous les effets des décisions internes de l'administration sur le fonctionnement et l'efficacité de votre dispositif de formation master ?**
…………..
……..
……
……

14. **Comment appréciez-vous le contrôle institutionnel sur les procédures et les règles de travail dans votre formation ? Est-il flexible favorable à l'ouverture ou bien, rigide avec des règles rationnelles et hiérarchique trop strictes qui s'imposent ? Et pourquoi ?**
……
…………..
……..... …
……
……

15. **Relatez 1 ou 2 expériences (bonnes ou mauvaises) qui vous a marqué au cours de ce nouveau type de formation à distance pour l'obtention du master 2 :**
……
……
…… …..

16. **Quels sont en générales les difficultés que vous avez rencontrées durant cette formation professionnelle à distance?**
……
……
……

17. **Indiquez votre impression générale sur cette formation professionnelle master 2 à distance et ce que vous souhaitez comme changement à l'avenir ?**
……
……
……
……

Nous vous remercions de nous avoir accordé votre temps pour nous fournir les informations durant cet entretien.

Annexe 5 : Grille d'analyse logicielle

item		0	1	2
Critères ergonomiques				
1	Lisibilité : Interface aérée, Objets visibles, Sobriété (couleurs, fontes)			
2	Structure de l'interface : Séparation en zones, Structure logique, Lien symboles-contrôleurs-objets			
3	Contrôle : Clarté des entrées explicite, Contrôle sur les entrées explicite, Contrôle sur le déroulement, Réponse rapide			
4	Charge de travail : Zone d'attention évidente : Charge perceptive faible, Temps de navigation faible : Transformations d'informations, Compatibilité des symboles et des actions			
5	Aide et gestion des erreurs : Présence d'une aide, Protection contre les erreurs, Correction des erreurs.			
6	la simulation est accompagnée d'une description complète et les modes d'interaction ne nécessitent pas d'habiletés particulières			
7	la simulation fonctionne sur toutes les plateformes, tous les navigateurs, elle ne nécessite pas de connaissances sur les technologies employés ni d'installation			
8	les performances de la simulation sont bonnes et constantes et le chargement n'excède pas 10 secondes			
9	le contenu scientifique abordé est pertinent, répond à une nécessité			
10	le contenu scientifique abordé est valide			
Critères pédagogiques				
	La simulation permet :			
11	Une représentation concrète des concepts, une application des concepts connus à des niveaux supérieurs ; la découverte de nouveaux concepts, de nouveaux modèles			
12	Une manipulation des objets virtuels			
13	Le développement d'un esprit critique			
14	La mise en évidence d'un conflit cognitif			
15	Une simplification des systèmes réels étudiés			
16	Une articulation entre un phénomène concret et sa représentation abstraite			
17	Une amélioration de la compréhension conceptuelle			
18	L'activation et le développent des compétences les compétences procédurales de base (observer, mesurer communiquer, classer, prédire...)			
19	L'activation des compétences procédurales spécifiquement intégrée à la démarche scientifique (contrôler les variables, formuler des hypothèses, interpréter des données, expérimenter et de formuler des modèles...)			
20	La visualisation des phénomènes et la multiplication des formes de représentation			
	La simulation se présente comme :			

21	Une alternative aux expérimentations inaccessibles			
22	Outil d'investigation scientifique et pour le développement d'une habileté à enquêter			
23	Outil de résolution des problèmes			
24	Outil complémentaire aux expériences réelles			
25	Support d'un apprentissage individualisé et adapté au besoin			
Critères didactiques				
	Médiatisation			
26	Mise à disposition d'outils d'aide à l'apprentissage			
27	Mise à disposition d'outils de gestion de communication et d'interaction			
28	Mise à disposition de ressources sous forme multimédia			
29	Exigence de travaux sous forme multimédia			
30	Utilisation d'outils de communication synchrone et de collaboration			
31	Possibilité de commentaire et d'annotation des documents par les étudiants			
	Médiation			
32	Objectifs réflexifs et relationnels			
	Accompagnement			
33	Accompagnement méthodologique par les enseignants			
34	Accompagnement métacognitif par les enseignants			
35	Accompagnement par les étudiants			
	Ouverture			
36	Choix de liberté des méthodes pédagogiques			
37	Recours aux ressources et acteurs externes			
	Présence & distance			
38	Participation active des étudiants en présence			
39	Participation active des étudiants à distance			
	Contrôle pédagogique			
40	Un état initial, qui correspond à l'état dans lequel est placée la simulation au début de l'exercice			

41	Une séquence d'étapes à franchir par l'apprenant ; la dernière étape correspond à l'objectif final à atteindre par l'apprenant			
42	Un ensemble de contrôles globaux (situations à surveiller : un projet englobant tous les objectifs du cours).			
43	Le mode évaluation consiste à laisser agir l'apprenant durant un temps limité sur la simulation pour atteindre l'étape finale.			
44	Les fonctionnalités des outils de contrôle pédagogique concernent d'une part la définition des exercices par l'auteur et d'autre part la réalisation de l'exercice par l'apprenant.			
45	La possibilité d'effectuer le contrôle pédagogique à distance et de façon synchrone			

Annexe 6 : Kit d'encodage vidéo

1	2	3	4	5	6	7
Tps	**Tr**	**Locuteur**	**Contenu verbal**	**Geste + ressource**	Définition de Catégorie de code	Code
00 :05	**1**	**ETUX**	Eh beh, ça va alors.	Plusieurs voix se font entendre sans qu'on ne soit à mesure d'identifier celui qui parle. Les étudiants sont groupés autour des postes de travail.	*Emergence de Conflit sociocognitif*	*ECSC*
00 :09		**Etu**		Pendant ce temps, un étudiant du groupe 1 donne une clé usb à l'enseignant au fond de la classe.	*Echange d'outil*	*EO*
00 :10	**2**	**ETU1**	Eh, 192.178.5.0	Un étudiant du groupe 1 dicte l'adresse IP de la machine	*Répond à une question d'enseignant*	*ETU-RQEs*
00 :15	**3**	**ENS**	La machine a quelle adresse ?	L'enseignant assis pose la question après que dans la salle plusieurs étudiants essaient de donner les adresses aux machines.	*Interroge un groupe de travail Met en situation d'apprentissage*	*IGT MSA*
00 :15		**EtuY**	Elle est, elle est un centre d'expérimentation…	A la question, les étudiants qui étaient tournés de dos à l'enseignant se retournent pour l'observer et l'écouter.	*Met en situation d'apprentissage*	*MSA*
00 :20		**Etuz**	Notre machine, …, ce point 10..	Parle à voix basse à son ami	*interactif*	*Itc*
00 :24		**Etux**	C'est un point 10	Observe avec attention l'écran de sa machine	*interactif*	*Itc*
00 :20	**4**	**ETUX**		Les membres du groupe 3 sont en plein plaisanterie avec la fille du groupe qui rit à longueur de temps. Les autres groupes sont concentrés et échangent autour de leur activité !	-Emergence de Conflit socioaffectif -Fait autre chose (distrait, ne suit pas le cours)	*ECSA* *ETU-FAC* *ECSC*

					-Emergence de Conflit sociocognitif	
00 :28	**5**	**ENS**	Donne-moi l'adresse de la machine	L'enseignant assis toujours à son bureau, la main soutenant la tête, demande lors du détour d'un étudiant du groupe 2 de lui communiquer l'adresse de la machine.	*Interroge un groupe de travail*	*IGT*
00 :29		EtuZ	Chour !!!	Un étudiant siffle pour indiquer le silence	Créer une ambiance (environnement) relativement calme ou Ecoute l'enseignant	CARC ETU-EE
00 :37	**6**	**ETU2**	192.168.2.0	L'étudiant lit en fixant l'écran de sa machine et en levant la tête pour fixer l'enseignant. Tous les étudiants semblent être concentrés sur leur écran avec une attention particulière	Ecoute attentive de l'enseignant	*ETU-EAE*
00 :40		Etu	C'est point zéro	Précise le numéro à haute voix	*Répond à une question*	*ETU-RQ*
00 :42		ENS	Point zéro comme quoi ?	Demande une précision à l'étudiant à haute voix	*Répond à une question*	*ETU-RQ*
00 :44	**7**	**ENS**	Et l'accès à quelle adresse ? 2.0 ? ce n'est pas 2.11 ?	L'enseignant toujours assis à son poste échange avec les membres du groupe 2	Interaction Enseignant-Etudiants	*IEE*
00 :44		**EtuZ**	Tout ça comme ça la, &	Annonce le numéro	*Répond à une question*	*ETU-RQ*
00 :45		**EtuX**	& C'est 2.0&	Identifie pour son ami	*Répond à une question*	*ETU-RQ*
00 :46		**EtuZ**	C'est 2.0	Confirmation	Confirme une réponse	*CR*
		ENS	Ah 2.0	Cherche la confirmation en	Confirme une réponse	*CR*

				demandant en haute voix		
00 :50	**8**	**ETU2**	Oui, 2.0	L’enseignant semble surpris et repose la question, ce n’est pas 2.11 ?	Confirme une réponse	*CR*
00 :58	**9**	**ENS**	Il a ouvert la barre de fenêtre ?	L’enseignant se lève de son bureau et se dirige vers le groupe 2.	*Pose une question*	*PQ*
		G2	Sollicitation de l’enseignant par le G2	L’étudiant du groupe 2 invite l’enseignant à venir voir.	*Sollicitions l’enseignant*	*SE*
01 :03	**10**	**ETU2**	J’ai mis 2.2 hier ça ne marchait pas et j’ai changé et ça marche	L’enseignant relance 2.0 ?	*Pose une question*	*PQ*
01 :04		**Etu2**	Confirmation du code par l’étudiant	et l’étudiant répond par oui.	Réponse que question	*RQ*
02 :03 02 :04 02 :35 02 :38	11	ENS-ETU2 Ens Ens Ens	ETU-Regarde, ça va ! ETU-Ça au moins on peut voir. ETU-Dit à Ernest de céder sa place au ! ENS-C’est en automatique ou c’est en dynamique ? ETU-Apparemment c’est […], ETU-Attend on va voir ENS- c’est en bridge non ? ETU-Non ENS-Ce n’est pas en bridge ? ENS-J’ai demandé de mettre en bridge Ils ont la machine du réseau, sinon vous avez configuré le	Enseignant vient autour des membres du groupe 3, les étudiants tournent l’ordinateur portable afin de lui permettre de voir. L’étudiant reprend la machine pour voir si le réseau est en automatique ou en dynamique. Il lance l’explorateur Windows, défile de la main le curseur à partir de « la souris tactile du clavier ». L’enseignant lève la tête et regarde les autres apprenants et souris. L’enseignant fait les configurations nécessaires pour mettre en bridge.	Contrôle le travail en groupe Contrôle l’activité des étudiants Développer un Processus métacognitif Exécute un outil de travail Utilise un outil de travail Fait un bilan une clôture cognitif Utilise un outil de travail	*ENS-CTG* *ENS-CAE* *PMC* *EOT* *UOT* *CC* *UOT* *MANO* *ENS-DIDC*

			software et sava s'enregistré comment ? Il me demande même de le dépalcer Clique dedans	La configuration terminée, l'enseignant se relève de sa position courbée qu'il était.	Manipulation de l'outil Donne des indications, directives ou consignes	
02 :40	**12**	**ENS**	Le boost qu'on met isole ta machine si non vous allez arrêter les autres comment ?	L'enseignant de manière gestuel explique aux étudiants du groupe 2 ! Les étudiants de répondre de façon spontanée on va mettre la main. L'enseignant se recourbe et voit ce que fait un étudiant du groupe 2.	*Donne des explications en se déplaçant dans la classe* Explique le résultat de l'observation *Vérifie si les élèves ont compris le sujet abordé*	*ENS-DEDC* *ETU-ERO* *ENS-VESSA*
02 :55	**13**	**ENS**	Tu dis que ça enregistre, et tu as fait qu'il enregistre comment ?	L'enseignant pointe l'écran de l'ordinateur en indexant le point d'enregistrement concerné. L'enseignant après la question grimace, croque sont doigt en observant l'étudiant.	Fait un bilan une clôture cognitif	*CC*
03 :00	**14**	**ETU2**	C'est dans les configurations avec l'adresse de la machine	A la réponse l'enseignant se vexe !	Fait un bilan une clôture cognitif	*CC*
03 :21	**14**	**ENS**	Alors, Ouais ! piaffe, Et tu veux que la machine 2.0 L'adresse 2.0 est une adresse qui n'est pas valide, si tu mets dans le réseau ça ne va pas fonctionner	L'enseignant pointe l'écran de la machine et se relève explique avec les gestes à l'étudiant.	Donne des indications, directives ou consignes	*ENS-DIDC*

03 :24	**15**	**ETU2**	Il faut commencer par 2.1 Il faut mettre 2.1 Soit tu commences par 2.1 On suppose qu'il ne veut pas choisir votre point	Tous les étudiants du groupent 2 parlent en même temps. Pendant que les étudiants du groupe 2 échangent avec l'enseignant une causerie est engagée dans le groupe 1	Développer un Processus métacognitif	*PMC*
03 :56	**16**	**ENS**	Non on suggère que quand on lit c'est individuel pour que tu apprennes, c'est assez claire non. Maintenant j'ai dit que pour le texte si vous choisissez une machine, si vous voulez vous adoptez une machine ou si vous voulez vous la configurer mais c'est la machine du groupe, elle serait en bridge avec les autres machines, tu mets en DHCP il va prendre une machine du réseau et là si n'importe qui met un téléphone et le serveur aussi en réseau, son téléphone va aussi s'enregistrer, voilà ce que j'ai demandé.	L'enseignant explique accompagné des gestes le travail à faire aux étudiants du groupe 2. Un étudiant retardataire fait son entrée, salue les étudiants du groupe 1 et se dirige vers le groupe 3. L'enseignant adopte plusieurs positions : courbé, debout, adossé sur la table	*Préciser Donne des indications, directives ou consignes* *Met en situation d'apprentissage* *Apporte des notions sur le DHCP*	*ENS-DIDC* *MES* *AN*
03 :58	**17**	**ETU2**	Ça doit prendre le téléphone	L'enseignant debout d'un détour rapide se	*Pose une question*	*ETU-PQ*

			automatiquement ?	retourne au groupe 2 après la question.		
04 :13	**18**	**ENS**	Oui, quand ça va démarrer, ça va te donner l'adresse, faites ce que j'ai demandé, si tu veux tu ne reprends pas, vous voulez vous choisissez une machine, tu mets seulement ici set up	L'enseignant explique en pointant l'écran de l'ordinateur ou se trouve l'invite de commande. Après il se retourne vers le groupe 1 puis se dirige vers le groupe 3. Un étudiant du groupe 2 oscille la tête de haut en bas.	Apporte des notions	*AN*
04 :37	**19**	**ETU2**	Met, chez toi il faut changer les 2.0 là, ça ne doit pas marcher	L'étudiant qui saisit pour le compte du groupe 2, retourne la machine vers lui et défile le tutoriel donné par l'enseignant sur son écran d'ordinateur	Développer un Processus métacognitif	*PMC*
04 :57	**20**	**ENS**	J'ai demandé de mettre ça en, Hier chacun devrait apprendre à installer Elastix et à le configurer seul, aujourd'hui on prend une machine d'Elastix on met dans notre réseau local, on le configure et on va mettre le téléphone.	L'enseignant tape ses mains pour rappeler de l'ordre au sein du groupe 3. L'enseignant rappelle l'activité de la journée précédente et l'activité du jour. d'hier et celui Un étudiant est débout une main prenant appui sur la chaise suit l'enseignant.	*Préciser Donne des indications, directives ou consignes* *Met en situation d'apprentissage*	*ENS-DIDC* *MES*

Annexe 7 : Kit d'encodage activité

Catégorie	Code	Activités d'enseignement/apprentissage	Code	Techniques d'enseignement/apprentissage	Code	Artéfacts mobilisés	Code
Description activité	**DA**	*Fiche travail à faire*	DA-FTAF	Tutoriel	*tut*	Fiche technique	*ftech*
		Utilisation d'un logiciel	DA-UL	Innovation pédagogique	*inp*	logiciel	*log*
		Tableau d'illustration par vidéo projecteur	DA-TIV	Rétroprojection	*rpj*	vidéoprojecteur	*vpj*
		Activité relevant du monde professionnel	DA-ARmp	étude de cas	*etc*	Fiche technique	*ftech*
		Tableau Blanc pour écriture	DA-TBE	écrit	*ecr*	Tableau Blanc	*tb*
		Niveau pédagogique de l'activité	DA-NPA	Echelle LOTI	*eloti*		
Environnement de formation	**ENF**	*Travaux en groupe*	ENF-TGr	collaboratif	*col*	ordinateur	*ord*
		Travaux incitatif	ENF-TIc	métacognition	*mtcg*	modèle	*md*
		Occupation de la salle	ENF-OSl	transmission	*trm*		
		Travaux interactif	ENF-TIt	interaction	*intert*	capsule vidéo	*cvid*
		Environnement de production	ENF-TPr	rédaction	*redac*	ordinateur, papier,	*ord, pap*
Enseignant	***ENSEIGNANT : Aspects pédagogiques***						
	ENS	*Amène les étudiants à résoudre un problème en se servant d'un logiciel*	*ENS-aerpsl*	*Dessin*	*ds*	*Carte*	*ct*
		Formule la compétence ou l'habilité de l'étudiant	*ENS-fche*	*motivation*	*mtv*	*application*	*apc*

		Formule les attentes et le sens des tâches à exécuter	*ENS-faste*	*Présentation de l'activité*	*pact*	*Pré acquis*	*pa*
		Donne une information	*ENS-dinf*	*Ecoute*		*Consigne info*	*csif*
		Donne un travail à faire à domicile	*ENS-dtfd*	*Ecoute*	*ec*	*Capsule vidéo*	*cv*
		Donne des explications en se déplaçant dans la classe	*ENS-dedc*	*Exploitation de documents*	*ed*	*Pré acquis*	*pa*
		Consulte ses fiches	*ENS-cf*	*Exposé*	*ex*	*Pré requis*	*pr*
		Contrôle l'activité des étudiants	*ENS-cae*	*apprécie*	*ap*	*Texte*	*te*
		Demande à exécuter une tâche	*ENS-det*	*action*	*act*	*Consignes de travail*	*ct*
		Indique la durée de l'activité	*ENS-ida*	*Temps d'exécution*	*tex*	*Consignes de travail*	*ct*
		Vérifie si les élèves ont compris le sujet abordé	*ENS-vecsa*	*évaluation*	*eval*	*Réalisation des étudiants*	*ret*
		Donne des consignes aux groupes	*ENS-dcg*	*Prise de note*	*pn*	*tableau*	*tb*
		Définit les objectifs de l'activité	*ENS-doa*	*Questionnement*	*qs*	*Consignes de travail*	*ct*
		Contrôle le travail en groupe	*ENS-cwg*	*Travail dirigé*	*td*	*Productions individuelle des étudiants*	*pdi*
		ENSEIGNANT : Aspects didactiques					
		Fait le lien entre la théorie et le modèle	*ENS-fltm*	*recentrage*	*rec*	*Consignes de travail*	*ct*

		Fait référence à la théorie	*ENS-frt*	*recentrage*	*rec*	*Consignes de travail*	*ct*
		Exploite le matériel concret de TP	*ENS-emcTP*	*Manipulation*	*man*	*matériel*	*mtr*
		Exploite une simulation	*ENS-esi*	*Manipulation*	*man*	*logiciel*	*log*
		Contextualise le savoir à construire (fait référence à la vie courante, le milieu immédiat de l'élève)	*ENS-csc*	*recentrage*	*rec*	*Consignes de travail*	*ct*
		Corrige le travail fait à domicile	*ENS-ctd*	*Résolution de problème*	*rp*	*Consignes de travail*	*ct*
		Ecrit au tableau	*ENS-ect*	*Discussions*	*dis*	*Consignes de travail*	*ct*
		Enonce les objectifs de la leçon lui-même	*ENS-eol*	*guidage*	*gd*	*Consignes de travail*	*ct*
		Recentre les échanges	*ENS-rece*	*restitution*	*rest*	*Consignes de travail*	*ct*
		Fais visionner une capsule	*ENS-fvc*	*recentrage*	*rec*	*Ecran de projection*	*ecp*
		Indique l'utilité et la valeur des acquis aux étudiants	*ENS-iuvae*	*motivation*	*mtv*	*application*	*apc*
		ENSEIGNANT : Style enseignement					
		Fait face à la classe	*ENS-ffc*	*Discussions*	*dis*	*Consignes de travail*	*ct*
		Donne des indications, directives ou consignes	*ENS-didc*	*recentrage*	*rec*	*Ecran de projection*	*ecp*

		Interpelle un membre du groupe	*ENS-img*	*restitution*	*rest*	*Consignes de travail*	*ct*
		Interroge un élève	*ENS-inel*	*Discussions*	*dis*	*Consignes de travail*	*ct*
		Interroge un groupe de travail	*igw*	*Discussions*	*dis*	*Consignes de travail*	*ct*
		Invite à exploiter les documents	*iedoc*	*recentrage*	*rec*	*Ecran de projection*	*ecp*
		Détend la classe	*ENS-dclas*	*Brise-glace*	*bgl*	*ironise*	*iro*
		Organise les élèves en groupes de travail	*ENS-ogt*	collaboratif	*col*		
		Passe la parole à un étudiant qui la sollicite	*ENS-ppes*	*Discussions*	*dis*	*Consignes de travail*	*ct*
		Relance l'étudiant avec une autre question	*ENS-reaq*	*Discussions*	*dis*	*Consignes de travail*	*ct*
		Relance le groupe avec une autre question	*ENS-relg*	*Discussions*	*dis*	*Consignes de travail*	*ct*
		Répond aux questions des élèves	*ENS-rq*	*Discussions*	*dis*	*Consignes de travail*	*ct*
		Reprend la bonne réponse proposée par l'élève	*ENS-rbe*	*Discussions*	*dis*	*Consignes de travail*	*ct*
		Reprend la réponse proposée par le groupe	*ENS-rrpg*	*Discussions*	*dis*	*Consignes de travail*	*ct*
		Se met à côté de l'étudiant	*ENS-mce*	*Discussions*	*dis*	*Consignes de travail*	*ct*

		Se met au fond de la classe	*ENS-mfc*	*Discussions*	*dis*	*Consignes de travail*	*ct*
ETUDIANT	*ATTENTION ETUDIANT*						
	ETU	Ecoute l'enseignant	*ETU-ee*	*Intéresser*	*itrs*		
		Fait autre chose (distrait, ne suit pas le cours)	*ETU-fac*	*Distrait*	*ditr*		
		Somnole	*ETU- som*	*Distrait*	*ditr*		
		ENGAGEMENT DANS L'APPRENTISSAGE					
		Réalise la tâche demandée	*ETU-rtd*	*actif*	*acf*		
		Répond à une question	*ETU-rq*	*interactif*	*Itc*		
		Pose une question	*ETU-pq*	*interactif*	*Itc*		
		Exploite les documents de manière collaborative	*ETU-edmc*	*collaboratif*	*col*		
		Interroge ses camarades	*ETU-isc*				
		Lève le doigt pour solliciter la parole	*ETU-lld*				
		Lit le document à haute voix pour la classe	*ETU-lhv*				
		Prédit l'évènement qui se produira (à l'oscilloscope)	*ETU-pep*				
		Emploie un langage ou une expression correcte	*ETU-elec*				
		Explique le résultat de l'observation	*ETU-ero*				
		Rapporte l'évènement qu'il observe					
		Interagit avec le matériel de TP	*ETU-imTP*				
		Interagit avec le logiciel/simulateur de TP (	*ETU-ilsTP*				

		Répond à une question d'esneignant	*ETU-rqe*				
		Répond aux questions de ses camarades	*ETU-rqc*				
		Se lève pour répondre à une question	*ETU-sl*				
		Est débout	*ETU-edb*				
		Co-préparent une réponse écrite	*ETU-cpre*				
		Co-préparent une réponse orale	*ETU-pre*				
		Répond à une question sans se lever	*ETU-rqssl*				
	TRAVAIL EN GROUPE						
Groupe étudiant	*Gr-ETU*	*Répondent en cœur*	*Gr-ETU-rec*				
		Utilise le support didactique à la demande de l'enseignant	*Gr-ETU-dist*				
		Travaille en groupe	*Gr-ETU-tg*				
		Travaille individuellement	*Gr-ETU-ti*				
		Visionne la capsule	*Gr-ETU-vc*				
		Présente la production du groupe	*Gr-ETU-ppg*				
		Un membre du groupe propose une réponse	*Gr-ETU-mg*				
Classe entière	*ETUX*	Interagit avec l'enseignant	*ETUX-ie*				
		Ecoute l'enseignant	*ETUX-ee*				
		Soumis à l'évaluation	*ETUX-se*				

Annexe 8 : Exemple d'extrait résultant une trace d'activité d'un cours en MASTEL

Variable d'intervention socioaffective	***C1***	***C2***	***C3***	***C4***	***C5***	***C6***	***Total***
Proposer	14	17	18	108	94	28	279
Demander	10	8	15	14	13	12	72
Afffirmer	28	10	18	8	6	9	79
TOTAL	52	35	51	130	113	49	430
Sans réponse	2					1	3
Repondre	14	18	15	7	8	18	80
Questionner	21	20	20	25	24	34	144
TOTAL	37	38	35	32	32	53	227
Approuver	20	2	7	12	21	13	75
Désapprouver	3	2	4	3	4	1	17
TOTAL	23	4	11	15	25	14	92
Préciser	34	23	34	28	40	29	188
Rectifier	3	3	2	7	5	3	23
TOTAL	37	26	36	35	45	32	211
Entrer	83	38	65	46	40	44	316
Sortie	59	33	65	41	40	37	275
TOTAL	142	71	130	87	80	81	591
Protocole d'Entrée et Sortie (**PES**)	24	36	38	30	36	40	204
Pas de Réponse de l'Apprenant (**PRA**)							0
Sentiment de Satisfaction (**SS**)	13	6	11	13	7	36	86
Susciter des Encouragements (**SE**)	3	1	3	1		5	13
Usage Spécifique Logiciel (**USL**)							0
Usage Média de Communication (**UMC**)	2						2
TOTAL	18	7	14	14	7	41	101