UNIVERSITÉ DE LILLE

ÉCOLE DOCTORALE SCIENCES DE L'HOMME ET DE LA SOCIÉTÉ

ET

UNIVERSITÉ HASSAN PREMIER

FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE SETTAT

THESE DE DOCTORAT EN COTUTELLE

Pour obtenir le grade de docteur en Sciences de l'Éducation

# Étude didactique et conception d'une plateforme d'enseignement à distance d'un contenu en algorithmique. Implications pour la conception d'un MOOC en ingénierie

Soutenue le 06 décembre 2019 par

**Abdelghani BABORI**

devant le jury composé de :

**Mme. Pascale BRANDT-POMARES**, Professeur des Universités, INSPE D'Aix-Marseille, Présidente / Rapporteur

**M. Ahmed FAL MERKAZI**, Professeur de l'Enseignement Supérieur, Université Hassan Premier, Rapporteur

**M. Hicham FIHRI FASSI**, Professeur de l'Enseignement Supérieur, Université Hassan Premier, Co-directeur de thèse

**Mme. Fatiha KADDARI**, Professeur de l'Enseignement Supérieur, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah de Fes, Examinateur

**Mme. Ghita MANGOUB**, Professeur de l'Enseignement Supérieur, Université Hassan Premier, Rapporteur

**M. Bélahcène MAZARI,** Directeur de Recherche, Groupe CESI, Examinateur

**M. Abdelkarim ZAID**, Professeur des Universités, INSPE Lille Nord de France, Directeur de thèse

A mes parents

# Remerciements

Je tiens tout d'abord à exprimer mes sincères remerciements à mes directeurs de thèse M. Abdelkarim Zaid et M. Hicham Fihri Fassi qui m'ont fait confiance et accepté de diriger ce travail de recherche. Je les remercie pour leurs qualités humaines, pédagogiques et scientifiques. Leurs conseils avisés et leurs remarques pertinentes ont été décisifs pour la bonne réussite de cette thèse. Je tiens à les remercier pour leur disponibilité, leur aide précieuse et leurs efforts inlassables qui m'ont permis de mener ce travail à terme tout en publiant des articles de recherche. Pour tout cela merci.

Un grand merci à Mme. Pascale BRANDT-POMARES, M. Ahmed FAL MERKAZI et Mme. Ghita MANGOUB d'avoir accepté de lire minutieusement cette thèse et d'en être rapporteurs. Je les remercie pour le temps consacré à cet effet en dépit de toutes leurs charges. J'adresse aussi mes profonds remerciements à tous les membres du jury qui me font l'honneur d'examiner ce travail et d'assister à la présentation de ce travail.

Je suis très reconnaissant à l'égard de M. Mustapha Bideq et M. Abdellah Hariri qui ont contribué activement avec moi dans mes premières publications. Leurs capacités d'analyse lors des discussions que nous avons eues m'ont fait découvrir et aimer le monde de la recherche.

Merci aux chercheurs et doctorants de l'équipe Eco-conception, Energie, Innovation (ECEI) et de l'équipe Théodile-Cirel pour la bienveillance, le soutien et le partage qui m'ont porté durant les années de la formation doctorale.

Je remercie vivement le service de coopération et d'action culturelle de l'ambassade de France au Maroc et le CNRST pour avoir financé mes études doctorales en France. Je remercie également le personnel administratif de l'Université Hassan Premier et de l'Université de Lille.

Mes remerciements les plus chaleureux vont enfin à ma très chère mère, ma source d'inspiration et de bonheur, et mon très cher père qui ont été toujours là pour m'encourager et soutenir tout au long de la thèse.

# Résumé

Le travail que nous présentons dans cette thèse s'inscrit dans une problématique générale d'étude et de conception des MOOC (Massive Open Online Courses). Elle s'intéresse plus particulièrement à l'étude didactique d'un MOOC d'algorithmique conçu au profit des étudiants de premier cycle de l'Université Hassan Premier au Maroc. Ce travail se situe dans une approche compréhensive et vise plus précisément à comprendre le processus d'élaboration du contenu d'algorithmique véhiculé par le dispositif MOOC et la manière dont les étudiants le construisent au sein et en relation avec ce dispositif.

En considérant le MOOC comme un dispositif didactique, deux approches didactique et épistémiques des activités d'apprentissage en algorithmique ont été articulées. La notion de performance didactique est mobilisée pour examiner les stratégies d'apprentissage adoptées par les étudiants. En recourant aux forums de discussion et en mobilisant un questionnaire et des entretiens semi-directifs, les discours des étudiants ont été analysés en vue de caractériser les contenus construits, les performances didactiques et les difficultés rencontrées.

La caractérisation de la conception du MOOC met en évidence deux étapes : 1) l'identification des concepts incontournables en algorithmique : variable, instructions de base, conditions, boucles et leur organisation en unités d'apprentissage 2) la scénarisation pédagogique décrivant les tâches d'apprentissage des unités pédagogiques et leur organisation ; le cours est par ailleurs adapté à la massification des audiences notamment en diminuant la charge horaire des semaines du MOOC et en exigeant peu de prérequis.

L'analyse des pratiques identifiées montre que les étudiants ont construit deux types de contenus, d'une part, des savoirs conceptuels (condition et boucle) et d'autre part des savoirs procéduraux (démarche de résolution d'un problème, exécution d'un algorithme) ; que les étudiants ont manifesté plus de performances didactiques cognitives et techniques que sociales pour construire le contenu. Plus particulièrement, la démarche de construction du contenu consiste 1) en des stratégies cognitives d'élaboration telle que la mise en lien du contenu avec les connaissances antérieures et d'organisation à savoir l'utilisation des organigrammes pour construire pas à pas le savoir algorithmique ; 2) en des stratégies techniques en termes de mobilisations des vidéos du MOOC. Les résultats montrent également que même si les

étudiants se sont avérés particulièrement performants dans l'analyse des problèmes (détermination des objets d'entrées et sorties), certaines difficultés subsistent, tels que le passage de la phase d'analyse d'un problème à celle d'élaboration de l'algorithme.

Ce travail de thèse a l'ambition de proposer aux concepteurs pédagogiques des MOOC des principes utiles pour l'élaboration d'un contenu, d'une part, et ouvrir une voie de recherche en didactiques, sur les dispositifs MOOC, qui tient compte de la spécificité des contenus véhiculés.

**Mots-clés :** MOOC, contenu, didactique, élaboration du contenu, construction du contenu.
.

# Summary

The work presented in this thesis is part of a broader issue of study and design of MOOC (Massive Open Online Courses). It focuses more particularly on the didactic study of an algorithmic MOOC designed for undergraduate students at Hassan First University (Morocco). This work is part of a comprehensive approach and aims more specifically to understand the process of developing algorithmic content conveyed by the MOOC and how learners construct basic knowledge essential to the course.

Considering MOOC as a didactic device, two approaches : didactic and epistemological of algorithmic have been articulated. The notion of didactic performance is mobilized to examine the learning strategies adopted by students. By using discussion forums and mobilizing a questionnaire and semi-structured interviews, the discourses of students were analysed in order to characterize the constructed content, the didactic performance and the difficulties encountered by students.

The characterization of the design of the MOOC highlights two steps : 1) identification of the essential concepts in algorithmics :variable, basic instructions, conditions, loops and their organization into learning units 2) development of a pedagogical scenario by describing the learning tasks of the pedagogical units and their organisation, and, on the other hand, that the course is also adapted to the massification of audiences, in particular by decreasing the hourly workload and demanding few prerequisites.

The results show that students constructed two types of content: conceptual knowledge (condition, loop and procedural knowledge (analysis of a problem, decomposition of a problem, etc.). Students showed more interest in cognitive and technical didactic performances to build, step by step, content. More specifically, students constructed algorithmic content by making greater use of these learning strategies 1) elaboration strategies (linking the content with previous knowledge) and organization strategies such as the use of flowcharts 2) technical strategies in terms of mobilizing MOOC videos. The results also show that although students have been particularly successful in analysing problems (determination of input and output objects), some difficulties remain, such as passing from analysing problems to elaborating algorithms.

These results can not only provide MOOC instructional designers with the necessary elements for content development, but also improve didactic research on MOOC by providing researchers with elements for the study of MOOC, taking into account the specificity of their content.

**Keywords :** MOOC, content, didactic, elaboration of content, appropriation of content.

# Sommaire

Remerciements....3

Résumé....4

Summary....6

Introduction générale....16

1. Conception d'un MOOC en algorithmique à l'Université Hassan Premier....17

2. Une problématique d'étude didactique et de conception d'un MOOC....20

2.1 Objet de recherche - Le MOOC....20

2.2 Questions de recherche....21

3. Organisation du manuscrit....24

Chapitre 1 : Tendances de la recherche sur les MOOC....26

1. Méthodologie de collection et d'analyse de recherches antérieures....28

1.1 Sélection des revues....28

1.2 Sélection des articles....28

2. Un aperçu sur la recherche sur les MOOC à travers les revues de littérature antérieurs.33

3. Un aperçu sur la recherche sur les MOOC à travers les recherches empiriques antérieures....38

3.1 Les contenus transmis par les MOOC dans la recherche....38

3.2 La recherche sur les MOOC : la place qu'occupe le contenu....40

3.2.1 Les manières de définition du contenu dans les études empiriques.....40

3.2.2 Le contenu véhiculé par les MOOC en tant qu'objet de recherche à part entière ……..43

Chapitre 2 : Les traces des apprenants sur les MOOC.....54

1. L'évaluation des apprentissages dans les MOOC .....57

1.1 L'évaluation des apprentissages dans les revues de littérature antérieures .....57

1.2 L'évaluation des apprentissages dans les recherches empiriques sélectionnées .....60

1.3 Les traces des apprenants reconstruites en données de recherche .....65

2. Discussion des résultats et conséquences de la revue de littérature.....69

2.1.1 Tendances de recherches sur les MOOC .....69

2.1.2 L'évaluation et les traces dans les MOOC.....70

2.1.3 Conséquences de la revue de littérature sur le contenu .....71

Chapitre 3 : Contenu (algorithmique) et performance didactique .....73

1. Le MOOC est un dispositif .....75

1.1 Le MOOC en question .....75

1.2 Le MOOC en tant que dispositif didactique .....75

2. Le contenu en question : l'algorithmique au premier cycle universitaire.....77

2.1 Qu'est-ce qu'un contenu d'algorithmique .....77

2.2 Difficultés de l'enseignement et l'apprentissage de l'algorithmique.....79

2.3 Implications pour l'enseignement et l'apprentissage de l'algorithmique.....80

3. Dimensions technique et subjective du dispositif MOOC ..... 82

3.1 Dimension technique : interaction élaboration – fonctionnalités du MOOC ..... 84

3.1.1 Penser l'interaction contenu – média ..... 84

3.1.2 Elaboration du contenu : point de vue didactique ..... 86

3.2 Dimension subjective et intersubjective : interaction construction du contenu - dispositif MOOC ..... 86

3.2.1 Penser l'interaction apprenant – contenu – média – acteurs ..... 86

3.2.2 Construction du contenu : performance didactique ..... 89

4. Synthèse ..... 95

4.1.1 La spécificité du contenu par le MOOC ..... 95

4.1.2 La construction du contenu ..... 96

Chapitre 4 : Choix épistémiques et didactiques des concepteurs du MOOC ..... 98

1. Positionnement méthodologique ..... 99

1.1 Une perspective didactique à visée compréhensive ..... 99

1.2 Contexte institutionnel et participants ..... 100

1.2.1 Contexte institutionnel ..... 100

1.2.2 Les participants ..... 103

2. Une ingénierie du MOOC d'algorithmique ..... 106

2.1 Une double posture : concepteur/chercheur ..... 106

2.2 Choix épistémiques et didactiques des concepteurs du MOOC ..... 106

2.2.1 Choix épistémiques ..... 106

2.2.2 Choix didactiques ..... 111

2.2.3 Prise en compte des fonctionnalités du MOOC et massification dans l'élaboration du contenu ..... 118

Chapitre 5 : Recueil et analyse des données ..... 121

1. Protocole de recueil des données ..... 122

1.1 Investigation pour analyser l'élaboration du contenu ..... 123

1.2 Investigation pour analyser la construction du contenu ..... 124

1.2.1 Questionnaire ..... 124

1.2.2 Entretiens avec les étudiants ..... 127

1.2.3 Les traces de données ..... 131

2. Analyse des données ..... 136

2.1 Analyse du questionnaire destiné aux étudiants ..... 136

2.2 Analyse des entretiens ..... 136

2.2.1 Analyse lexicale ..... 137

2.2.2 Analyse thématique ..... 138

2.3 Analyse des posts de discussion ..... 144

Chapitre 6 : Mise en évidence de la construction de contenu : analyse du questionnaire et entretiens ..... 148

1. Caractérisation des performances didactiques des étudiants .....149

1.1 Performances didactique cognitive des étudiants .....149

1.2 Performances didactiques techniques et sociales.....151

1.2.1 Performances didactiques techniques .....151

1.2.2 Gestion du temps et de l'environnement .....152

1.2.3 Performances didactiques sociales.....153

1.3 Difficultés rencontrées par les étudiants dans le MOOC.....153

1.3.1 Difficultés techniques du MOOC .....153

1.3.2 Difficultés liées au contenu d'algorithmique.....154

1.3.3 La progression dans le MOOC .....155

1.4 Synthèse des résultats issus du questionnaire .....156

2. Mise en évidence de la construction du contenu .....157

2.1 Contenu construit en termes de concepts de boucle et condition et difficultés en lien avec ces concepts .....157

2.2 Mobilisation des ressources pédagogiques (vidéo et quiz) pour s'approprier le contenu du MOOC.....159

2.3 Navigation dans le MOOC et difficultés rencontrées .....162

2.4 L'algorithmique en tant que démarche de résolution de problème.....163

2.5 Synthèse des résultats issus de l'analyse lexicale des entrevues .....166

Chapitre 7 : Mise en évidence de la construction de contenu : analyse thématique des entretiens et des posts de discussion... .....167

1. Caractéristiques des performances didactiques cognitives manifestées dans le discours des étudiants.....169

1.1 Des performances didactiques cognitives focalisées sur l'utilisation des stratégies d'élaboration et d'organisation .....169

1.2 Nature des contenus identifiés dans le discours des entretiens.....172

1.3 Caractéristiques des performances didactiques techniques manifestées dans le discours des étudiants .....174

2. Mise en évidence des difficultés rencontrées dans le discours des étudiants .....177

2.1 Des difficultés focalisées sur l'appropriation des savoirs conceptuels et procéduraux de l'algorithmique.....177

2.2 Des difficultés centrées sur l'utilisation des outils de la programmation .....179

3. Synthèse des résultats issus de l'analyse thématique des entretiens.....182

4. Performances didactiques des étudiants manifestées dans les posts de discussion .....183

4.1 Caractéristiques des performances didactiques cognitives manifestées dans les posts de discussion .....183

4.1.1 La description des étapes d'un algorithme.....184

4.1.2 La signification d'un concept.....185

4.1.3 La mobilisation des concepts dans un algorithme .....186

4.1.4 Nature des contenus identifiés dans les forums de discussion.....186

4.2 Caractéristiques des performances didactiques sociales.....187

4.3 Synthèse des résultats provenant de l'analyse des posts de discussion .....188

Chapitre 8 : Discussion, conclusion et perspectives .....190

1. Discussion des résultats .....191

1.1 Adaptation du contenu aux fonctionnalités du MOOC et son caractère massif ....191

1.2 Construction du contenu du MOOC .....192

1.2.1 Des performances didactiques cognitives des étudiants en termes d'utilisation des stratégies d'élaboration et d'organisation .....192

1.2.2 Des performances didactiques techniques des étudiants en termes de mobilisation des vidéos .....194

1.2.3 Des performances didactiques sociales des étudiants en termes d'interactions avec les étudiants et/ou l'équipe pédagogique .....196

1.2.4 Contenu construit par les étudiants en termes de savoirs conceptuels et procéduraux .....196

1.2.5 Difficultés rencontrées par les étudiants .....198

2. Conclusion et perspectives .....200

2.1 Implications pour la conception d'un MOOC d'algorithmique .....202

2.2 Limites et perspectives de recherche .....204

Références bibliographiques .....207

Annexe 1. Revue de littérature sur les MOOC .....238

Annexe 2. Guide d'entretien avec les concepteurs du MOOC .....251

Annexe 3. Questionnaire aux apprenants du MOOC .....252

Annexe 4. Guide d'entretien avec les apprenants .....264

Annexe 5. Transcription des entretiens avec les deux concepteurs du contenu .....267

Annexe 6. Transcription des entretiens avec les 20 étudiants .....273

Liste de figures.....299

Liste des tableaux.....301

# Introduction générale

# 1. Conception d'un MOOC en algorithmique à l'Université Hassan Premier

L'intégration des TIC dans l'enseignement supérieur au Maroc est considérée de plus en plus une préoccupation du ministère de l'Éducation nationale (MEN) au Maroc (1999). En effet, la réforme de l'enseignement supérieur et le plan d'urgence en 2008 ont souligné, à travers des programmes de formation repositionnés au cœur de la réforme du système éducatif, la nécessité de l'intégration des TIC dans les universités marocaines. Ainsi, pratiquement tous les établissements universitaires sont équipés d'infrastructures TICE : logiciels gratuits (open sources) ou payants (sous licences) à travers des conventions spécifiques pour l'éducation comme Microsoft Academy, des environnements numériques de travail comme CAS (Central Authentification Service) implanté dans l'Université Hassan Premier de Settat.

L'Université marocaine subit une forte croissance des effectifs des étudiants au cours des dernières années. Cette massification qui rend la qualité des apprentissages faible a amené des universités marocaines à exprimer leur préoccupation devant aussi bien le manque des ressources humaines que les conditions de l'enseignement basé sur des cours dispensés dans des amphithéâtres. Ce mode d'organisation traditionnel de l'enseignement à l'université (cours, travaux dirigés et travaux pratiques) a prouvé son insuffisance face à ces changements que connait le système éducatif marocain (notamment de massification). Ainsi, on observe un encadrement faible des étudiants, une pédagogie non adaptée au rythme de l'étudiant, un abandon élevé, une formation non adaptée au marché de l'emploi (faible employabilité) mais aussi non accessible au plus grand nombre d'étudiants ; en effet, seulement moins de 15% d'une génération a la possibilité d'accéder à l'enseignement supérieur au Maroc[1], une difficulté dans la gestion administrative et pédagogique, etc.

Pour une amélioration de la qualité de l'enseignement palliant à toutes ces difficultés, plusieurs universités marocaines sont déjà impliquées dans la création des MOOC diffusés sur des plateformes gratuites aux universités de Casablanca, Marrakech, Fès, Settat pour n'en citer que quelques-unes. Dans ce sens, le centre de formation à distance de l'Université Mohammed V

[1] https://casablanca.em-lyon.com/lancement-de-premiere-plateforme-mooc-maroc-lafrique-emlyonx.

à Rabat[2], était le premier à développer et lancer un MOOC en 2014 au Maroc. Ce MOOC qui portait sur les fondements de la comptabilité générale a été développé au profit de 900 étudiants inscrits en première année de la Faculté des Sciences Juridiques, Economiques et Sociales Souissi à Rabat (FSJES). En 2016, un accord a été signé entre le Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de la formation des Cadres (MESRSFC), le GIP FUN-MOOC et l'Ambassade de France pour créer la première plateforme de dimension nationale en Afrique « Maroc Université Numérique (MUN) ». Cet accord vise à permettre aux universités marocaines aussi bien de développer des MOOC, voire des SPOCs (Cours en ligne privés à petits groupes) que de renforcer les partenariats avec les universités françaises dans ce nouveau domaine[3]. Un appel à projets a été lancé en 2017 pour sélectionner les projets de MOOC qui vont alimenter la plateforme MUN. Sur un total de 119 projets déposés, 49 projets de MOOC dont 5 projets MOOC[4] développés au sein de l'Université Hassan Premier de Settat ont été sélectionnés pour être les premiers MOOC présents sur MUN lors de son lancement officiel prévu en juin 2019. Ces cours en ligne massifs et ouverts à tous visent à transformer les cursus d'enseignement en présentiel de ces universités en cursus de formation en ligne.

Retenant l'attention du monde universitaire (Karsenti, 2013), les MOOC proposent aux inscrits des ressources pédagogique de différentes formes (Vidéo, PDF, Page web, Quiz, etc.) ainsi que des outils d'échange et de discussion (forum de discussion, chat, etc.). Dans le contexte marocain où les étudiants souffrent de très grandes difficultés langagières dans les disciplines scientifiques et technologiques, les MOOC peuvent encourager des modalités de type « classes inversées » qui sont, conséquemment, en grand évolution pour remédier à ce problème en concentrant les cours en présence aux aspects méthodologiques (acquisition des genres d'activités spécifiques aux disciplines académiques). Néanmoins, l'idée originale qui a suscité

[2] http://elearning.um5s.ac.ma

[3] https://if-maroc.org/wp-content/uploads/sites/13/2017/11/RUN3-programme.pdf

[4]2 MOOC à la Faculté des Sciences et Techniques –Settat, 1 MOOC à Ecole Supérieure de Technologie Berrechid, 1 MOOC à Faculté des Sciences Juridiques, Economiques et Sociales –Settat, 1 MOOC à la Présidence de l'université

de grandes attentes de la part des institutions de formations universitaires, au regard du potentiel d'innovation et d'ouverture, s'est vue se transformer en une stratégie mécaniste visant à démultiplier les effectifs touchés. De grandes difficultés empêchent la transformation du discours pédagogique autour des MOOC en des pratiques pédagogiques pertinentes. Une manifestation de cette difficulté semble être le fait d’occulter le caractère problématique des principes qui sous-tendent l'élaboration, la transmission et la construction des contenus véhiculés par les MOOC. Un objectif majeur de ce travail de thèse est d'interroger ces principes.

# 2. Une problématique d'étude didactique et de conception d'un MOOC

## 2.1 Objet de recherche - Le MOOC

Dans le sigle MOOC, on peut repérer deux types d'interprétations de l'adjectif « ouvert ». Rosselle (2012) note, en effet, que « *dans le premier type de MOOC, ce sont les contenus qui sont ouverts : ils sont partagés en ligne gratuitement. Cependant, ces contenus sont dans une structure rigide et qui ne change pas (ou très peu) entre le début et la fin d'un cours. Dans le second type de MOOC, c'est la conception du MOOC qui est ouverte : les participants décident de ce qu'ils apprennent, comment ils apprennent et comment ils interagissent avec les autres participants* ». Dans ce dernier cas, les étudiants ont la possibilité d'intégrer des outils au fur et à mesure. Une définition englobante de l'ouverture, valable pour tout dispositif de formation distanciée, y compris les MOOC est proposée : « *un dispositif organisé, finalisé, reconnu comme tel par les acteurs, qui prend en compte la singularité des personnes dans leurs dimensions individuelle et collective et repose sur des situations d'apprentissage complémentaires en termes de temps, de lieux, de médiations pédagogiques, humaines et technologiques, et de ressources » (*Dussarps, 2018). Dans l'étude des MOOC, la question du caractère « ouvert » (et « massif ») de la formation est donc centrale en ce qu'il transforme la relation didactique à une relation distance classique. Sur la base de plusieurs critères, de nombreuses classifications des MOOC ont été proposées (Costley et Lange, 2017 ; Kop et Carroll, 2011 ; Raffaghelli, Cucchiara et Persico, 2015). On distingue généralement deux types de MOOC (Hew et Cheung, 2014). D'une part, les MOOC dits connectivistes, ou cMOOC, dont le premier a été développé et proposé au MIT (CCK08[5]). Les MOOC connectivistes ou collaboratifs sont censés permettre aux apprenants d'interagir avec leurs pairs et de contribuer à l'élaboration du contenu. D'autre part, les xMOOC hébergent les cours existants en ligne et sont basés sur des modèles d'enseignement traditionnels : le contenu suit un ordre prédéfini et les objectifs d'apprentissage sont définis par les enseignants.

[5] The Connectivism and Connective Knowledge course

## 2.2 Questions de recherche

Cette thèse est préparée en cotutelle entre l'équipe Théodile-CIREL (équipe interne de l'unité CIREL) de l'Université de Lille et l'équipe Eco-conception, Energie, Innovation (ECEI) (laboratoire Ingénierie, Management Industriel et Innovation) de l'Université Hassan Premier de Settat au Maroc. Les travaux de l'équipe Théodile-CIREL, s'inscrivent principalement dans les didactiques disciplinaires (EPS, géographie, histoire, langues (français, FLE), mathématiques, philosophie, sciences, technologie et TICE). Les travaux de l'équipe ECEI recouvrent l'ingénierie pédagogique et la conception des environnements d'apprentissage en ligne.

Notre projet de thèse se situe dans un contexte de massification de l'enseignement universitaire au Maroc, notamment en ce qui concerne les formations scientifiques et technologiques où l'algorithmique, en tant que composante à part entière de la culture scientifique et technique que doit avoir un technicien ou un ingénieur, à l'instar des mathématiques et de la physique, fait de partie du cursus de base. L'algorithmique est considérée comme une matière majeure qui nécessite des capacités de haut niveau de la part des étudiants à savoir l'analyse d'un problème. A la Faculté des Sciences et des Techniques de l'Université Hassan Premier, l'enseignement de l'algorithmique au premier cycle universitaire est destiné à plus de 800 étudiants répartis sur deux parcours : parcours génie électrique et génie mécanique (300 étudiants environ), d'une part, et parcours Mathématiques Informatique et Physique (500 étudiants environ), d'autre part. Les concepteurs de la formation souhaitent ainsi améliorer la qualité de son enseignement et assurer une assistance personnalisée de l'étudiant grâce à une présence virtuelle via des espaces d'échanges à savoir les forums de discussion tout en développant des capacités transversales ou des « softs skills » chez les étudiants à savoir l'autonomie, la motivation, la gestion du temps, etc.

Le travail que nous présentons s'intègre dans une problématique liée aux MOOC. Il nous semble que l'objet d'étude : MOOC est porteur, en tant que contribution à des champs, certes déjà très étudiés (design des MOOC et expériences des apprenants), mais peu abordés selon un point de vue didactique. Nous nous focaliserons principalement sur deux aspects principaux de ces recherches : l'élaboration et la construction du contenu. Plus spécifiquement, ce travail porte sur l'étude didactique d'un MOOC d'algorithmique conçu au profit des étudiants de

premier cycle universitaire. Une revue de la littérature sur les MOOC nous a permis de justifier notre choix. En effet, peu de travaux s'intéressent au contenu véhiculé dans les MOOC comme objet de recherche. Plus spécifiquement, l'approche didactique qui consiste à étudier les processus d'enseignement et d'apprentissage du point de vue du contenu (et de sa structure disciplinaire) transmis par le MOOC a reçu peu d'attention dans les études analysées. Ces résultats, issus de la revue de littérature, nous amènent à étudier le MOOC d'un point de vue didactique en identifiant trois questions de recherche :

*Q1 : Comment le MOOC spécifie-t- il le contenu qu'il véhicule ?*

La réponse à cette question va nous amener à caractériser les démarches adoptées par les concepteurs du MOOC pour élaborer le contenu véhiculé en termes de découpage du contenu, de scénarisation pédagogique et d'organisation des activités d'apprentissage. Nous nous intéressons également à examiner les implications de la massification et les fonctionnalités du MOOC sur le processus de conception du contenu (afin de voir s'il est adapté ou non). Cela nous amène à poser une deuxième question de recherche :

*Q2 : Quelles sont les implications de la massification et les fonctionnalités du MOOC quant aux principes d'élaboration de ce contenu ?*

Bien qu'il y a eu des travaux abordant le processus d'apprentissage dans les MOOC, il n'y a pas encore, comme ce que nous allons démontrer dans ce qui suit dans le chapitre revue de littérature, de recherches focalisant aussi bien l'appropriation des contenus au sein et en relation avec les MOOC que les difficultés rencontrées par les apprenants en lien avec les contenus véhiculés. Ceci nous amène à poser cette troisième question de recherche :

*Q3 : Comment les apprenants construisent le contenu d'algorithmique au sein et en relation avec le dispositif MOOC ?*

Les réponses à de tels questionnements pourraient être réinvesties dans la conception d'un MOOC à l'Université Hassan Premier. Afin de répondre à nos interrogations, nous avons formalisé trois objectifs principaux :

- **Objectif 1 :** faire le point sur les recherches sur les MOOC en procédant par une méta-

analyse portant sur les notes de synthèse réalisées sur le sujet depuis 2012 ;

- **Objectif 2 :** caractériser les principes d'élaboration du contenu d'algorithmique véhiculé dans le MOOC conçu « Algorithmique : concepts de base et applications » ;

- **Objectif 3 :** caractériser les activités effectives de formation des étudiants et la mise en évidence de leurs difficultés quant à l'utilisation du MOOC réalisé dans une tâche de remise à niveau en algorithmique.

# 3. Organisation du manuscrit

Ce manuscrit est organisé en huit chapitres (figure 1). Après la section introductive, le **premier chapitre** dresse une revue de littérature sur les MOOC[6]. Plus spécifiquement, il donne un aperçu global des tendances de recherches sur les MOOC publiées entre 2012 et 2018. Étant donné que l'évaluation est un élément central dans l'élaboration d'un MOOC, nous avons exploré également **dans le chapitre 2**, la littérature sur l'évaluation dans les MOOC. Cette exploration nous permet, entre autres, d'examiner la manière dont les recherches sur les MOOC analysées prennent en compte la question de l'évaluation et, d'autre part, d'interroger la reconstruction des traces des apprenants dans le cadre de ces modalités d'évaluation comme source d'information. **Le chapitre 3** est consacré à la présentation d'un cadre conceptuel décrivant les théories et les concepts (éventuellement les relations entre ces concepts) qui ont un rapport avec le sujet de recherche. Dans **le chapitre 4**, nous décrivons la méthodologie de recherche adoptée en décrivant les choix épsitémiques et didactiques des concepteurs du MOOC. Dans **le chapitre 5,** nous détaillons le processus de collection et d'analyse de données. Dans **les deux chapitres 6 et 7**, nous présentons les éléments des résultats de la question de recherche : Comment les étudiants construisent le contenu d'algorithmique ? Nous exposerons ainsi les différentes stratégies d'apprentissage adoptées par les étudiants pour s'approprier le contenu dans le MOOC, le contenu construit et les difficultés rencontrées.

En guise de conclusion, nous discutons les principaux résultats obtenus dans ce travail de thèse. Cela, permet de parachever cette thèse en dégageant des perspectives futures à nos recherches qui vont permettre de promouvoir non seulement la conception et l'usage de notre MOOC mais aussi l'étude didactique sur les dispositifs de type MOOC.

---

[6] Ce travail a donné lieu à un article publié dans la revue IRRODL : Babori, A., Zaid, A., & Fassi, H. F. (2019). Research on MOOCs in Major Referred Journals. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 20*(3), 222-247.

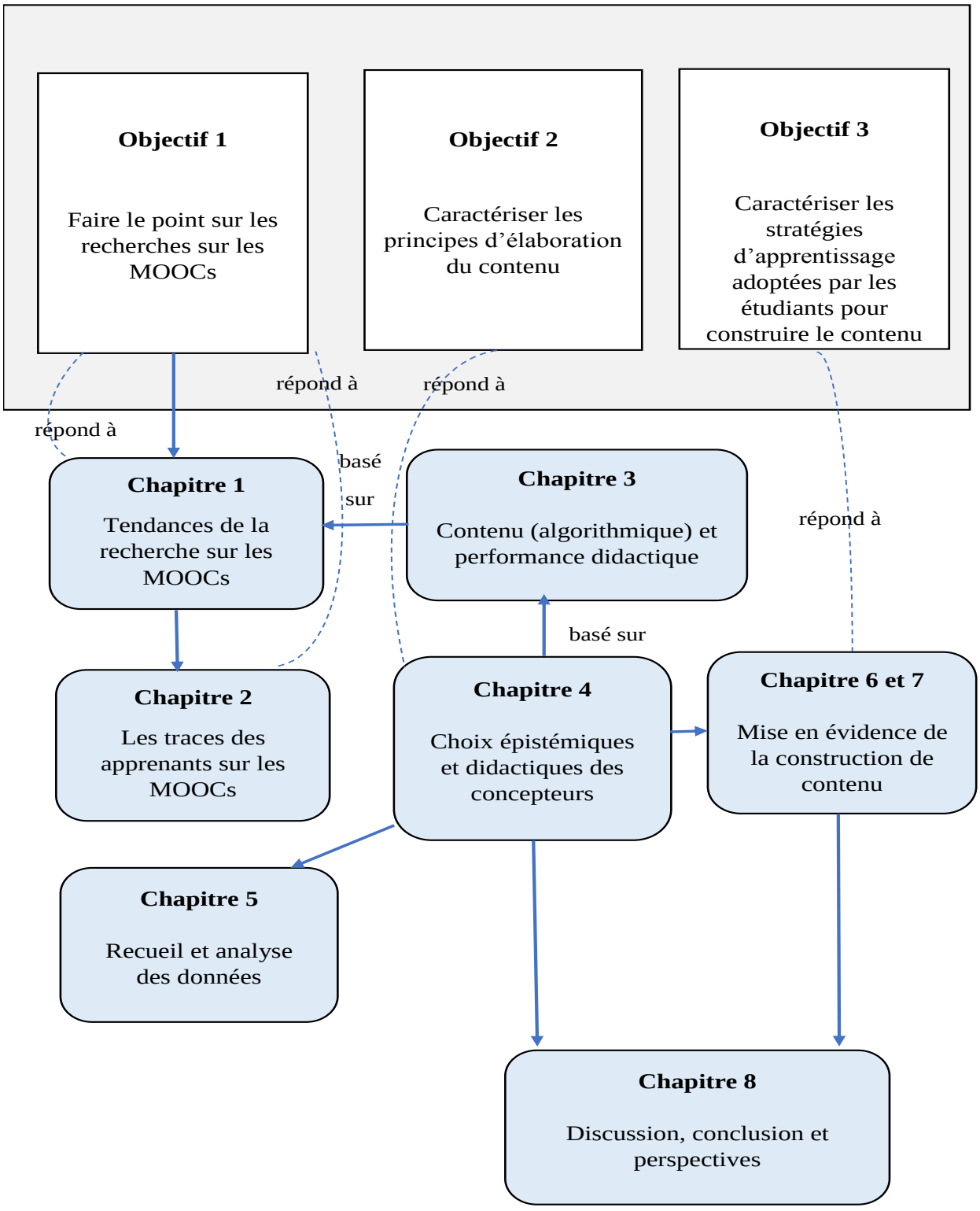



**Figure 1.** Organisation du manuscrit

# Chapitre 1 : Tendances de la recherche sur les MOOC

*Ce chapitre présente une revue de littérature sur les MOOC. Plus spécifiquement, il examine les tendances de recherches sur les MOOC en termes de questions de recherche, cadres conceptuels mobilisés, méthodologies adoptées et prise en compte du contenu (ou non) dans les recherches analysées qui sont publiées entre Janvier 2012 et Janvier 2018. Ainsi, les catégories de contenu couvertes, les manières de définition du contenu et la prise en compte du contenu dans ces recherches comme objet de recherche ont été examinées.*

La recherche sur les MOOC est dynamique et connait une croissance rapide des recherches empiriques. En témoigne la production de plusieurs revues de littérature depuis 2008 publiées dans des revues spécialisées en technologies éducatives. Ces revues de littérature présentent des synthèses (générales ou centrées sur un thème particulier) de travaux de recherche. Par exemple, si les revues de littérature d'Ebben et Murphy (2014) ; Gašević et al. (2015) ; Liyanagunawardena, Adams et Williams (2013) ; Veletsianos et Shepherdson (2016) et celle Yousef, Chatti, Schroeder, Wosnitza et Jakobs (2014) font le point de manière compréhensive sur l'état de la recherche à un moment donné, celles de Raffaghelli et al. (2015) de Veletsianos et Shepherdson (2015) et de Gašević, Kovanovic, Joksimovic et Siemens, (2014) examinent les approches méthodologiques mobilisées dans les recherches sur les MOOC. Ces revues de littérature mettent en évidence que les MOOC sont interrogés tant dans une perspective de conception que dans une perspective de recherche scientifique. Elles mettent en évidence la quasi absence de recherches qui interrogent l'élaboration, la transmission ou la construction des contenus véhiculés par les MOOC. L'objectif de cette revue de littérature est d'explorer la place qu'occupe le contenu dans les recherches sur les MOOC. Plus spécifiquement, elle examine les catégories de contenu couvertes par ces recherches, la manière dont le contenu a été défini, la prise en compte des cadres conceptuels adoptés, de la spécificité du contenu véhiculé par les MOOC et son interrogation comme objet de recherche.

# 1. Méthodologie de collection et d'analyse de recherches antérieures

## 1.1 Sélection des revues

Nous avons sélectionné les revues à comité de lecture en nous focalisant sur un examen préliminaire des revues en éducation à distance et en technologie de l'éducation : 61 revues ont été identifiées lors de la première phase. Les revues à examiner ont été filtrées selon ces critères : un accent particulier sur l'enseignement à distance ; des revues à comité de lecture indexées par les bases de données reconnues (Scopus et Thomson Reuters) ou incluses dans la liste établie par le Haut Conseil pour l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (HCERES) en France. De plus, certaines revues qui n'étaient pas indexées par HCERES ou les bases de données Scopus et Thomson Reuters ont été incluses puisqu'elles publient des recherches liées aux MOOC. Ainsi, en appliquant ces critères, 32 revues sont ainsi sélectionnées (Annexe 1 tableau 32).

## 1.2 Sélection des articles

La sélection des articles est réalisée en deux étapes. La première étape consiste à chercher dans les revues sélectionnées, tous les articles publiés entre janvier 2012 et janvier 2018 et dont le titre ou le résumé contient le mot-clé «MOOC(s)» ou « Massive open online course (s) ». L'année 2012 a été choisie comme étant point de départ puisqu'elle a été considérée par le New York Times (Canbek et Hargis, 2015), l'année du MOOC. **93 articles** sont ainsi sélectionnés dont 76 articles empiriques et 17 articles de type revue de littérature. La deuxième étape vise à identifier les articles empiriques ; en effet, notre démarche consiste à lire, par les trois auteurs, les résumés de chaque article (validation par inter-juge) de manière à ne considérer que les articles caractérisés par des données de terrain et organisés selon une structure reconnaissable dans la communauté des chercheurs en éducation (Raîche et Noël-Gaudreault, 2008) : question de recherche ou objectif, cadre décrivant les concepts utilisés dans la question de recherche, méthodologie, résultats et discussion (si c'est un article de recherche empirique). Les écrits à visée d'ingénierie ou de « retour d'expérience », les rapports de recherche, les thèses, les actes de colloques et les ouvrages sont exclus de cette étude.

**Tableau 1.** Distribution des 93 articles de recherche

| Journal | NO. of articles | Citations |
|---|---|---|
| American Educational Research Journal | 1 | Greene, Oswald et Pomerantz (2015) |
| American Journal of Distance Education | 8 | Arora, Goel, Sabitha et Mehrotra (2017) ; Cohen et Magen-Nagar (2016) ; Deshpande et Chukhlomin (2017) ; Gameel (2017) ; Liu et al. (2014) ; Liu, McKelroy, Kang, Harron et Liu, (2016) ; Navarro (2015) ; Zutshi, O'Hare et Rodafinos (2013) |
| British Journal of Educational Technology | 8 | Chang, Hung et Lin (2015) ; Hew (2016) ; Huisman, Admiraal, Pilli, van de Ven et Saab, (2018) ; Liyanagunawardena, Lundqvist et Williams (2015) ; Raffaghelli et al. (2015); Rieber (2017a) ; Veletsianos, Collier et Schneider (2015) ; Wang, Anderson, Chen et Barbera (2016) |
| Computers & Education | 13 | Almatrafi, Johri et Rangwala (2018) ; Chen et Chen (2015) ; Davis et al. (2018) ; Formanek, Wenger, Buxner, Impey et Sonam (2017) ; Hone et El Said (2016) ; Kizilcec, Pérez-Sanagustín et Maldonado (2017) ; Paton et al. (2018) ; Phan, McNeil et Robin (2016) ; Shapiro et al. (2017) ; Watson, Kim et Watson (2016) ; Watson, Watson, Yu, Alamri, Mueller (2017) ; Zhang (2016) ; Zhou (2016) |
| Distance Education | 9 | Adams, Yin, Vargas Madriz, et Mullen, 2014 (2014) ; Andersen et Ponti (2014) ; Ashton et Davies (2015) ; Evans et Myrick (2015) ; Firmin et al. (2014) ; Henderikx, Kreijns et Kalz (2017) ; Li, Verma, Skevi, Zufferey, Blom et Dillenbourg (2014) ; Walji, Deacon, Small et Czerniewicz, 2016 (2016) ; Zhang, Skryabin et Song (2016) |
| Educational Researcher | 1 | Perna et al. (2014) |
| Educational Technology Research and Development | 5 | Higashi et al. (2017) ; Loizzo et Ertmer (2014) ; Watson, Loizzo et al. (2016) ; Yang, Shao, Liu, & Liu (2017) ; Zhang, Peck et al. (2016) |
| eLearning papers | 3 | Kennedy (2014); Martschink (2014); Yousef et al. (2014) |
| Electronic Journal of E-Learning | 1 | Admiraal, Huisman et Pilli (2015) |

| | | |
|---|---|---|
| European Journal of Open, Distance and E-Learning | 7 | Cheng (2014) ; Kop et Carroll (2011) ; Koutropoulos et al. (2012) ; Poce (2015) ; Pundak et al. (2014) ; Rolfe (2015) ; Weller et Anderson (2013) |
| International Journal of E-Learning & Distance Education | 2 | Jézégou (2015) ; Temperman, De Lièvre et De Stercke, (2016) |
| Journal of Open, Flexible, and Distance Learning | 1 | Jacoby (2014) |
| Learning, Media and Technology | 1 | Ebben et Murphy (2014) |
| The International Review of Research in Open and Distance Learning | 25 | Alario-Hoyos, Estévez-Ayres, Pérez-Sanagustín, Kloos et Fernández-Panadero (2017) ; Bozkurt, Akgün-Özbek et Zawacki-Richter, (2017) ; Chen (2014) ; Cho et Byun (2017) ; Costley et Lange (2017) ; de Lima et Zorrilla (2017) ; Engle, Mankoff et Carbrey (2015) ; Gasevic et al. (2014) ; Gil-Jaurena, Callejo-Gallego et Agudo (2017) ; Israel (2015) ; Jiang, Williams, Warschauer, He et O'Dowd, (2014) ; Kahan, Soffer et Nachmias, (2017) ; Kellogg, Booth et Oliver (2014) ; Kwak (2017) ; Liyanagunawardena et al. (2014) ; Milligan et Littlejohn (2017) ; Najafi, Rolheiser, Harrison et Håklev (2015) ; Nortvig et Christiansen (2015) ; Rohs et Ganz (2015) ; Soffer et Cohen (2015) ; Veletsianos et Shepherdson (2015) ; Veletsianos et Shepherdson (2016) ; Watson, Watson, Janakirama et Richardson (2017) ; Watson, Watson, Richardson et Loizzo (2016) ; Yang et Su (2017) ; Zawacki-Richter, O., Bozkurt, A., Alturki et Aldraiweesh (2018) |
| The Internet and Higher Education | 8 | Gillani et Eynon (2014) ; Littlejohn, Hood, Milligan et Mustain (2016) ; Milligan et Littlejohn (2016) ; Stich et Reeve (2017) ; Toven-Lindsey, Rhoads et Lozano (2015) ; Watted et Barak (2018) ; Wise, Cui, Jin et Vytasek. (2017) ; Zhu, Sari et Lee (2018) ; |

Le nombre d'articles trouvé pour chaque revue est décrit dans le tableau ci-dessus. Le tableau montre que la plupart des articles ont été publiés dans International Review of Research in Open and Distributed Learning (n=25), suivis de Computers & Education (n=13), Distance Education (n=9), American journal of Distance Education (n=8), British Journal of Educational

Technology (n=8) et Internet and Higher Education (n=8). Les articles ont fait l'objet d'une analyse approfondie basée sur une grille d'analyse qui facilite le codage des données. La grille comporte des questions à choix multiples ainsi que des questions ouvertes (19 items) et se compose de quatre rubriques : caractéristiques de l'écrit (référence, affiliation des auteurs, discipline des auteurs, type de document, nature du document) ; cadre conceptuel adopté (ancrage théorique, concepts et questions ou objectifs de recherche) ; informations sur le volet empirique de la recherche (méthode de collecte des données, méthode de traitement des données et principaux résultats obtenus) ; place du contenu dans la formation considérée (objet de recherche ou non). La grille a été structurée comme l'indique le tableau 2.

**Tableau 2.** Eléments de la grille d'analyse

| **Section** | **Sous-section** | **Item** |
|---|---|---|
| Caractéristiquesde l'écrit | Références | Noms des auteurs, titre, revue et date de publication : |
| | Affiliations desauteurs | Affiliation des auteurs : |
| | Disciplines des auteurs | Une gamme de discipline : ☐Discipline scientifique de référence☐Didactique☐Pédagogique☐Sciences de l'éducation, etc. |
| | Nature du document | ☐Etude empirique☐Revue de littérature |
| | Niveau scolaire considéré | ☐Primaire☐Secondaire☐Lycée☐Universitaire (général)☐Universitaire (professionnel)☐Formation initiale des enseignants☐Formation continue des enseignants☐Aucun niveau spécifié☐Autre (précisez) |
| Cadre conceptuel et questions de recherche | Cadre conceptuel (théorique, etc.) adopté (et principaux auteurs cités) | ☐Non énoncé ☐Enoncé explicitement, ☐A travers le texte, lequel (s'il y a lieu) ?<br>Concept(s) mobilisé(s) :<br>☐Aucune définition, ☐Définition explicite,☐ A travers le texte<br>Définition retenue par l'auteur et (ou) principaux Attributs : |
| | Question | Objectif(s) ou question(s) de la recherche énoncé(s) (s'il y a lieu) : |
| Méthodologie et résultats | Description de la recherche | Contexte :<br>Échantillon (s'il y a lieu) :☐Précisé☐Non précisé<br>Décrire (si précisé) : |

| | | |
|---|---|---|
| | Procédure de recueil des données utilisée | ☐Questionnaire☐Entrevue☐Observation directe ☐Enregistrement vidéo☐Enregistrement audio☐Non précisé☐Autre (précisez) |
| | Procédure d'analyse des données utilisée | ☐Analyse qualitative☐Analyse quantitative ☐Analyse mixte☐ Non précisé☐Autre (précisez) |
| | Processus de traitement de données | ☐Statistiquedescriptive☐Analyse thématique☐Statistique inférentielle☐Phénoménologie☐Analyse des réseaux sociaux☐Théorie d'ancrée☐Analyse psychométrique ☐ Analyse sémantique |
| | Résultats | Résumé des résultats majeurs : |

# 2. Un aperçu sur la recherche sur les MOOC à travers les revues de littérature antérieurs

Une multitude de revues de littérature a été publiée depuis 2008 dans des revues spécialisées dans les technologies éducatives (Bozkurt et al., 2017 ; Davis et al., 2018 ; Ebben et Murphy, 2014 ; Gašević et al., 2014 ; Israël, 2015; Jacoby, 2014 ; Kennedy, 2014 ; Liyanagunawardena, et al., 2013 ; Nortvig et Christiansen, 2017 ; Paton et al., 2018 ; Raffaghelli et al., 2015 ; Rolfe, 2015 ; Veletsianos et Shepherdson, 2015, 2016 ; Yousef et al., 2014 ; Zawacki-Richter et al., 2018 ; Zhu et al., 2018). La figure 2 montre les périodes couvertes pour chaque revue de littérature.

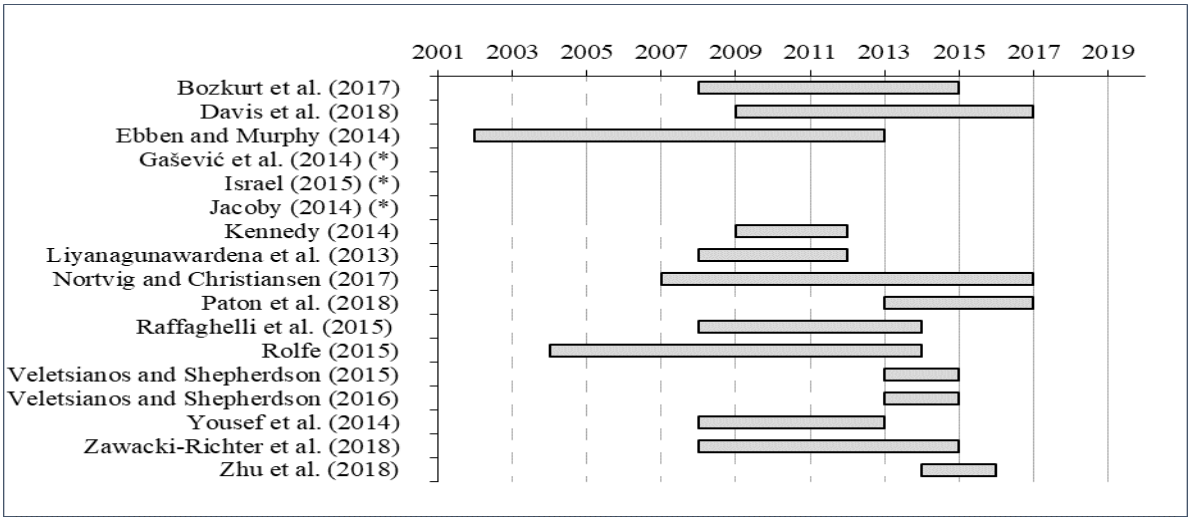



**Figure 2.** Graphe indiquant la correspondance revue de littérature / périodes couvertes

*(*) période non indiquée*

Dix-sept articles recensés sont des revues de littérature (RL) antérieurs sur les recherches qui ont étudié les MOOC. Les revues sont généralement sélectionnées au regard de leur spécialisation du domaine des technologies éducatives, de leur présence dans des bases de données reconnues ou suite à leur citation dans les bibliographies des articles retenus. Quant aux articles, les critères de sélection comportent le type de l'article (article de recherche), la date de publication (entre 2012 et 2018) et la présence des mots clés considérés. Le tableau 3 montre les différents critères adoptés tant pour sélectionner les revues que les articles.

**Tableau 3.** Critères de sélection des revues et des articles

| Revue de littérature | Critères de sélection des revues | Critères de sélection des articles |
|---|---|---|
| Liyanagunawardena et al. (2013) | **Bases de données**<br>ISI Web of Knowledge, ProQuest, JSTOR, IEEEXplorer, Scopus<br>**Revues de recherche**<br>06 revues académiques du domaine « educational technology and distance education »<br>**Bibliographies des articles trouvés**<br>Oui | **Type d'article**<br>Articles explorant le concept d'un MOOC ou les implications pour l'enseignement supérieur, rendant compte des expériences avec des MOOC ou comparant des MOOC avec d'autres approches pédagogiques<br>**Période couverte**<br>2008-2012<br>**Mots clés et mode de présence des mots clés**<br>MOOC, Massive open online course ;Massively Open Online course<br>Présence des mots clés dans le titre ou dans le résumé<br>**Visée de la revue de littérature**<br>Dresser, entre l'année 2008 et 2012, le bilan des recherches sur les MOOC (les années et types de publication, thèmes,..) |
| Yousef et al. (2014) | **Bases de données**<br>ERIC, JSTOR, ALT Open Access Repository, Google Scholar, PsychInfo, ACM publication, IEEEXplorer, Wiley Online Library<br>**Revues de recherche**<br>18 revues dans le domaine de la technologie de l'éducation et l'apprentissage en ligne indexées par Journal Citation Reports (JCR)<br>**Bibliographies des articles trouvés**<br>Non indiquée | **Type d'article**<br>Articles portant sur des études scientifiques ou de conception de MOOC<br>**Période couverte**<br>2008 et 2013<br>**Mots clés et mode de présence des mots clés**<br>MOOC ou Massive open online course ou Massively Open Online Course<br>Présence des mots clés le texte<br>**Visée de la revue de littérature**<br>Dresser, entre l'année 2008 et 2013, le bilan des recherches sur les MOOC (concepts, théories, principes de conception pédagogiques et techniques...) |

| | | |
|---|---|---|
| Bozkurt et al. (2017) | **Bases de données**<br>ERIC, EBSCO, Google Scholar and Scopus<br>**Revues de recherche**<br>Non indiquées<br>**Bibliographies des articles trouvés**<br>Non indiquée | **Type d'article**<br>Publié dans les journaux à comité de lecture entre 2008 et 2015<br>Les mots clés doivent apparaitre dans le titre<br>**Période couverte**<br>2008- 2015<br>**Mots clés et mode de présence des mots clés**<br>MOOC(s) ou Massive open online course(s)<br>Présence des mots clés dans le texte<br>**Visée de la revue de littérature**<br>Dresser, entre l'année 2008 et 2015, le bilan des recherches sur les MOOC (tendances de recherche, les types de MOOC les plus recherchés, les discours dominants dans la recherche sur les MOOC et les articles les plus cités dans les articles sur les MOOC) |

**les critères de sélection des autres articles restants sont présentés dans le tableau 33 de l'annexe 1*

Quatorze revues de littérature ont précisé explicitement le nombre de revues et/ou bases de données recherchées. La revue de litétrature de Gasaevic et al. (2014) est un peu particulier. En effet, ces auteurs analysent les projets soumis à l'initiative de recherche donc aucune revue ou bases de données n'est recherchée. Les revues de Davis et al. (2018), Israel (2015) et Jacoby (2014) sont de type « revues narrative » sans processus méthodologique systématique, ce qui explique l'absence d'indication des revues ou bases recherchées et/ou le nombre d'articles trouvé. La répartition des revues et bases de données sur les revues de littérature est comme le montre la figure 3 :

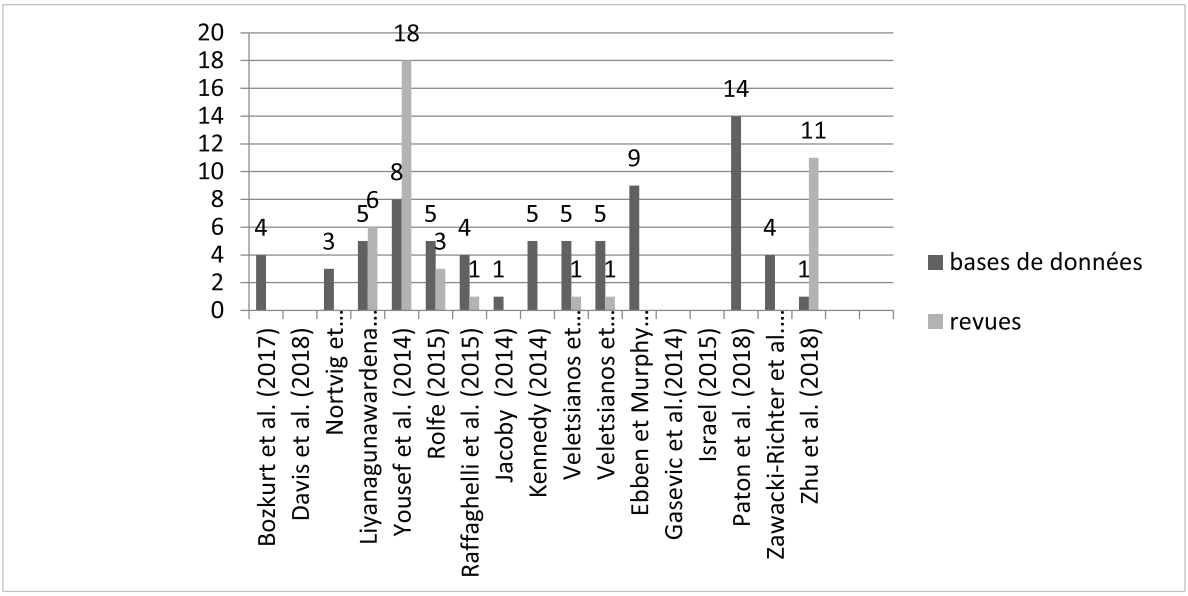



**Figure 3.** Répartition des revues et bases de données sur les revues de littérature

La figure 4 donne une idée sur le nombre de recherches considérées dans ces différents articles.

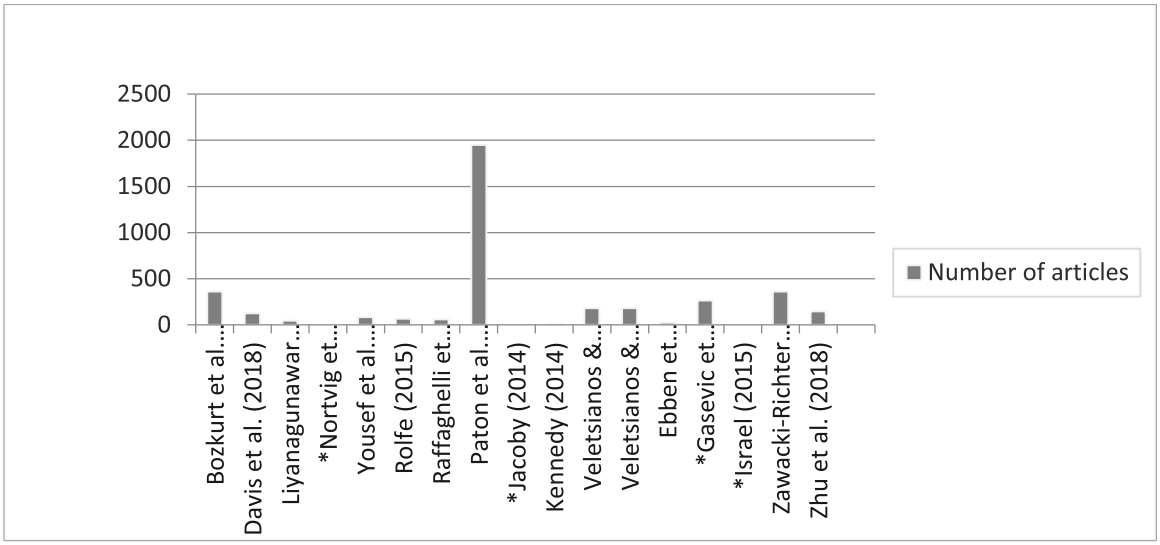



**Figure 4.** Graphe indiquant la correspondance revue de littérature /nb d'articles

Les revues sont généralement sélectionnées au regard de leur spécialisation dans le domaine des technologies éducatives, de leur présence dans des bases de données reconnues ou suite à leur citation dans les bibliographies des articles retenus. Quant aux articles, les critères de sélection comportent le type de l'article (recherche scientifique, compte rendu de conception, analyse théorique, etc.), la date de publication se situant dans la période couverte par la revue

de littérature et la présence des mots clés considérés. Le tableau 33 de l'annexe 1 montre les différents critères adoptés tant pour sélectionner les revues que les articles.

Deux visées peuvent être identifiées dans les 17 revues de littérature analysées. D'une part, 7/17 EA visent à rendre compte de la recherche de manière compréhensive en vue d'en dresser le bilan à un moment donné (Bozkurt et al., 2017 ; Ebben et Murphy, 2014 ; Gašević et al., 2015 ; Liyanagunawardena et al., 2013 ; Yousef et al., 2014 ; Veletsianos et Shepherdson, 2016 ; Zawacki-Richter et al., 2018). D'autre part, 10/17 visent à rendre compte de la recherche en privilégiant un thème ou une question particulière :

- faire le point sur des caractéristiques privilégiées dans les recherches sur les MOOC telles que l'ouverture ou la rétention (Kennedy, 2014) ;
- examiner la collaboration entre les établissements d'enseignement sur les MOOC lancés en Europe et aux États-Unis au cours des dix dernières années (Nortvig et Christiansen, 2017) ;
- analyser la littérature sur la rétention et l'engagement des apprenants dans le MOOC (Paton et al., 2018) ;
- interroger le caractère « innovation de rupture » des MOOC sur les plans pédagogiques, de certification ou encore des modèles économiques adoptés (Jacoby, 2014) ;
- explorer les innovations dans les stratégies d'apprentissage évolutives (stratégies qui engagent les élèves dans le processus d'apprentissage par le biais d'activités et/ou de discussions en classe) qui visent à créer un apprentissage actif (Davis et al., 2018) ;
- interroger les dimensions socio-éthiques des MOOC (Rolfe, 2015) ;
- faire la synthèse des recherches qui ont porté sur les environnements qui intègrent les MOOC dans des classes/parcours traditionnels (Israel, 2015) ;
- rendre compte des approches méthodologiques adoptées dans la littérature scientifique sur les MOOC (Raffaghelli et al., 2015 ; Zhu et al., 2018) ;
- ou encore analyser le caractère interdisciplinaire des recherches sur les MOOC (Veletsianos et Shepherdson, 2015).

# 3. Un aperçu sur la recherche sur les MOOC à travers les recherches empiriques antérieures

## 3.1 Les contenus transmis par les MOOC dans la recherche

**Contenus couverts par les études empiriques**

Le contenu des MOOC analysés dans les études empiriques se répartissent en trois catégories : ‘sciences humaines et sociales’, ‘sciences et technologies’ et ‘sciences de l'information et de la communication’. Ces études empiriques ont permis de décrire une grande variété de contenus. Le tableau 4 montre que le contenu dans la catégorie des sciences humaines et sociales se focalise sur l'éducation, la sociologie, l'art et le design, la politique, les sciences économiques et la psychologie. La catégorie des sciences et de la technologie comprend les mathématiques, la biologie et les sciences médicales, la chimie et l'informatique. Les contenus des sciences de l'information et de la communication se focalisent sur l'environnement d'apprentissage personnel et les réseaux sociaux. Les catégories de contenu les plus fréquemment couvertes s’agissent des sciences humaines et sociales (47,62 %) suivies des sciences, technologies et mathématique (41,27 %) et des sciences de l'information et de communication (11,11 %).

**Tableau 4.** Catégories des contenus couverts par les études empiriques

| Catégorie | Thématique | Articles |
|---|---|---|
| Sciences humaines et sociales (47.62%) | Education | Almatrafi et al. (2018) ; Cho et Byun (2017) ; de Lima et Zorrilla (2017) ; Kizilcec et al. (2017) ; Rohs et Ganz (2015) |
| | Sociologie | Admiral et al. (2015) ; Loizzo et Ertmer, (2016) ; Soffer etCohen (2015) ; Watson, Loizzo et al. (2016) ; Watson, Watson, Richardson et Loizzo, 2016 (2016) ; Zhang, Peck et al. (2016) |
| | L’art et design (l'écriture et la lecture créative, le journalisme, la poésie) | Ashton et Davies (2015) ; Chen et Chen (2015) ; Gameel (2017) ; Hew (2016) ; Huisman et al. |

| | | |
|---|---|---|
| | | (2018) ; Kwak (2017) ; Liu, Kang et al. (2016) ; Liu, McKelroy et al. (2016) ; Phan et al. (2016) ; Yang et Su (2017) |
| | Politique | Admiral et al. (2015) |
| | | Gameel (2017) ; Kizilcec et al. (2017) ; Poce (2015) |
| | Psychologie | Henderikx et al. (2017) ; Watson, Watson, Janakiraman et Richardson (2017) ; Zhang, Peck et al. (2016) ; Zhang, Skryabin et Song (2016) |
| Science, technologie et mathématique (41.27%) | Mathématique | Firmin et al. (2014) ; Kellogg et al. (2014) ; Martschink (2014) ; Rieber (2017) ; Wise et al. (2017) |
| | Biologie et sciences médicales | Almatrafi et al. (2018) ; Gameel (2017) ; Jiang (2014) ; Kahan et al. (2017) ; Mankoff et Carbrey, (2015) ; Milligan et Littlejohn, (2016) ; Soffer et Cohen, (2015) ; Watson, Kim et Watson (2016) ; Watson, Watson, Janakiraman et Richardson (2017) ; Wise et al. (2017) |
| | Physique et chimie | Cohen et Magen-Nagar (2016) ; Formanek et al. (2017) ; Watted et Barak (2018) |
| | Informatique (programmation et bases de données) | Alario-Hoyos et al. (2017) ; Andersen et Ponti (2014) ; Cohen et Magen-Nagar (2016) ; Hew (2016) ; Higashi et al. (2017) ; Liyanagunawardena et al. (2015) ; Littlejohn et al. (2016) |
| | Ingénierie | Kizilcec et al. (2017) ; Watted et Barak (2018) |
| Sciences de l'information et de communication (11.11%) | Environnement personnel d'apprentissage, réseaux sociaux | Deshpande et Chukhlomin, (2017) ; Greene et al. (2015) ; Jézégou (2015) ; Kop et Carroll (2011) ; |

| | | |
|---|---|---|
| | | Koutropoulos et al., 2012 ;Wang et al. (2016) |

** Une étude empirique peut couvrir plus qu'une catégorie de contenu*

## 3.2 La recherche sur les MOOC : la place qu'occupe le contenu

### 3.2.1 Les manières de définition du contenu dans les études empiriques

Si le contenu n'est pas pris comme objet central de recherche, les objectifs du cours ainsi que les tâches des apprenants sont souvent présentés ou évoqués dans les recherches recensées. Les objectifs sont formulés en termes de savoirs et capacités à acquérir. Ainsi, le MOOC Mathematics Learning Trajectories : Equipartitioning (Kellogg et al., 2014) traite de l'interprétation et l'implémentation des normes standards pour les mathématiques. Soffer et Cohen (2015) énoncent explicitement les principaux objectifs du MOOC « What a plant knows and other things you didn't know about plants » visant à introduire la biologie végétale. Les objectifs du MOOC the « Fundamentals of Clinical Trials[7] » étudié par Milligan et Littlejohn (2016) sont explicités en termes d'appropriation de concepts (the scientific statistical and ethical aspects of clinical trials research) et de procédures d'interprétation des résultats des essais cliniques. Les objectifs sont également formulés en termes de savoir être ou de comportements à acquérir comme dans le MOOC Human Trafficking (Loizzo et Ertmer, 2016 ; Watson, Watson, Richardson et Loizzo, 2016) qui ambitionne de modifier les attitudes des apprenants et de les motiver à lutter contre le trafic des êtres humains. Le MOOC « The Animal Behavior &Welfare » (Watson, Kim et Watson, 2016) a pour but d'amener les apprenants à reconnaître que le bien-être animal implique plusieurs disciplines, à savoir l'éthique, les sciences, le droit etc. Quant au MOOC « Change 11 » (Wang et al., 2016), il vise à introduire et à encourager l'interaction dans le domaine de la technologie éducative.

Le contenu est également défini à travers les prérequis nécessaires pour participer au MOOC. Bien que les MOOC étudiés sont dédiés à un public plus large et que l'inscription est ouverte

[7]https://www.edx.org/course/fundamentals-clinical-trials-harvardx-hsph-hms214x

à tous, certains MOOC précisent que certains prérequis sont nécessaires avant d'entamer les cours. C'est le cas par exemple de l'étude d'Engle et al. (2015) spécifiant que le MOOC Introduction à la physiologie humaine est conçu pour enseigner la physiologie aux étudiants de génie biomédical. Pour sa part, Littlejohn et al. (2016) spécifient que pour entamer le MOOC Introduction to Data Science, les apprenants auront besoin d'une expérience de programmation intermédiaire et d'une certaine familiarité avec les bases de données comme connaissance de bases. Quant à Wise et al., (2017), stipulent que pour commencer le MOOC Statistical Learning (StatLearn), des prérequis incluant les statistiques, l'algèbre linéaire, et l'informatique sont nécessaires. D'autres études précisent que les MOOC sont adressés à un public ayant un niveau spécifique. Le MOOC « Planning for the Digital Learning Transition » est ainsi conçu pour le développement professionnel des éducateurs de niveau k-12. Stat 95, Elementary Statistics, Quant à lui, est un MOOC destiné principalement aux décideurs du domaine de l'éducation, soins infirmiers, administrateurs du personnel, psychologues, sociologues et psychologues et exige une réussite en Mathématiques (ELM) et deux années d'études d'algèbre en secondaire (Firmin et al., 2014).

Les tâches des apprenants et les scénarios pédagogiques constituent d'autres manières de définir les contenus des MOOC étudiés dans les recherches recensées. Les tâches d'apprentissage sont souvent structurées en tâches d'apprentissage et ressources nécessaires pour les effectuer. Elles sont déclinées en tâches d'acquisition visant à atteindre les objectifs fixés dans chaque unité pédagogique et en tâches d'évaluation qui permettent de vérifier qu'un objectif est atteint. Ainsi, Phan et al. (2016)[8] présentent pour le pMOOC « Digital Storytelling », les tâches d'acquisition qui consiste en des exemples d'histoires numériques à observer sur des supports vidéos, et une activité d'évaluation qui consiste en l'évaluation par les pairs des productions d'histoires pour chaque semaine sous forme de mini projets, soumises par des élèves, à l'aide des rubriques créées par l'instructeur. Tandis que Martschink (2014) présente les sessions du scénario pédagogique et les tâches associées à chaque concept du cours (equations, algebraic signs, brackets and number range).

[8]A pMOOC is based on the content of a highly structured MOOC in terms of how the course content is organised and presented, and is also coupled with a model based on an assessment project

Les contenus sont définis, dans d'autres recherches, à travers les scénarios pédagogiques qui sous-tendent les MOOC étudiés. C'est le cas du MOOC The Creativity, Innovation and Change, étudié par Zhang, Peck et al. (2016) où le scénario pédagogique indique que les élèves effectuent des exercices pour chaque semaine, individuellement, sans travail collaboratif ou en coopération requis. Le scénario comporte également une description détaillée des activités proposées pour les 6 semaines du MOOC ainsi que l'autoévaluation à la fin de chaque exercice. Dans le cas du MOOC de programmation étudié par Liyanagunawardena et al. (2015), c'est l'approche d'enseignement qui est énoncée à travers quelques attributs : un apprentissage informel, en réseau, dirigé par les pairs, partagé et encouragé par le plaisir et l'autoréalisation. Le scénario pédagogique, et conséquemment le contenu qu'il vise, est parfois présenté en explicitant le processus de conception. Ainsi, Navarro (2015) souligne que l'équipe pédagogique du MOOC Peer-to--Peer Pilot Project découpe le contenu de chaque vidéo d'une durée de 15 à 20 min en 3 parties équivalentes. Pour transmettre le contenu, une combinaison de segments vidéo est fournie avec une narration audio accompagnée de tableaux, graphiques et diapositives. Enfin, le contenu est parfois défini à travers la description des ressources pédagogiques (Chen et Chen, 2015 ; Loizzo et Ertmer, 2016 ; Soffer et Cohen, 2015 ; Wise et al., 2017). Par exemple, dans le MOOC étudié par Soffer et Cohen (2015) sont précisées les ressources pédagogiques du MOOC « What a plant knows ... » (les vidéos, les annonces des profs, recommandations de lectures, quizz, forums de discussion) spécifiques à chaque composante du cours.

Le contenu a été finalement défini dans l'étude de Hew (2016) à travers les stratégies utilisées pour transmettre le contenu. En effet, pour chaque MOOC (programmation avec Python, poésie et design) étudié, l'auteur a examiné les facteurs considérés importants par les apprenants pour promouvoir une expérience d'apprentissage en ligne satisfaisante (Apprentissage par problème, l'accessibilité et la passion des instructeurs, l'interaction avec les pairs, l'apprentissage actif et les ressources pédagogiques pour répondre aux besoins d'apprentissage des participants). Ainsi, l'auteur discute les stratégies de transmission de chaque contenu des trois MOOC qui peuvent être utilisées pour chacun de ces facteurs.

### 3.2.2 Le contenu véhiculé par les MOOC en tant qu'objet de recherche à part entière

**Une diversité d'objets de recherche**

Avant de nous focaliser sur la question du contenu en tant qu'objet de recherche, nous donnons un aperçu des objets de recherche récurrents dans les recherches antérieures sur les MOOC. Dans les 76 articles empiriques sélectionnés, quatre catégories d'objets recherche sont identifiées : les processus d'apprentissage, les prédicteurs de la rétention, les expériences d'apprentissage et le design

La catégorie du processus d'apprentissage est la plus présentée (38,96%), suivie de la conception des MOOC (23,38%), de l'expérience d'apprentissage (20,78%) et prédicteurs de rétention (16,88%) (figure 5).

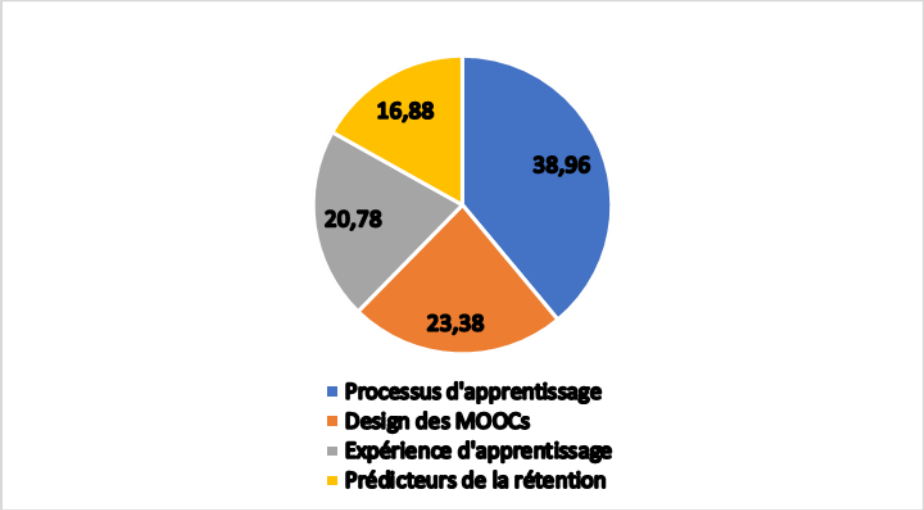



**Figure 5.** Distribution des objets de recherches dans les recherches sur les MOOC

*Analyse des processus d'apprentissage :* deux sous catégories d'objets de recherche peuvent être identifiées, en ce qui concerne les processus d'apprentissage : les facteurs déterminants l'apprentissage et les interactions dans les MOOC. Les questions de recherche qui portent sur les facteurs déterminants l'apprentissage incluent, par exemple, la manière dont les participants autorégulent leurs apprentissage (Alario-Hoyos, Estévez-Ayres, Pérez-Sanagustín, Kloos et Fernández-Panadero, 2017 ; Jézégou , 2015 ; Littlejohn, Hood, Milligan et Mustain, 2016 ;

Milligan et Littlejohn, 2016), les motivations des gens à participer ou à apprendre dans un MOOC (Deshpande et Chukhlomin, 2017 ; Milligan et Littlejohn, 2017 ; Rieber, 2017 ; Shapiro et al., 2017 ; Stich et Reeves, 2017), le comportement de l'apprenant au sein du MOOC (Arora et al., 2017 ; de Lima et Zorrilla, 2017 ; Kahan et al., 2017; Yang et Su, 2017) ou encore l'influence des outils pédagogiques et techniques sur l'apprentissage (Costley et Lange, 2017 ; Kop et Carroll, 2011 ; Liu et al., 2016 ; Temperman et al., 2016 ; Toven-Lindsey, Rhoads et Lozano, 2015 ; Yang et Su, 2017 ; Zhang, 2016).

Les articles qui portent sur les interactions dans les MOOC investiguent les modes de discussion qui caractérisent la participation des apprenants dans les forums (Gillani et Eynon, 2014 ; Zhang, Skryabin et Song, 2016), les modes de communication que les apprenants privilégient : asynchrones ou synchrones (Li et al., 2016 ; Zhang, Peck et al., 2016), la relation entre différents niveaux d'interaction (tels que l'opération, l'orientation, la recherche de sens et l'innovation), les processus d'interactions entre utilisateurs et organisateurs dans le cas d'un cMOOC (Andersen et Ponti, 2014) ou encore les modes d'interactions et leurs rôles dans la co-construction des nouvelles connaissances (Arora et al., 2017 ; Kellogg et al., 2014).

*Analyse des prédicteurs de la rétention :* la préoccupation de la rétention des apprenants est très présente dans les recherches analysées. Ainsi, l'étude de Koutropoulos et al. (2012) examine l'évolution de la rétention et/ou de la participation (vs du décrochage) des apprenants à travers l'analyse de certains mots ou phrases émotionnelles (heureux, triste, frustré, je n'ai pas pu,…) issues des discussions qui ont eu lieu dans le MOOC MobiMooc, un MOOC centré autour de l'apprentissage mobile. Pour leur part, Cohen, Magen-Nagar (2016) et Greene et al. (2015) vérifient si les stratégies d'apprentissage et les niveaux d'orientation motivationnelle prévoient un niveau de réussite élevé. D'autres recherches ont visé à analyser la corrélation entre les caractéristiques des étudiants d'une part et la réussite dans les MOOC d'autre part (Engle et al., 2015 ; Firmin et al., 2014 ; Phan et al., 2016 ; Rohs et Ganz, 2015).

*Analyse de l'expérience d'apprentissage :* l'expérience de l'apprentissage via un MOOC est présente dans les recherches analysées selon deux orientations. La première interroge les effets de la formation via le MOOC sur l'acquisition des connaissances visées ainsi que la perception de l'apprentissage/enseignement au sein du MOOC (Adams et al., 2014 ; Gameel, 2017 ; Gil-Jaurena et al., 2017 ; Liu, Kang et al., 2014 ; Liyanagunawardena et al., 2015 ; Loizzo et Ertmer,

2016 ; Martschink, 2014) ou généralement la perception de la conception et le design du MOOC (Cho et Byun, 2017 ; Hew, 2016 ; Zutshi, O'Hare et Rodafinos, 2013) et la relation entre les styles d'apprentissage et les intentions de l'apprenant d'utiliser les MOOC (Chang, Hung et Lin, 2015). La seconde orientation consiste à interroger l'autoévaluation du progrès des apprenants et les différentes difficultés rencontrées dans les MOOC (Chen et Chen, 2015 ; Koutropoulos et al., 2012 ; Pundak et al., 2014).

*Analyse des types et des conditions de conception des MOOC :* en ce qui concerne la conception des MOOC, quatre sous catégories sont identifiées : évaluation dans les MOOC, efficacité d'intégration des MOOC dans l'enseignement traditionnel (ou classique), utilisation des outils technologiques dans les MOOC et pédagogies adoptées dans les MOOC. L'évaluation dans les MOOC comporte des questions de recherche portant sur les types d'évaluation dans les MOOC. Admiral et al. (2015) étudient ainsi diverses formes d'évaluation au sein d'un MOOC. Plus spécifiquement, ces auteurs interrogent la corrélation statistique entre des modalités d'évaluation (autoévaluation et évaluation par les pairs) d'une part et les scores des apprenants aux examens finaux d'autre part. Un seul article avait pour objectif d'examiner la faisabilité de l'utilisation des MOOC comme un environnement d'apprentissage dans des cours universitaires pour les étudiants de premier cycle. Cela a été examiné à travers quatre aspects : a) la portée de l'activité des élèves, b) l'intensité de l'apprentissage des élèves, c) la progression de l'apprenant au cours de la formation en ligne et d) les attitudes des élèves (Soffer et Cohen, 2015).

La sous-catégorie « utilisation des outils technologiques dans les MOOC » comprend des questions autour de la fréquence d'utilisation des éléments de la plateforme (Martschink, 2014) et les styles d'observation des vidéos à savoir : est ce que les discussions ont lieu tout en regardant les vidéos ou après ? Est-ce que des groupes d'apprenants ont en effet tendance à regarder des vidéos de manière asynchrone ou synchrone ? Les interrogations portent également sur si les différences dans les styles d'observation des vidéos conduisent à une dissimilitude dans le degré d'interactivité avec les vidéos (Li et al., 2014).

La sous-catégorie « pédagogie adoptées dans les MOOC» inclut des questions de recherche centrées plutôt sur l'enseignant et sa pratique. En effet, ces recherches interrogent la manière dont l'instructeur conçoit, développe et livre le MOOC (Najafi et al., 2015), la manière dont

l'instructeur établit une présence sociale et suscite des dissonances cognitive, affective et comportementale pour faciliter le changement des attitudes des apprenants autour de la question de « human trafficking » (Watson, Watson, Richardson et Loizzo, 2016). Quant à Perna et al. (2014), s'interrogent si les apprenants progressent à travers un cours de manière séquentielle, dans l'ordre déterminé par le responsable du cours, ou selon leur propre intérêt.

Les processus d'apprentissage constituent donc une préoccupation importante pour les chercheurs sur les MOOC. Le petit nombre de recherches se focalisant sur l'évaluation des apprentissages dans les MOOC étudient les modalités et technologies utilisées pour l'évaluation dans les MOOC. De même, très peu nombreuses sont les recherches trouvées sur l'intégration des MOOC dans un cours traditionnel (blended MOOC dans un environnement de face à face). Il est également à noter une pénurie de recherches examinant les contenus en relation avec les expériences vécues par les enseignants, comme le notent Veletsianos et Shepherdson (2016).

**Méthodes de collection et d'analyse de données**

La figure 6 montre la répartition des études pour chaque méthodologie. On constate que les méthodes quantitatives sont les plus utilisées (56,58%) suivies des méthodes qualitatives (27,63%) et des méthodes mixtes (15,79%).

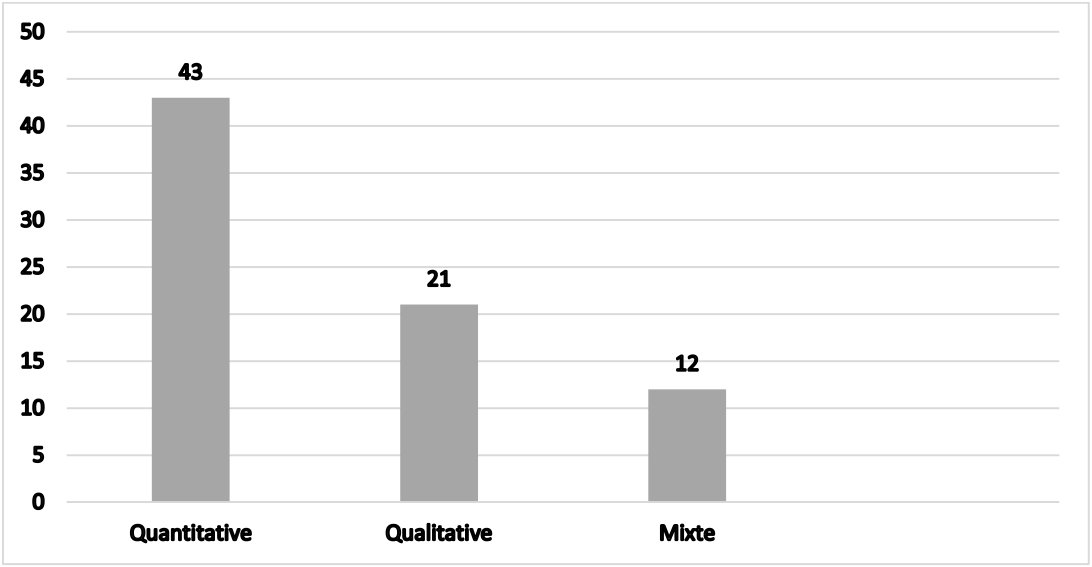



**Figure 6.** Distribution des méthodologies dans les recherches sur les MOOC

Les résultats concernant les méthodologies de recherche utilisées ont la même tendance que les résultats précédents de l'étude menée par Zhu et al (2015), qui ont indiqué que la plupart des études ont adopté des méthodes de recherche quantitative suivies de méthodes de recherche mixtes et qualitatives. Les chercheurs se sont majoritairement focalisés sur les questionnaires (42) (figure 7), ce qui correspond aux résultats des études de Raffaghelli et al (2015) et Zhu, Sari et Lee (2018). Le questionnaire est généralement adopté par les chercheurs pour étudier les activités des apprenants et leurs expériences dans les MOOC. La deuxième méthode prépondérante est les traces d'activités ou Learning Analytics (28), qui servaient à analyser la co-création du contenu par les apprenants, les stratégies adoptées par les instructeurs du MOOC pour enseigner le contenu et les interactions qui se tissent entre les différents participants des MOOC. La troisième méthode de collection de données fréquemment utilisée est l'entretien (21), qui est généralement utilisé pour compléter les questionnaires. L'ethnographie virtuelle (4) et l'enquête narrative (1) sont les méthodes de collection les moins adoptées dans ces recherches.

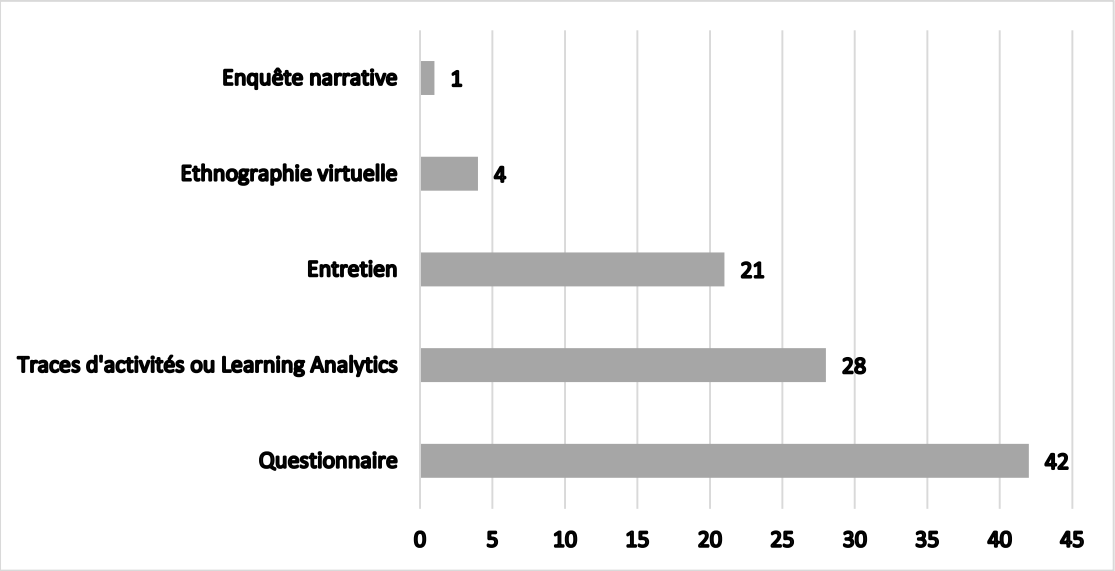



**Figure 7.** Distribution des méthodes de collection de données

**Une étude peut adopter plus qu'une méthode de collection de données. Nous notons queles traces d'activités font référence à l'analyse et au reporting des données (et leurs contextes) issues de fichiers SQL, Quiz, fichiers journaux, forum de discussion, etc.*

Les statistiques descriptives étaient les méthodes de traitement des données les plus fréquemment utilisées suivies de l'analyse thématique et l'analyse des discours. Ce résultat est en harmonie avec d'autres revues antérieures. Par exemple, Veletsianos et Shepherdson (2016) et Zhu et al (2018) ont énoncé que les statistiques descriptives étaient rapportées dans presque tous les articles qu'ils ont examinés. Les autres méthodes (phénoménologie, analyse des réseaux sociaux, théorie ancrée, analyse psychométrique et l'opinion mining (sentiment analysis) ont été faiblement utilisées (figure 8).

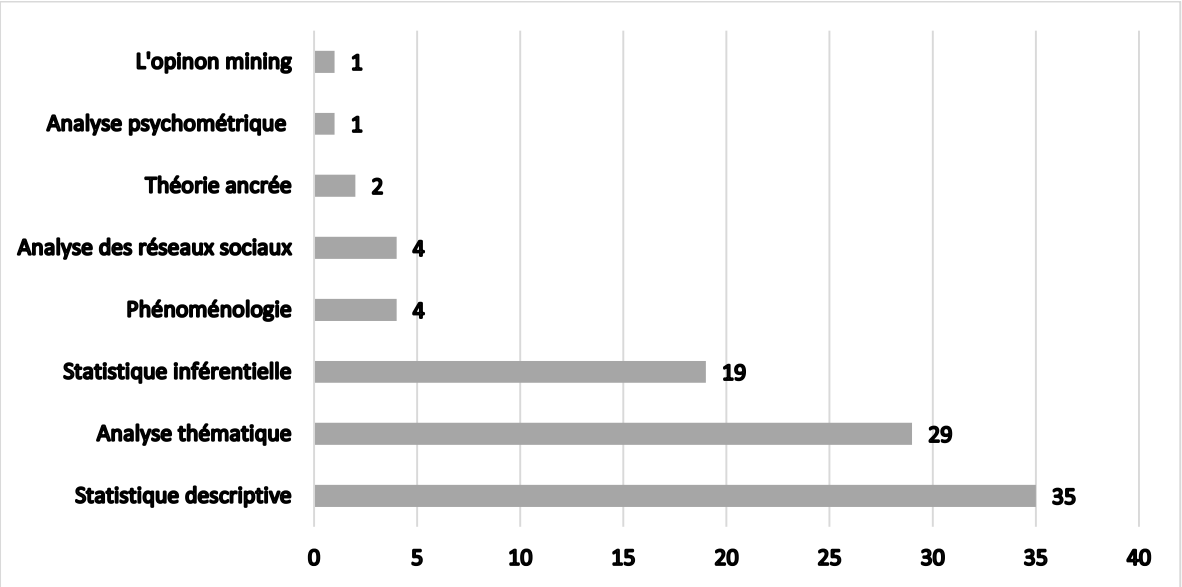



**Figure 8.** Traitements de données adoptés par les recherches analysées

## Cadres conceptuels pour l'analyse du contenu véhiculé par les MOOC

On peut observer l'intérêt accordé à la question du contenu dans la recherche sur les MOOC en regardant du côté des cadres conceptuels mobilisés. En effet, Pour répondre aux multiples questions de recherche mentionnées précédemment, une variété de cadres conceptuels a été adoptée dans ces études empiriques. La moitié des articles (41/76) adoptent des cadres conceptuels dont 25 sont présentés de manière explicite et 16 sont identifiables à travers le texte. L'autre moitié des articles (35/76) n'énoncent pas de cadre. Le tableau 5[9] montre

[9] Les cadres conceptuels des autres 30 articles sont présentés dans le tableau 34 de l'annexe 1

également que la plupart des études de recherche ont utilisé un cadre ou une théorie (n=30). Une minorité d'études ont utilisé deux (n=5), trois (n=1) et quatre cadres ou théories (n=2). En outre, les cadres conceptuels ne prennent jamais en compte la spécificité du contenu véhiculé (mathématiques, sciences, technologie, littérature, etc.). Ils se réfèrent majoritairement aux théories de l'apprentissage tels que les stratégies d'autodirection de l'apprentissage et l'apprentissage social (Milligan et Littlejohn, 2016 ; Zhou 2016). En effet, seule l'étude de Gameel (2017) qui étudie les facteurs influençant la satisfaction à l'égard des MOOC a été cadrée par une théorie axée sur le contenu « l'apprentissage et l'enseignement indépendants (Moore, 1989) ». Cette théorie distingue trois types d'interaction : l'interaction apprenant-contenu qui est considérée comme cruciale pour l'apprentissage, car elle améliore la compréhension du contenu par les apprenants, l'interaction apprenant-apprenant et l'interaction apprenant-instructeur.

**Tableau 5.** Cadres conceptuels mobilisés

| Références | Cadre conceptuel mobilisé |
|---|---|
| (Andersen et Ponti, 2014) | -Social interaction in the learning process (Dysthe, 2001; Säljö, 2001).<br>-Zone of proximal development (Engeström, 1987)<br>-Mutual development (Andersen et Mørch, 2009). |
| (Chen et Chen, 2015) | -Self-determination theory (Ryan et Deci, 1985, 2002) |
| (Cohen et Magen-Nagar, 2016) | -Self-regulated learning (Pintrich, 2000) |
| (Gameel, 2017) | -The theory of independent learning and teaching (Moore, 1973) |
| (Jézégou, 2015) | -A social-cognitive approach of self-directed learning (Christopher, 2011 ; Jézégou, 2011, 2013 ; Square, 2003, 2010) |
| (Kellogg et al., 2014) | -Connectivist learning theory (Siemens, 2005)<br>-Classification of the process of network formation (Rivera, Soderstrom et Uzzi, 2010) |
| (Milligan et Littlejohn, 2016) | -Self-regulated learning (Zimmerman, 2000) |
| (Kizilcec et al., 2017 ; Littlejohn et al., 2016) | -Fundamentals of instructional design (Dick, Carey et Carey, 2009)<br>-Connectivist learning theory (Siemens, 2005)<br>-Self-directed learning (Barnard, Lan, To, Paton et Lai, 2009).<br>-Learner engagement (Andersen et Ponti, 2014 ; Milligan, Littlejohn et Margaryan, 2013) |

| | |
|---|---|
| (Phan et al., 2016) | -A framework for interaction and cognitive engagement in a connectivist learning environments (Wang, Chen et Anderson, 2014) |
| (Wang et al., 2016) | -Theory of self-determination (Ryan et Deci, 2002).<br>-Theory of planned behaviour (Ajzen et Madden, 1986). |

**Le contenu comme objet de recherche**

De ce qui précède, on peut affirmer qu'il y a bien des contenus véhiculés par les MOOC constatés ou inférés à travers les objectifs, les prérequis, les tâches, les scénarios pédagogiques, les ressources et rarement les stratégies utilisées pour véhiculer ce contenu. Ainsi, le contenu a souvent été placé en arrière-plan, dans le contexte de l'étude, avec d'autres composantes comme l'évaluation, la certification et les caractéristiques technologiques. Cependant, parmi les 76 études empiriques, 9 articles portaient sur le contenu du MOOC en tant qu'objet de recherche à part entière, ce qui signifie qu'au moins une question de recherche portait directement sur le contenu. Cela contraste fortement avec le peu de recherches qui considèrent le contenu en tant qu'objet de recherche en tant que tel. Parmi ces recherches on peut citer celle de Wise et al. (2017) qui posent le problème de la difficulté des apprenants à distinguer les forums de discussion dans un MOOC de statistiques entre posts en lien avec le contenu et posts sans lien avec le contenu visé par la formation. Les posts liés au contenu sont ceux qui cherchent/fournissent l'aide, l'information, ou les ressources directement liées au sujet de cours. Ceci inclut les posts qui demandent ou répondent à des questions liées au sujet, à des idées liées au sujet et à des commentaires sur les ressources externes. Les posts non liés au contenu, quant à eux, renvoient aux sujets logistiques et techniques. Wise et al. (2017) étudient ainsi les possibilités d'utilisation des caractéristiques linguistiques des posts pour les distinguer. Ils concluent que le modèle linguistique de classification distinguant les posts liés au contenu des posts non liés au contenu peut être généralisé pour d'autres cours de statistiques, cependant le modèle est considéré moins performant pour d'autres domaines. De même, l'étude d'Almatrafi et al (2018) vise à faciliter le rôle des formateurs dans les MOOC. Plus précisément, l'étude a examiné la possibilité d'élaborer un modèle permettant d'identifier les messages urgents dans les forums de discussion du MOOC. Les auteurs ont ensuite utilisé les métadonnées des caractéristiques linguistiques pour classer les messages et identifier ceux qui sont urgents (des

posts qui exigent une attention immédiate de la part des instructeurs). Ils ont conclu que ce modèle peut être utilisé par les instructeurs pour donner une priorité aux messages urgents.

Le contenu est également conçu comme objet de recherche par Andersen et Ponti (2014) qui étudient la co-création du contenu par les pairs dans les MOOC, dans le cadre d'une peer-to-peer university. En considérant l'apprentissage comme interaction sociale et comme zone proximale de développement et développement mutuel (Dysthe, 2001 ; Säljö, 2001 ; Siemens, 2008), ces auteurs s'interrogent sur comment les participants à un cours d'éducation ouvert interagissent et ce que cette interaction implique notamment en termes d'apprentissages. Enfin, Watson, Watson, Richardson et Loizzo (2016) caractérisent le rôle de concepteur et de facilitateur dans un MOOC, ainsi que l'expérience vécue au regard d'un contenu donné (trafic des êtres humains) et d'un objectif spécifique, celui de transformer l'attitude des participants par rapport à ce sujet. Ces auteurs caractérisent également l'expérience d'apprentissage des participants au regard de l'objectif de changement d'attitude. Selon ces auteurs, concevoir et faciliter en vue de transformer l'attitude des participants implique de mettre en place des stratégies de dissonance des composantes cognitives, affectives et comportementales de l'attitude. Ils examinent, en faisant le lien avec le contenu du MOOC Humain trafficking, les stratégies de conception et facilitation du MOOC pour changer les attitudes autour de trafic des êtres humains ainsi que les perceptions des apprenants des résultats d'apprentissage d'attitudes (général, cognitif, affectif, comportemental) dans le MOOC. De même, Watson, Watson, Janakiraman et Richardson (2017) ont examiné l'utilisation de la présence sociale, de la présence de l'enseignant et de la dissonance comportementale dans un MOOC sur un contenu spécifique (Animal Behaviour and Welfare). Du point de vue de l'apprenant, Kizilcec et al. (2017) ont exploré la manière dont les apprenants adoptent des stratégies d'apprentissage d'autorégulation pour interagir avec le contenu des cours. Les auteurs ont examiné cette manifestation des stratégies selon deux niveaux : 'level of individual transitions' (comme la révision d'une évaluation après avoir passé une évaluation) et 'per session activity' (comme le temps total consacré à la révision du contenu). Deshpande et Chukhlomin (2017) examinent l'impact de la navigation, l'apprentissage et le soutien, l'accessibilité, l'interactivité, la conception du cours, l'auto-évaluation, l'assimilation et le contenu sur la motivation des élèves à apprendre dans un MOOC. Ces auteurs indiquent que le contenu, l'accessibilité et l'interactivité influent sur la motivation des élèves à apprendre. En ce qui concerne le contenu,

les auteurs affirment que les développeurs du MOOC doivent offrir un contenu interactif afin de maintenir la motivation des étudiants à apprendre.

Veletsianos et al. (2015) ont identifié les facteurs qui ont façonné la manière dont les participants ont utilisé le contenu du MOOC. En se basant sur les interactions des apprenants dans les réseaux sociaux en dehors de la plateforme du MOOC, les auteurs ont établi que la façon dont les apprenants se sont emparés les vidéos du MOOC était déterminée par des facteurs personnels et environnementaux. La conception de chaque cours, de son côté, semble avoir un impact sur la façon dont les participants ont utilisé le contenu du MOOC. Selon les auteurs, les apprenants interagissent avec le contenu selon plusieurs modes (vidéo, transcription numérique) et selon différentes modalités (pause et relecture des vidéos, prise de notes et transcriptions imprimées).

Mais l'exemple le plus clair de la prise en compte du contenu comme objet de recherche est illustré par Kwak (2017). Cet auteur a analysé comment les instructeurs du MOOC enseignent l'écriture académique. Plus spécifiquement, l'étude du Kwak a examiné les différentes approches qui se manifestent dans les méthodes d'enseignement d'un contenu spécifique : l'écriture dans les MOOC. L'auteur a constaté que les MOOC d'écriture académique s'appuient sur un modèle traditionnel de transmission du contenu de l'écriture : la plupart de ces MOOC mettent encore l'accent sur l'éducation et l'apprentissage des structures textuelles (caractéristiques textuelles et formes) plutôt que sur une perspective plus large du langage écrit comme le contexte social (contextes plus larges de l'écriture, conscience critique). Le tableau 6 résume les différentes façons dont le contenu a été considéré comme un objet de recherche.

**Tableau 6.** Les recherches qui ont considéré le contenu comme objet de recherche

| Recherche | Exemple de questions ou objet de recherche portant sur un contenu |
|---|---|
| Almatrafi et al (2018) | Les caractéristiques linguistiques telles que la fréquence des termes et certaines métadonnées peuvent-elles identifier de manière fiable les messages urgents dans les forums de discussion du MOOC ? |
| Andersen et Ponti (2014) | Quels sont les processus d'interaction qui se produisent dans un cours en ligne ouvert ? |
| Deshpande et Chukhlomin, (2017) | L'étude examine comment le contenu, la navigation, l'apprentissage et le soutien, l'accessibilité, l'interactivité, l'auto- |

| | |
|---|---|
| | évaluation et la capacité d'apprentissage influent sur la motivation des élèves à apprendre dans un MOOC. |
| Kizilcec et al. (2017) | Comment les stratégies d'autorégulation se manifestent dans les interactions avec le contenu des cours ? |
| Kwak (2017) | Quelles sont les différentes approches d'enseignement de l'écriture dans les MOOC ? |
| Veletsianos et al. (2015) | Quelles sont les facteurs qui ont façonné la manière dont les participants ont utilisé le contenu du MOOC ? |
| Watson, Watson, Richardson et Loizzo (2016) | Comment un instructeur du MOOC établit la présence sociale, la présence de l'enseignant, la dissonance cognitive, la dissonance affective et la dissonance comportementale pour faciliter le changement d'attitude face à la question du trafic des humains |
| Watson, Watson, Janakiraman et Richardson (2017) | Comment un instructeur du MOOC établit la présence sociale, la présence de l'enseignant, la dissonance cognitive, la dissonance affective et la dissonance comportementale pour faciliter le changement d'attitude face à la question du comportement et du bien être des animaux ? |
| Wise et al. (2017) | Est-ce que les messages de départ des discussions centrées sur un contenu des MOOC de statistiques ont des caractéristiques linguistiques qui les distinguent des messages de départ des discussions qui ne sont pas liées au contenu ? |

# Chapitre 2 : Les traces des apprenants sur les MOOC

*Ce chapitre présente une revue de littérature sur l'évaluation dans les recherches sur les MOOC publiées entre janvier 2012 et janvier 2018. Il examine, plus spécifiquement, la manière dont les recherches antérieures prennent en compte la question de l'évaluation : est-elle mentionnée ou constituée comme objet de recherche à part entière ? De quelle évaluation traitent les recherches sur les MOOC ? Comment les recherches sur les MOOC mobilisent-elles les traces reconstituées en données de recherche pour rendre compte des apprentissages ?*

L'évaluation peut être considérée selon diverses visions : sociale, politique, pédagogique, etc. Elle est omniprésente en particulier dans le domaine des sciences de l'éducation. Plus particulièrement, elle occupe une place importante dans le processus d'apprentissage que ce soit en présentiel ou en environnements en ligne (Bey, 2013) à savoir les MOOC. Différentes définitions de l'évaluation ont été avancées. En effet, l'évaluation peut renvoyer à une mesure des acquis des apprenants et des valeurs, à l'aide des critères identifiés. L'évaluation peut également mesurer l'efficacité des pratiques d'enseignement en particulier et du système éducatif en général (Pair, 2005). En outre, l'évaluation est une activité qui porte sur des productions des apprenants ou sur les démarches adoptées pour la réalisation de ces productions. Elle est composée d'échanges entre des évaluateurs et des évalués (Durand et Martel, 2006). L'évaluation est définie par d'autres chercheurs en éducation (Delcambre, 2013) comme étant la collection d'information et leurs interprétations faites par des acteurs (enseignant, apprenant, établissement scolaire, système d'enseignement ou de formation, etc.) sur les performances identifiées. Delcambre (2013) distingue divers types d'évaluations selon des espaces institutionnels différents (enseignement, pilotage politique et la recherche). En effet, les évaluations à fonction didactique se focalisent sur la compréhension et la régulation du processus d'apprentissage et ayant pour but l'analyse de la manière dont l'apprenant organise une connaissance alors que les évaluations à visée institutionnelle (espace pilotage politique) se donnent pour objet de piloter le système éducatif à savoir comparer les apprenants au niveau national. Les évaluations à fonction prédictive (espace recherche) donnent une importance àla fonction prédictive (tests psychométriques qui permettent de déterminer les caractéristiques d'un individu en se référant à une norme : population de référence).

Etant donné que l'évaluation constitue un élément important dans la conception pédagogique d'un MOOC (Paton et al., 2018), il serait avantageux de s'interroger sur la manière dont elle est évoquée et analysée dans la recherche. L'objectif de cette section est donc d'explorer la littérature sur l'évaluation dans les MOOC afin d'en repérer non seulement les tendances et les lacunes de recherches mais également de proposer des pistes de recherches futures. Plus spécifiquement, elle vise à répondre à ces trois questions : 1) L'évaluation est-elle considérée comme objet de recherche à part entière ? 2) De quelle évaluation traitent les recherches analysées ? 3) Est-ce que ces recherches prennent en compte ou non le contenu enjeu de

l'évaluation ? Complémentairement, le texte interroge le recours aux traces dans les recherches sur les MOOC.

**Sélection des articles et analyse de données**

La démarche de sélection des articles consiste à identifier parmi les articles empiriques sur les MOOC, identifiés dans la partie précédente de la revue de littérature (chapitre 1), ceux qui traitent de l'évaluation : au moins une question de recherche doit porter sur l'évaluation. 8 articles sont ainsi identifiés comme centrés sur l'évaluation. Complémentairement, en cherchant dans les méthodologies de collection de données des 76 articles empiriques (log file, forum discussion, SQL file, blog pots, course syllabus, etc.), 24 articles ont été identifiés recourant aux traces des apprenants. En plus des articles empiriques, les dix-sept revues de littérature antérieures portant sur les MOOC sont également retenues afin d'y examiner la position de la question d'évaluation.

En plus des rubriques de la grille d'analyse présentée précédemment (questions de recherche, cadre conceptuel, méthodologie de collection de données, prise en compte du contenu), d'autres items ont été pris en compte. Ainsi les recherches portant sur l'évaluation ont fait l'objet d'une analyse en profondeur en indiquant pour chaque article, les questions de recherche, le cadre conceptuel en décrivant les concepts mobilisés et plus particulièrement les modalités d'évaluation et les liens entre question de recherche, cadre conceptuel, contenu et évaluation. De même, l'analyse des recherches recourant aux traces de données est menée en considérant (en plus des éléments de la grille), le contexte et le déroulement du recueil des données, la justification du recours par les auteurs aux traces comme type de données en investiguant les liens entre cadre d'analyse, question de recherche et traces de données.

# 1. L'évaluation des apprentissages dans les MOOC

## 1.1 L'évaluation des apprentissages dans les revues de littérature antérieures

Dans ces revues de littérature (RL), l'évaluation est différemment évoquée et les recherches recensées sur les MOOC constituent rarement l'évaluation comme objet de recherche à part entière (1 RL). Elle est repérée comme thème d'analyse explicite dans 6 RL, comme thème d'analyse implicite dans 4RL, comme critère de différenciation entre MOOC dans 4 RL et non repérée dans 2 RL. L'évaluation est mentionnée comme objet de recherche dans la revue de littérature de Davis, Chen, Hauffand et Houben (2018) examinant les stratégies d'apprentissages évolutives (incitant les apprenants à s'engager dans le processus d'apprentissage) qui ont fait l'objet d'évaluation dans les recherches empiriques analysées. Plus spécifiquement, ces auteurs se sont basés sur les travaux de Hattie's qui fournissent une vue d'ensemble des résultats traitant l'évaluation des stratégies d'apprentissages dans le cadre des classes traditionnelles, afin d'identifier les catégories de stratégies d'apprentissage adaptées aux environnements en ligne. Parmi ces catégories, trois ont été identifiées comme étant les plus prometteuses et qui incitent à s'engager efficacement dans les MOOC : l'apprentissage coopératif, la simulation & le jeu et les méthodes basées sur le multimédia interactif.

Ebben et Murphy (2014), Paton et al. (2018), Raffaghelli et al. (2015), Rolfe (2015), Yousef et al. (2014) et Zhu et al. (2018) identifient clairement l'évaluation comme un thème d'analyse. Ainsi, Yousef et al. (2014) repèrent trois types traités dans 5 parmi les 84 recherches qu'ils ont analysés (e-assessment, peer-assessment and self-assessment) mais sans préciser les types de questions de recherche posées. En fait, tant pour l'évaluation que pour les autres thèmes identifiés (concept, design, learning theories, case studies, business models, target groups et assessment), la RL de Yousef et al. (2014) se préoccupe peu de la dimension de recherche scientifique et privilégie la dimension conception (ingénierie). Les questions de recherches et les perspectives théoriques qui sous-tendent l'interrogation des types d'évaluations mentionnés ne sont pas mises en avant. Quant à Zhu et al. (2018), soulignent que l'évaluation est un thème de recherche moins investigué au même titre que la communauté d'apprentissage, le badge numérique et la qualité de conception des MOOC. Enfin, Paton et al. (2018) examinent l'évaluation dans les MOOC en discutant la pertinence des modalités d'évaluation et la

correspondance entre le type d'évaluation et la complétion dans les MOOC. La RL d'Ebben et Murphy (2014) souligne l'importance de l'évaluation en tant que critère de légitimation des modalités de formation (notamment en enseignement supérieur). Dans les recherches analysées dans cette RL, l'évaluation renvoie plus à des préoccupations d'accréditation (validité d'associer des crédits à un cours suivi sur un MOOC) qu'à celles des méthodologies qui sous-tendent les MOOC. Plus généralement, Ebben et Murphy (2014) identifient deux périodes dans lesquelles les recherches sur les MOOC ont été réalisées : d'une part, la période de connectivisme et de cMOOC - engagement et créativité (2009-2012) - et, d'autre part, la période xMOOC - analyse d'apprentissage, évaluation et discours critique (2012-2013). Dans la période 1, la recherche a privilégié l'expérimentation et l'investigation de l'efficacité des MOOC en matière d'apprentissage. Dans la période 2, la recherche non seulement s'est étendue à l'interrogation des présupposés pédagogiques des MOOC et leurs méthodologies mais aussi a commencé à documenter la manière dont les MOOC exploitent les traces des participants et évaluent les apprentissages des participants. L'évaluation apparaît donc comme un thème traité par les recherches de la période 2. Pour sa part, Rolfe (2015) note que la question de l'évaluation est centrale dans les 68 recherches qu'il a recensées qui portent sur la socio-équité dans les MOOC : si les MOOC sont en mesure de traverser les limites géographiques et d'atteindre un public massif, comment abordent-ils les problèmes d'égalité en matière d'apprentissage ouvert et d'évaluation ? Raffaghelli et al. (2015) dans leur exploration méthodologique des recherches sur les MOOC, soulignent que les données liées à l'évaluation ne sont pas privilégiées dans les méthodologies de recherche adoptées.

L'évaluation est également évoquée comme thème d'analyse implicite. Ainsi, dans la RL de Gašević et al. (2014), si l'évaluation n'est pas retenue comme thème d'analyse explicite, on peut néanmoins penser qu'elle est sous-entendue au moins dans trois thèmes identifiés « engagement et réussite en apprentissage », « conception de MOOC et curriculums », et « les critères de réussite ». En effet, parmi les sources des données pour documenter le thème « conception de MOOC et curriculums » il y a notamment « assessment data ». Ce thème renvoie à plusieurs recherches qui ont porté sur l'évaluation tant de l'apprentissage que du MOOC lui-même (educational quality, content delivery methods, MOOC design et learning conditions). Elle est également sous entendue dans la RL de Nortvig et Christiansen (2017) dans d'autres thèmes à savoir «la scénarisation pédagogique» et «la conception pédagogique» ou encore dans les

revues de littératures de Bozkurt et al. (2017) et Zawacki-Richter et al. (2018) dans les deux thèmes « conception pédagogique » et «la qualité des MOOC».

Enfin, l'évaluation est mentionnée comme critère ou caractéristique de différenciation dans 4 RL. L'évaluation est ainsi évoquée comme critère / caractéristique de différenciation entre différents modèles de MOOC : caractériser le modèle du MOOC (xMOOC vs cMOOC) ou une dimension particulière, comme l'ouverture du MOOC (Kennedy, 2014). L'évaluation est mentionnée dans les recherches analysées dans la RL de Jacoby (2014) en tant que l'un des caractères d'ouverture des MOOC. Ainsi, l'évaluation ouverte se réfère aux tâches publiées sans restriction d'utilisation ou de droits d'auteur via le MOOC, de sorte qu'elles sont disponibles pour tout utilisateur externe dans une perspective de valider des crédits ou de certification. L'évaluation est un facteur de rupture avec les processus d'évaluation traditionnels dans les universités qui sont strictement réglementées et où le financement des formations peut dépendre des taux de réussite. L'évaluation est également mentionnée dans le sens d'évaluation du MOOC lui-même en référence à un ensemble de critères. L'auteur cite à ce propos Conol (2013, p.11) proposant 12 dimensions[10] pour « mesurer » un MOOC. L'évaluation est aussi évoquée comme une caractéristique pour distinguer un modèle d'intégration MOOC / Classe. Ainsi, dans la RL d'Israel (2015), cinq modèles d'intégration de MOOC ont été analysés et le mixage MOOC/classe traditionnelle peut être conçu, entre autres, selon un modèle qui consiste à adopter un MOOC sans les évaluations qu'il fournit. Dans l'étude de Veletsianos et Shepherdson (2016), l'évaluation est évoquée comme caractéristique pour différencier des modèles de MOOC, pour énumérer des thèmes qui ont structuré d'autres revues de littérature (évaluation des écrits complexes, etc.), pour repérer une catégorie de recherche (la catégorie design-focused comprend les recherches sur les méthodes d'évaluation, description d'environnement d'apprentissage, etc.).

[10]The degree of openness, the scale of participation (massification), the amount of use of multimedia, the amount of communication, the extent to which collaboration is included, the type of learner pathway, the level of qualityassurance, the extent to which reflection is encouraged, the level of assessment, how informal or formal it is, autonomy, and diversity.

Le faible nombre de recherches qui constituent l'évaluation en tant qu'objet de recherche à part entière s'observe également à la lecture des recommandations en termes de pistes de recherche, peu nombreuses dans les différentes revues de littérature mentionnées. L'évaluation est ainsi mentionnée, dans la RL de Yousef et al. (2014) et Zawacki-Richter et al. (2018) à travers des modalités particulières : l'auto-évaluation et/ou l'évaluation par les pairs à prendre en compte dans les recherches à venir. La RL d'Ebben et Murphy (2014) souligne le besoin de recherches sur l'évaluation qui accompagnent les déplacements qu'opèrent les MOOC : des programmes par compétences, des problèmes d'authentification des participants, des difficultés liées aux modalités automatisables d'évaluation (QCM, les questions binaires oui ou non) et des outils permettant d'évaluer les écrits complexes (un essai par exemple). Les recommandations portent également sur les aspects méthodologiques. La RL de Raffaghelli et al. (2015) invite ainsi à renforcer les recherches qui utilisent les informations issues des processus d'évaluation des apprentissages (les différents types de traces).

L'évaluation est donc rarement mentionnée comme objet de recherche remarquable dans les recherches antérieures recensées par ces 17 revues de littérature. Ce qui nous amène, dans la suite, à élargir l'analyse en interrogeant l'évaluation comme objet de recherche dans les 76 recherches empiriques. 8 articles sont déterminés ainsi centrés sur l'évaluation (dans chaque article, au moins une question de recherche porte sur l'évaluation).

## 1.2 L'évaluation des apprentissages dans les recherches empiriques sélectionnées

L'examen de ces recherches est orienté par le triptyque contenu - type d'évaluation - type de traces produites. Les articles analysés sont distingués en deux ensembles selon qu'ils prennent en compte ou non le contenu dans la recherche. Un article étant considéré comme prenant en compte le contenu si au moins une question de recherche porte directement sur le contenu. Ainsi, six recherches portent sur les modalités d'évaluation sans faire de lien avec le contenu véhiculé dans les MOOC. En notant que l'évaluation est un problème central qui émerge dans la littérature sur les MOOC, Admiraal et al. (2015) étudient diverses formes d'évaluation. Plus spécifiquement, ces auteurs procèdent selon une approche quantitative interrogeant la corrélation statistique entre des modalités d'évaluation (autoévaluation et évaluation par les pairs) d'une part et scores des apprenants aux examens finaux, d'autre part. Trois MOOC sont

considérés dont l'acquisition des contenus est évaluée à l'aide de quatre types d'évaluations : quiz hebdomadaire, auto-évaluation, évaluation par les pairs et examen final. L'autoévaluation par les pairs concerne une tâche complexe consistant à produire un essai (une fiction) relevant des contenus mentionnés. Les apprenants ont été encouragés à préparer cette tâche avec l'utilisation d'informations disponibles dans l'environnement du cours (vidéo, syllabus, matériel de fond). Les auto-évaluations n'expliquent pas de façon significative la variance des résultats des examens finaux des apprenants. Cela amène les auteurs à conclure que les auto-évaluations pourraient ne pas être un moyen valable d'évaluer la performance des élèves dans les MOOC. Les auteurs soulignent la nécessité de reconceptualiser la question de l'évaluation au regard des particularités des MOOC (ampleur des données recueillies en fonction du nombre d'inscrits, diversité des inscrits et des outils utilisés). Ils suggèrent en particulier de penser l'évaluation en lien avec la spécificité du curriculum de formation. Dans ce sens, en notant que ces deux arguments théoriques contradictoires se présentent dans la littérature : les apprenants devraient être appariés avec des pairs ayant les mêmes capacités (de façon homogène) versus les apprenants devraient être appariés avec des pairs ayant des capacités différentes (hétérogènes), Huisman et al. (2018) examinent la corrélation entre la capacité des pairs évaluateurs des dissertations et la performance de leurs auteurs. La capacité des pairs évaluateurs était significativement liée à la performance des auteurs : plus la capacité de leurs pairs examinateurs est élevée, plus la performance des auteurs (sauf pour les auteurs de capacités de niveau inférieur) est élevée. Ce qui amène les auteurs à proposer comme une implication pour le design des MOOC, des suggestions aux auteurs de capacité de niveau inférieur et des formations sur l'utilisation de la rétroaction. Complémentairement, la qualité de la rétroaction fournie pourrait être également améliorée. Formanek et al. (2017) traitent de la correspondance entre l'évaluation par les pairs et l'apprentissage dans un MOOC. Plus spécifiquement, ces auteurs analysent comment la participation à l'évaluation par les pairs dans le MOOC prédit la réussite de l'apprenant. Cette étude pose également la question sur la validité et la fiabilité de cette évaluation par les pairs. La participation à la première activité évaluée par les pairs était le meilleur prédicteur d'achèvement pour l'ensemble du cours. En comparant l'évaluation établie par ces trois groupes : les pairs, les étudiants formés pour évaluer et les enseignants, les auteurs soulignent que les pairs évaluateurs se sont avérés plus sévères dans leurs évaluations que les enseignants. En outre, les évaluations établies par les étudiants qui ont été formés et les enseignants sont les plus fiables contrairement aux évaluations produites par les pairs.

Pour leur part, Poce (2015) et Gil-Jaurena et al. (2017) posent la question d'évaluation de la qualité du MOOC. En effet, Poce (2015) examine l'évaluation dans une visée un peu particulière. Cet auteur étudie la manière dont les apprenants s'approprient et mobilisent un modèle d'analyse pour évaluer les effets de l'enseignement et l'apprentissage via le MOOC. Le lien entre mobilisation dudit modèle d'analyse (et d'évaluation) et développement d'une approche critique qui pourrait être étendue à toute ressource en ligne est analysé. Le modèle d'évaluation consiste en quatre catégories inspirées du modèle d'évaluation des compétences de pensée critique de Newman, Webb et Cochrane (1997). Le contenu générique est évoqué à l'occasion de la définition des catégories d'évaluation : pertinence (clarté du contenu et de sa structure, clarté du langage, adéquation du contenu, durée des unités d'apprentissage, efficacité de la rétroaction, qualité et variété des ressources multimédias), démarche d'enseignement (organisation de la progression des apprentissages, prise en compte des difficultés, informations), évaluation critique (du contenu, des problèmes proposés, de la communication) et nouveauté (identification des points forts, des faiblesses et des voies d'évolution du cours). Gil-Jaurena et al. (2017) traite de l'évaluation de l'expérience acquise au cours de la deuxième série du MOOC «University of Distance Education (UNED)». Plus spécifiquement, ils examinent les méthodologies sous jacentes de la conception du MOOC, les aspects personnels et relationnels dans le MOOC ainsi que le soutien technologique et personnel. En se basant sur un questionnaire proposé aux étudiants inscrits dans ce MOOC, les résultats montrent que l'expérience globale du MOOC et ses différents outils ont été très appréciés par les apprenants (le contenu et son organisation, sa méthodologie de facilitation, le support et le soutien des facilitateurs).

Quant à Toven-Lindsey et al. (2015), ont exploré la gamme d'outils pédagogiques utilisés dans 24 MOOC afin de déterminer dans quelle mesure ces cours offrent aux étudiants des expériences d'apprentissage collaboratif et favorisent leur engagement. Ces auteurs mobilisent le modèle de Garrison, Anderson et Archer (2010) pour une « communauté d'enquête » dans des environnements d'apprentissage par ordinateur articulant le besoin de présence sociale, de présence cognitive et de présence pédagogique pour faciliter l'enquête critique et l'apprentissage collaboratif. En vue de caractériser la structure et la gamme des outils pédagogiques utilisés dans les 24 MOOC analysés, les auteurs examinent les différentes méthodes d'enseignement, complété des modules de cours sélectionnés, des examens et des

activités, des forums de discussion en ligne et d'autres composants collaboratifs. Différentes approches pédagogiques utilisées dans les différents cours ont été caractérisées en mobilisant quatre catégories (groupe objectiviste-individuel, groupe objectiviste, constructiviste, individuel et constructiviste). Les contenus sont mentionnés en filigrane de la correspondance entre cours (biologie, ingénierie chimique, statistique, économie, sociologie, etc.) et modalités d'évaluation (QCM, questions ouvertes, posts, etc.).

Deux recherches parmi les huit recherches centrées sur l'évaluation analysent les modalités d'évaluation dans les MOOC en faisant le lien avec les contenus enjeux de la formation (Ashton et Davies, 2015 ; Watson, Watson, Richardson et Loizzo, 2016). Ainsi, en examinant la correspondance entre autoévaluation du bonheur et la performance des apprenants ou leur perception du changement des attitudes, Watson, Watson, Richardson et Loizzo (2016) indiquent que l'auto-évaluation hebdomadaire des apprenants du « bonheur » est corrélée avec leurs performances de la perception du changement des attitudes (cognitives, affectives, comportements) quant au contenu du MOOC portant sur le bonheur. Ainsi, ces auteurs soulignent que l'auto-évaluation en tant que pratique réflexive permettent aux apprenants de s'engager dans un apprentissage comportemental à l'égard du sujet du cours, ce qui leur a permis d'acquérir des connaissances et des pratiques liées au bonheur. Ashton et Davies (2015) constatent ainsi que l'évaluation par les pairs est inhérente au MOOC en ce sens que le caractère ouvert de ce dispositif fait que les effectifs des inscrits sont très importants, ce qui rend impossible (pour les enseignants) de faire des retours d'évaluation à tous les inscrits. D'où la nécessité d'accompagner l'évaluation par les pairs par un système de soutien pour en augmenter la validité et la fiabilité (Andrade, 2005 ; Smith, Cooper et Lancaster, 2002). Un tel système de soutien vise ainsi à augmenter la probabilité de donner et recevoir des commentaires utiles par les étudiants d'un MOOC. Ces auteurs étudient les effets de l'utilisation d'une grille d'évaluation guidée de l'écriture de leurs collègues. L'hypothèse selon laquelle la formation des élèves à évaluer améliorerait leur capacité à fournir une rétroaction de qualité est testée en menant une analyse factorielle multivariée. Il s'agit alors de déterminer les différences dans les évaluations faites par les élèves qui ont reçu des conseils sur l'utilisation d'une rubrique de notation et ceux qui ne l'ont pas fait. La grille d'évaluation par les pairs est créée grâce à la consultation, par entretiens, de sept experts en écriture (agents littéraires, des rédacteurs et des écrivains dans le domaine de la science-fiction et de la fantaisie). La grille utilisée dans l'étude est réduite à cinq

éléments centrés sur les processus plutôt que sur les résultats d'écriture (vue d'ensemble de l'écrit, variation des phrases, orthographe ou forme). Cette étude met en évidence que la grille d'évaluation guidée améliore la précision des évaluations faites par les apprenants. Elle illustre également la démarche de construction du processus d'évaluation de manière spécifique à un contenu (production d'un essai, une fiction), ce qui est souvent implicite dans les recherches sur l'évaluation des apprentissages via les MOOC. Les deux tableaux ci-dessous résument les différentes manières dont l'évaluation a été interrogée comme objet de recherche dans les 8 recherches portant sur l'évaluation.

**Tableau 7.** Recherches centrées sur l'évaluation en faisant le lien avec le contenu véhiculé

| Recherche | Exemple d'objet de recherche centré sur l'évaluation |
|---|---|
| Ashton et Davies (2015) | Analyser les effets de l'utilisation d'une grille d'évaluation guidée de l'écriture par les pairs |
| Watson, Watson, Yu et al. (2016) | Examiner la correspondance entre l'autoévaluation du bonheur et la performance des apprenants ou leur perception du changement des attitudes |

**Tableau 8.** Recherches centrées sur l'évaluation en ne faisant pas le lien avec le contenu véhiculé

| Recherche | Exemple d'objet de recherche centré sur l'évaluation |
|---|---|
| Admiral et al. (2015) | Interroger la corrélation statistique entre des modalités d'évaluation (autoévaluation et évaluation par les pairs) d'une part et scores des apprenants aux examens finaux, d'autre part. |
| Formanek et al. (2017) | Analyser l'effet de la participation à un devoir évalué par les pairs dans le MOOC sur la réussite de l'apprenant |
| Huisman et al. (2018) | Examiner la corrélation entre la capacité des pairs évaluateurs des dissertations et la performance de leurs auteurs |
| Gil-Jaurena et al. (2017) | Evaluer les méthodologies sous jacentes de la conception du MOOC, les aspects personnels et relationnels dans le MOOC ainsi que le soutien technologique et personnel |
| Poce (2015) | Evaluer la qualité du MOOC (pertinence et clarté du contenu, clarté du langage, adéquation du contenu, durée des unités d'apprentissage, efficacité de la rétroaction, etc.) |
| Toven-Lindsey et al. (2015) | Explorer des outils pédagogiques utilisés (l'évaluation est un élément parmi ces outils) dans 24 MOOC afin de déterminer dans quelle mesure ces cours offrent aux étudiants des expériences d'apprentissage collaboratives |

## 1.3 Les traces des apprenants reconstruites en données de recherche

Deux constats motivent l'analyse de reconstruction des traces en données dans les recherches sur les MOOC. D'une part, la conception de nombreux MOOC étudiés prend en compte l'évaluation des apprentissages au même titre que le contenu, les interactions et les autres modalités pédagogiques. Les plateformes supportant ces MOOC rivalisent alors en termes de fonctionnalités censées permettre de garder des traces de cheminement et de réalisations des apprenants. D'autre part, ces traces produites dans une perspective évaluative sont souvent reconstruites dans les recherches qualitatives ou quantitatives analysées comme des données en vue de répondre à diverses problématiques, sans que cela pose de questions particulières. La reconstruction des traces est interrogée ici en considérant, pour chaque recherche analysée, la problématique dans laquelle s'inscrit la recherche, les recommandations pour les recherches futures et, surtout, le triptyque *cadre d'analyse*, *question de recherche* et *traces de données*.

Dix-huit recherches ont recouru aux traces sans faire de lien avec le contenu véhiculé (Arora et al., 2017 ; Cho et Byun, 2017 ; de Lima et Zorrilla, 2017 ; Firmin et al., 2016 ; Hew, 2016 ; Jiang et al., 2014 ; Kahan et al., 2017 ; Kellogg et al., 2016 ; Li et al., 2016 ; Liu et al., 2016 ; Perna et al., 2014 ; Phan et al., 2016 ; Rieber, 2017 ; Soffer et Cohen, 2015 ; Walji et al., 2016 ; Wang et al., 2016 ; Watted et Barak, 2018 ; Zhang et al., 2016). A titre indicatif, seront présentés ici deux exemples d'études recourant aux traces de type données individuelles comme indicatrices de progression des apprenants en décrivant les questions de recherches, les cadres conceptuels et les types de traces utilisées pour répondre à différentes problématiques de recherche. Ainsi, Perna et al. (2014) étudient la rétention du point de vue des usages des participants et mettent en évidence des indicateurs qui prédisent leur progrès et leur achèvement du cours. Afin de mesurer la progression des étudiants, ces auteurs se basent sur le modèle d'Ashby (2004) qui permet de différencier les utilisateurs en ceux inscrits entre la date d'ouverture officielle du cours pour l'inscription et deux mois et ceux inscrits au plus une semaine après le début du cours. La progression (distinguée en séquentielle et sporadique) est alors mesurée en considérant des indicateurs intermédiaires : accès à un module, accès au premier module, accès au dernier module, participation à un quizz, participation au premier quizz, participation au dernier quizz. Afin d'examiner ces indicateurs de résultats et étapes de progression, les auteurs recourent aux traces de type données individuels : dates d'inscription, dates de dernier accès, téléchargements pour chaque vidéo, dates et notes pour chaque devoir,

etc. et traces de type métadonnées concernant les informations sur le syllabus. Les résultats montrent qu'une diminution est remarquée entre l'inscription à un cours et l'accès au premier cours, ce qui les laisse croire que l'accès au premier cours est un indicateur d'achèvement. Pour leur part, Phan et al. (2016) étudient les performances des participants au regard de leurs profils, motivations d'engagement et connaissances préalables dans le MOOC « Digital Storytelling ». Plus spécifiquement, ces auteurs interrogent les corrélations statistiques entre, d'une part, les profils d'engagement des apprenants (autorégulation) et leur connaissance préalable du contenu et, d'autre part, la performance des apprenants dans le MOOC « Digital Storytelling ». Ainsi, les auteurs recourent aux données qui comprennent les dossiers de soumission des apprenants sur les cinq tâches de cours ainsi que les notes des évaluations disponibles sur la plateforme Coursera.

Six recherches ayant recouru aux traces prennent en compte les contenus des MOOC. Par exemple, afin d'aider les enseignants ainsi que les apprenants à identifier facilement des posts pertinents liés au contenu de la matière, Wise et al. (2017) étudient le problème de surcharge et la sélection des informations pertinentes dans les forums de discussion dans les MOOC. Plus spécifiquement, ces auteurs étudient les possibilités d'utilisation de l'apprentissage automatique et le langage naturel pour distinguer les posts de discussion des forums liés au contenu et les posts non liés au contenu. En d'autres termes, les auteurs développent un modèle pour classer automatiquement les fils de discussion liés au cours et ceux qui ne le sont pas. Les posts liés au contenu incluent des posts qui demandent ou répondent à une question liée au sujet alors que les posts non liés au contenu renvoient aux sujets logistiques et techniques. Ainsi, les auteurs utilisent des traces du processus d'apprentissage de cinq MOOC dont les données sont issues des forums de discussion choisis arbitrairement à partir des MOOC des deux plateformes : Lagunita hébergeant les MOOC « Statistics in Medicine Statistical Learning, Your Body in the World » et Coursera hébergeant le MOOC « Introduction to Psychology as a Science ». Les traces combinent des données sur les posts (thread id; post id; post position in thread; post title and text; post creation data and time). Les résultats soulignent que le modèle linguistique de classification peut être généralisé pour d'autres cours de statistiques, cependant il est considéré moins performant pour d'autres domaines. De même, l'étude d'Almatrafi et al. (2018) vise à faciliter la navigation des instructeurs dans les MOOC en les aidant à identifier les messages jugés urgents dans les forums de discussion du MOOC

(des postes qui exigent une attention immédiate de la part des instructeurs). Ainsi, ces auteurs ont utilisé les métadonnées des caractéristiques linguistiques (enquête linguistique et nombre de mots) pour classer les messages et identifier ceux qui sont urgents dans les forums du MOOC. Ils ont conclu que ce modèle peut être utilisé par les instructeurs pour accorder la priorité aux messages urgents.

Pour leur part, Andersen et Ponti (2014) examinent la co-création du contenu par les pairs dans les MOOC, dans le cadre d'une peer-to-peer university (P2PU). Ces auteurs procèdent selon la méthode d'ethnographie virtuelle pour analyser les processus d'apprentissage qui se produisent dans le cours de programmation JavaScript administré par P2PU. Les auteurs examinent les extraits des fils de discussion dans le MOOC étudié et analysent les données recueillies en identifiant deux processus d'interactions : « l'identification des problèmes » où les participants discutent de leurs problèmes dans le cours de JavaScript et « la co-création des tâches » où les utilisateurs et les organisateurs du MOOC essayent de discuter ensemble l'élaboration des tâches. Une certaine liberté de création de tâches a été identifiée comme une opportunité observée dans le MOOC. Cependant les différences remarquées dans les niveaux des utilisateurs (expérimentés et novices) créent une tension concernant le processus de création des tâches.

Pour leur part, Watson, Watson, Richardson et Loizzo (2016) caractérisent le rôle du concepteur et du facilitateur d'un MOOC ainsi que l'expérience vécue au regard du contenu : trafic des êtres humains et d'un objectif spécifique : transformer l'attitude des participants par rapport au trafic des humains. De manière spécifique, ces auteurs examinent les stratégies de conception et de facilitation du MOOC pour changer les attitudes autour du« trafic des êtres humains ». Le MOOC étudié est sous-tendu par le postulat de la nécessité de mettre en place trois types de stratégies de dissonance : cognitive (axée sur la présentation de nouveaux savoirs qui favorisent l'attention de l'apprenant), affective (visant à provoquer un engagement émotionnel de l'apprenant) et comportementale (visant à favoriser l'attitude cible chez les apprenants). Les sources de données de cette étude recouvrent des questionnaires (enquête de satisfaction), des entretiens avec les concepteurs et instructeurs du MOOC ainsi que les traces d'apprentissage incluant notamment le contenu du syllabus du cours, les messages des apprenants et enseignants postés dans les forums de discussion et les blogs. De la même manière, Watson, Watson, Janakiraman et Richardson (2017) ont examiné l'utilisation de la

présence sociale, la présence de l'enseignant et la dissonance comportementale dans un MOOC sur un contenu spécifique (le comportement et le bien-être des animaux).

En se basant sur des données issues des vidéos de cours, le syllabus et les productions des apprenants, cet auteur a analysé comment les instructeurs du MOOC enseignent l'écriture. Plus spécifiquement, l'étude de Kwak (2017) examine les différentes approches d'enseignement d'un contenu spécifique : l'écriture dans les MOOC. Les résultats ont indiqué que les MOOC véhiculant le contenu d'écriture s'appuient généralement sur des modèles traditionnels de transmission : ces MOOC mettent l'accent sur l'enseignement et l'apprentissage des structures textuelles (caractéristiques textuelles et formes). Le tableau ci-dessous résume les différentes manières dont le contenu a été interrogé comme objet de recherche dans les études empiriques recourant aux traces de données.

**Tableau 9.** Recherches recourant aux traces qui considèrent le contenu comme objet de recherches

| Recherche | Exemple de questions de recherche portant sur un contenu |
|---|---|
| Almatrafi et al (2018) | Les caractéristiques linguistiques telles que la fréquence des termes et certaines métadonnées peuvent-elles identifier de manière fiable les messages urgents dans les forums de discussion du MOOC ? |
| Andersen et Ponti (2014) | Quels sont les processus d'interaction qui se produisent dans un cours en ligne ouvert ? |
| Kwak (2017) | Quelles sont les différentes approches d'enseignement de l'écriture dans les MOOC ? |
| Watson, Watson, Richardson et Loizzo (2016) | Comment un instructeur du MOOC établit la présence sociale, la présence de l'enseignant, la dissonance cognitive, la dissonance affective et la dissonance comportementale pour faciliter le changement d'attitude face à la question du trafic des humains |
| Watson, Watson, Janakiraman et Richardson (2017) | Comment un instructeur du MOOC établit la présence sociale, la présence de l'enseignant, la dissonance cognitive, la dissonance affective et la dissonance comportementale pour faciliter le changement d'attitude face à la question du comportement et du bien-être des animaux ? |
| Wise et al. (2017) | Est-ce que les messages de départ des discussions centrées sur un contenu des MOOC de statistiques ont des caractéristiques linguistiques qui les distinguent des messages de départ des discussions qui ne sont pas liées au contenu ? |

# 2. Discussion des résultats et conséquences de la revue de littérature

### 2.1.1 Tendances de recherches sur les MOOC

Les 93 études révèlent des tendances de recherche intéressantes sur les MOOC publiées entre janvier 2012 et janvier 2018. Ces études ont été publiées dans des revues à comité de lecture. Étonnamment, plus d'un quart des études ont été publiées dans la revue International Review of Research in Open and Distributed Learning (IRRODL). Contrairement à l'étude de Raffaghelli et al (2015), les revues de littérature sont très présentes dans cette étude (17 revues). Les résultats indiquent également que les questions de recherche ont essentiellement porté sur le processus d'apprentissage, suivie de la conception des MOOC, de l'expérience d'apprentissage et des prédicteurs de la rétention. Plus important encore, ce résultat est en accord avec d'autres études. Ainsi, par exemple, Raffaghelli et al. (2015) ont déclaré que les études se sont concentrées sur les processus d'apprentissage et les questions pédagogiques, l'impact des MOOC sur la pédagogie et les institutions éducatives.

Bien que les cadres conceptuels utilisés dans les études empiriques varient considérablement, ils sont demeurés axés sur les questions d'apprentissage. Les processus d'apprentissage constituent donc une préoccupation importante pour les chercheurs sur les MOOC. Une explication de ce constat pourrait résider dans le fait que les chercheurs se sont intéressés à deux phénomènes engendrés par le caractère d'ouverture d'un MOOC. D'une part, le minimum d'interaction directe entre le formateur et les apprenants, ce qui oblige ces derniers d'autoréguler leurs apprentissages au sein des MOOC. D'autre part, les interactions qui se font avec des pairs et avec des degrés d'expertise différents, notamment dans les cMOOC. Bien que le design des MOOC soit la deuxième question de recherche la plus fréquemment explorée, un petit nombre d'études évaluant comment l'apprentissage se produit dans les MOOC ont analysé les modalités et les technologies adoptées pour évaluer des MOOC. De même, très peu d'études ont évalué l'intégration des MOOC dans les cours traditionnels. Il convient également de mentionner que, comme Veletsianos et Shepherdson (2016) l'ont noté, il existe peu d'études examinant le contenu en relation avec les expériences des enseignants. En conséquence, les recherches futures peuvent envisager de mener des études sur les MOOC traitant d'une part, la manière

dont les MOOC ont été intégrés dans les cours traditionnels et d'autre part, des difficultés rencontrées par les enseignants lorsqu'ils conçoivent ou enseignent dans ces MOOC.

Les résultats indiquent également que la plupart des cadres adoptés dans les recherches empiriques mettent généralement l'accent sur les théories de l'apprentissage, en particulier les théories de l'apprentissage d'autorégulation et les théories de l'apprentissage social, ce qui est conforme aux conclusions de Bozkurt et al (2017) indiquant que les études sont encadrées par des théories axées sur la formation à distance et les communautés d'apprentissage en ligne. Enfin, les résultats ont révélé que plus de la moitié des études ont adopté des méthodes quantitatives. Par conséquent, les enquêtes ont été les méthodes de collecte de données les plus utilisées et les statistiques descriptives ont été les méthodes d'analyse de données les plus adoptées. Cette focalisation sur les méthodes de recherche quantitative s'explique par les opportunités offertes par les plateformes aux chercheurs pour accéder et étudier facilement la masse de données (Veletsianos et al., 2015).

### 2.1.2 L'évaluation et les traces dans les MOOC

Notre analyse montre que, de manière générale, l'évaluation est rarement mentionnée comme objet de recherche en tant que tel tant dans les articles empiriques que dans les dix-sept revues de littératures analysées. Premièrement, dans les revues de littératures examinées, l'évaluation est plutôt mentionnée comme un thème considéré à l'instar d'autres thèmes tels que les méthodes d'apprentissage et les caractéristiques d'ouverture et de massification. Deuxièmement, dans les recherches empiriques portant sur l'évaluation, deux orientations peuvent être distinguées : d'une part, l'évaluation concernée porte sur la qualité de la conception d'un MOOC (soutien technologique et personnel, pertinence et clarté du contenu et sa structure, clarté du langage et adéquation du contenu) ; d'autre part, la question porte sur la validité et la fiabilité d'une modalité d'évaluation (autoévaluation, évaluation par les pairs) et sa correspondance avec les performances des apprenants au sein du MOOC. De manière plus spécifique, lorsque l'évaluation est considérée comme objet de recherche, le lien est rarement fait avec le contenu enjeu de l'apprentissage. Des recherches sur l'évaluation sont donc à encourager, comme nous y invitent Raffaghelli et al. (2015). Les interrogations pourraient se centrer en particulier sur la pertinence et les effets des modalités d'évaluation dans les MOOC

(auto-évaluation, évaluation par les pairs, QCM, quizz, etc.) sur les performances, la motivation ou encore la satisfaction des apprenants.

### 2.1.3 Conséquences de la revue de littérature sur le contenu

En synthèse des recherches présentées dans ces deux chapitres, nous pouvons résumer et représenter les différentes manières de prise en compte du contenu comme montré dans la figure 9. Cette revue de littérature met en évidence que le contenu a été principalement défini en termes d'objectifs des MOOC (formulés en termes de savoirs et capacités à acquérir), de conditions préalables requises pour participer au MOOC, de scénario pédagogique et, rarement, de stratégies utilisées pour transmettre le contenu. En outre, le contenu a été défini en termes des connaissances, des compétences et des comportements à acquérir, des tâches d'apprentissage et des ressources des MOOC. Bien que le contenu puisse être un objet « relationnel » ou « transactionnel » (Fluckiger et Reuter, 2014), nous avons constaté qu'il n'a pas été défini, décrit ou même délimité en faisant référence aux espaces théoriques, aux disciplines de référence et aux sujets didactiques à savoir déduire de l'interaction entre l'étudiant et le MOOC, la manière dont il appréhende le contenu véhiculé (à savoir les concepts, les procédures et les comportements de la matière en question).

L'analyse des cadres conceptuels mobilisés révèle clairement une rareté d'études portant sur les contenus créés et transmis dans les MOOC. Bien que les cadres conceptuels utilisés dans les études empiriques soient axés sur les stratégies d'apprentissage (stratégies métacognitives et cognitives), ils ne sont pas liés au contenu en question. Parmi les recherches qui prennent en compte le contenu comme objet de recherche, une pénurie de recherche examinent le contenu d'une part, de point de vue de la conception de ses conditions de transmission (présentation, interaction avec le contenu et facilitation de sa transmission) ; et d'autre part, en interrogeant la correspondance entre le contenu (caractéristiques linguistiques du contenu, connaissances préexistantes, croyances et attitudes des participants) avec les caractéristiques du MOOC. Cependant, ces recherches ne prennent pas en compte explicitement les perspectives théoriques centrées sur la connaissance, par exemple, la modélisation de la structure disciplinaire d'un contenu ou les niveaux cognitifs requis pour apprendre un contenu à travers le MOOC (quelle structure de connaissance disciplinaire et quelles connaissances, compétences et aptitudes sont requises pour apprendre un contenu spécifique ?) (Svinicki, 2010). En outre, les difficultés

d'apprentissage concernant un contenu spécifique ne sont pas abordées. En effet, une seule recherche a identifié les différentes difficultés rencontrées par les participants pour appréhender les concepts abstraits de la programmation avec Javascript (Andersen et Ponti, 2014).

La figure 9 résume les différentes manières de prise en compte du contenu dans les 93 recherches analysées.

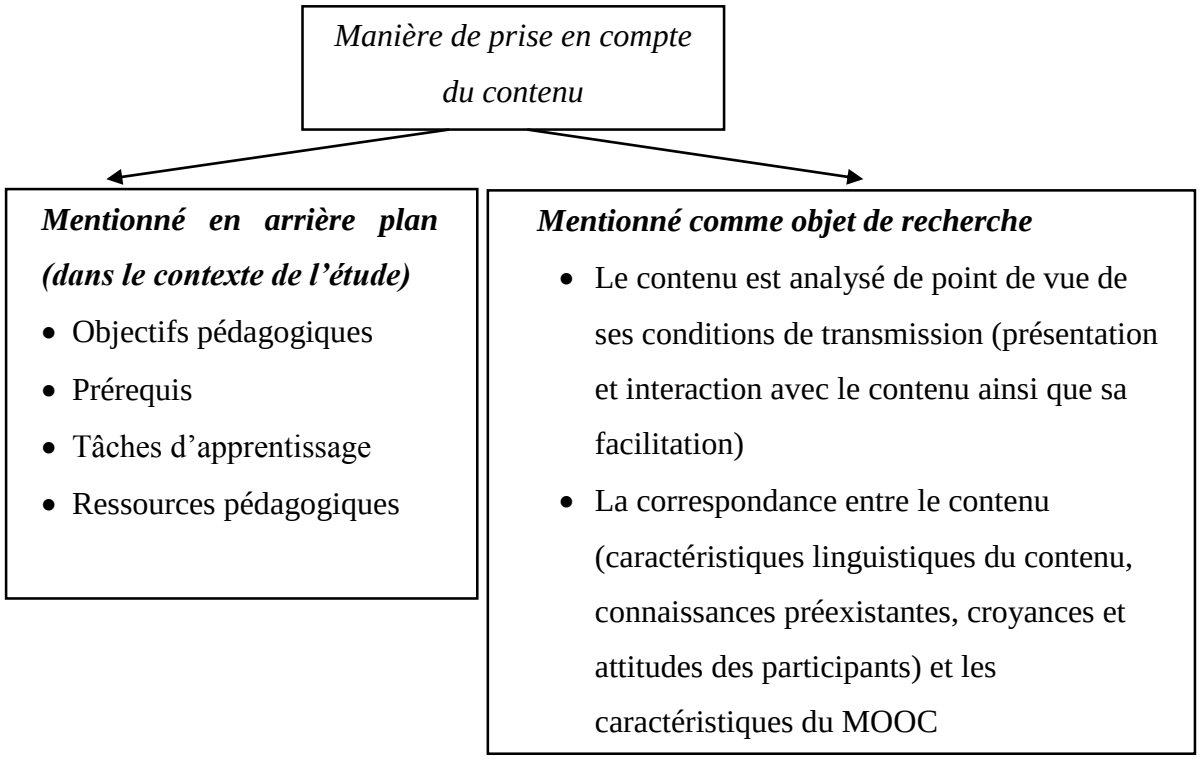



**Figure 9.** Les diverses manières de prise en compte du contenu

**Vers un cadre conceptuel centré sur le contenu**

Que ce soit dans les revues de littérature ou dans les articles empiriques présentés précédemment, nous remarquons que le contenu est peu investigué dans la recherche sur les MOOC. En particulier, la plupart des recherches sur les MOOC qui se focalisent sur les processus d'apprentissage portent souvent sur les déterminants de l'apprentissage et les interactions dans les MOOC. Plus spécifiquement, l'approche didactique, qui a reçu peu d'attention dans les études analysées, peut aider à définir le processus d'apprentissage et les facteurs qui l'influencent.

# Chapitre 3 : Contenu (algorithmique) et performance didactique

*Ce chapitre vise à préciser le cadrage théorique de notre travail de thèse. Nous présentons, d'abord, le MOOC en tant que dispositif didactique et les caractéristiques du contenu d'algorithmique en question. Nous précisons ensuite les dimensions d'analyse technique et subjective pour l'étude didactique du MOOC. Nous détaillons enfin le cadre didactique et ses indicateurs mobilisés pour examiner l'élaboration et la construction du contenu d'algorithmique.*

Notre travail s'inscrit dans une perspective didactique curriculaire (Lebeaume, 2000 ; Lebeaume, 2011 ; Martinand, 2012). Ce choix a été motivé par le fait qu'au travers du MOOC, nous interrogeons à la fois les contenus et leurs organisations mais également leurs cohérences par rapport aux visées de la formation considérée ici. Le point de vue didactique curriculaire mobilisé prend appui sur les recherches en didactique des disciplines (Daunay et Reuter, 2013 ; Fluckiger, 2015 ; Lebaume, 2000, 2011 ; Martinand, 1994c, 2006 ; Zaid, 2006, 2013). Ainsi, un MOOC sera étudié en tant que dispositif didactique dans le sens proposé par Zaid (2015, p.48). Les propriétés du dispositif MOOC représentent des objets ou des entrées pour l'étude didactique, alors que ses dimensions (technique et subjective) présentent diverses orientations pour situer les objets de recherche de l'étude didactique : l'élaboration et la construction des contenus. Dans cette thèse, nous allons nous focaliser sur une analyse du dispositif MOOC en privilégiant l'entrée par les contenus véhiculés (objet de notre recherche). Selon la dimension organisationnelle/technique, l'étude portera sur la manière dont les MOOC spécifient le contenu. Il s'agit d'interroger les liens entre le contenu et le média (MOOC). La dimension subjective/intersubjective orientera l'analyse de la construction de ce contenu par les apprenants. Ainsi, l'étude didactique prendra une orientation épistémique (Lebeaume, 2000 ; Lebeaume, 2011) et didactique et pédagogique (Martinand, 2012) pour étudier l'élaboration de contenu. La manière dont les apprenants construisent le contenu au sein du dispositif MOOC sera étudiée en se basant sur l'analyse des différentes performances didactiques (Zaid, 2015).

# 1. Le MOOC est un dispositif

## 1.1 Le MOOC en question

Dans l'étude des MOOC, la question sur le caractère « ouvert » (et « massif ») de la formation est centrale (Downes, 2011 ; McAuley, Stewart, Siemens et Cormier, 2010) en ce qu'il transforme la relation didactique à distance classique. Néanmoins, si le débat se centre plus sur les effets des MOOC sur les pratiques des institutions qui les adoptent et de leurs acteurs, l'interrogation des considérations didactiques et pédagogiques reste mineure (Chiappe-Laverde, Hine et Martínez-Silva, 2015). Karsenti (2013) constate, par exemple, que « *la littérature scientifique est, largement, techno-enthousiaste et peu critique à l'égard des défis que posent les MOOC* ». Il identifie deux tendances de recherche. D'une part, une tendance pro-MOOC qui affirme leurs avantages d'accès à l'apprentissage universitaire, la conciliation travail-formation, le développement de l'autonomie et la constitution de communautés d'apprentissage (Karsenti cite à ce propos les recherches de : Alario-Hoyos et al., 2013 ; Glance, Forsey et Riley, 2013 ; Hyman, 2012 ; Mackness et al., 2010 ; Schroeder et Levin, 2012 et Sonwalkar, 2013). D'autre part, une deuxième tendance de recherche qui nuance les effets « positifs », la qualité pédagogique des MOOC, la validité de l'évaluation, etc. (Karsenti cite à ce propos Cisel et Bruillard, 2012).

## 1.2 Le MOOC en tant que dispositif didactique

Un MOOC implique un contenu caractérisé par une intention didactique (une fonction dominante par exemple : enseignement, évaluation, apprentissage, etc.) et une composition caractérisée par des éléments constitutifs tels que les acteurs, les ressources, le contenu, les modalités d'évaluation, la démarche d'apprentissage/enseignement, les outils technologiques, les temps, les espaces, etc. (Zaid, 2017) (Figure 10). Un MOOC sera étudié alors en tant que dispositif didactique dans le sens proposé par Zaid (2017, p.48) : « *Un dispositif est, d'une part, un ensemble prescrit de composants hétérogènes agencés en réseau et considérés par des acteurs comme pertinents ou nécessaires pour réaliser une fonction dominante et satisfaire des finalités*. *Un dispositif est, d'autre part, ce même ensemble en cours d'actualisation, c'est-à-dire un agencement évolutif de composants, structuré par une dynamique entre ceux-ci dans une situation qui offre les ressources supposées pertinentes ou nécessaires pour réaliser une fonction dominante et des finalités et pour évoluer* ». Autrement dit, un dispositif est caractérisé par des éléments statiques, ce qui est désigné par la composition du dispositif (outils, acteurs, contenu,

…) et une situation dynamique désignée par l'évolution dans le temps de ces éléments statiques et leurs interactions.

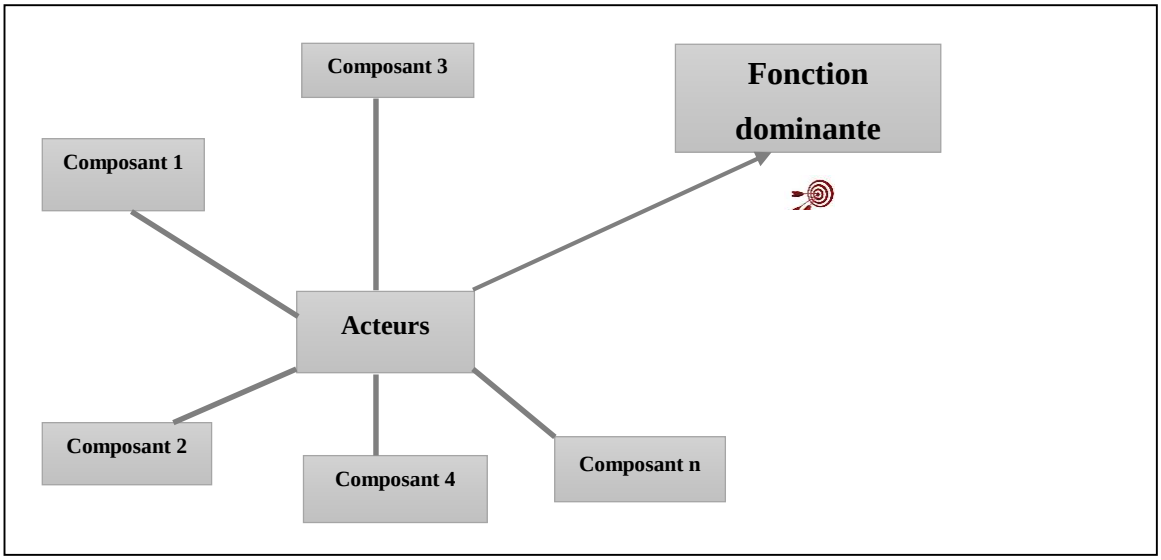



**Figure 10.** Dispositif MOOC

Ces différents composants hétérogènes (composant 1, 2,3,…n) peuvent inclure des acteurs, des artefacts matériels (plateforme, logiciel d'édition du code source, etc.), des ressources, des contenus (savoirs, savoirs faire, compétences) ou encore des modalités d'organisation d'activités ou d'évaluation. Un MOOC est donc peut être caractérisé par une fonction dominante, sa composition, un discours (le savoir est un élément de ce discours) qui le fonde ou qui en explicite ou manifeste le contenu et un contenu considéré comme composant central du MOOC.

# 2. Le contenu en question : l'algorithmique au premier cycle universitaire

## 2.1 Qu'est-ce qu'un contenu d'algorithmique

Etant donné que le contenu d'algorithmique constitue l'objet de l'étude didactique et l'élément central du dispositif MOOC, il est primordial d'aborder cet élément pour comprendre non seulement la manière dont le contenu est façonné par le MOOC mais également comment le contenu est construit par les étudiants au sein et en relation avec ce dispositif MOOC.

Notre perspective didactique nous amène à se focaliser sur le contenu et à appréhender les questions d'enseignement et d'apprentissage. Un contenu désigne d'une part, tout ce qui est objet d'enseignement et d'apprentissages, implicite ou explicite. Les contenus peuvent être aussi bien des savoirs ou des savoirs faire enseignés que des connaissances construites par les étudiants. Les contenus peuvent également renvoyer aussi bien à des valeurs à savoir enseigner de manière explicite ou implicite des distinctions entre ce qui est juste et ce qui est faux à l'école qu'aux gestes sociaux (par exemple trier des déchets). On distingue également des contenus décrits en termes des rapports à, par exemple, avoir une attitude distanciée aux mathématiques, ou le fait de devoir aimer les mathématiques (Delcambre, 2013). Un contenu peut être également considéré comme un objet d'étude qui subit une double construction (Fluckiger et Reuter, 2014) : en amont une élaboration social d'un contenu d'enseignement par transposition didactique des savoirs savants (Chevallard, 1985) ou par référence aux pratiques sociales de références (Martinand, 1986) ; en aval, une construction subjective/intersubjective du contenu par les apprenants.

Pour délimiter l'objet de l'étude didactique, précisons ce que nous entendons par un contenu en algorithmique. Nous décrivons dans cette section le contenu d'algorithmique identifié dans les recherches antérieures focalisées sur l'enseignement et l'apprentissage de l'algorithmique (Bey et Bensebaa, 2012 ; Briant, 2013 ; Cazes et Delacroix, 2011 ; Couderette, 2016 ; Derus et Ali, 2012 ; Gomes et Mendes, 2014 ; Guibert, Guittet et Girard, 2005 ; Haspekian et Nijimbere, 2012 ; Kaasbol, 2002 ; Knuth, 1998 ; Milne et Rowe, 2002 ; Modeste, 2012 ; Nguyen, 2005 Nijimbere, 2015). En effet, certaines de ces recherches mettent en évidence que l'algorithmique peut être perçue comme une composante de l'informatique (Nijimbere, 2015), comme nouvelle branche de l'informatique (Briant, 2013), comme l'informatique toute entière (Knuth, 1998) ou encore à

la frontière entre les mathématiques et l'informatique (Modeste, 2012). Elle recouvre deux types de concepts : ceux à la base de son contenu (programme, algorithme, structures de données, architecture et communication) et ceux qui sous-tendent ses procédures lors de la résolution de problèmes (la modélisation, la décomposition, la généralisation et la conception, l'écriture, le test, l'explication et le débogage des codes informatiques) (Nijimbere, 2015). En référence à différents auteurs qui se sont intéressés à l'enseignement et à l'apprentissage de l'algorithmique (Briant, 2013 ; Knuth, 1998 ; Modeste, 2012 ; Nguyen, 2005 ; Nijimbere, 2015), les principaux attributs de l'algorithmique peuvent être :

- Le problème : en effet, un algorithme résout un problème s'appliquant à une famille d'instances. Pour chaque instance appelée donnée d'entrée, le même algorithme donne une réponse à la question du problème appelée donnée de sortie ;
- Les données d'entrée et de sortie ;
- La séquentialité : les instructions sont exécutées les unes après les autres ;
- L'effectivité : un algorithme donné est effectif s'il donne toujours le résultat attendu (Nijimbere, 2015). Cet attribut est décrit par le fait qu'un algorithme agit sur des données finies, s'exécute en un nombre fini d'étapes et décrit des étapes non ambigües (c'est ce que Knuth appelle la précision).

Une définition opératoire de l'algorithmique peut être celle de Modeste (2012) qui synthétise les différents attributs évoqués précédemment : « *Un algorithme est une procédure de résolution de problème, s'appliquant à une famille d'instances du problème et produisant, en un nombre fini d'étapes constructives, effectives, non-ambigües et organisées, la réponse au problème pour toute instance de cette famille* ». L'accent sera mis ici sur l'algorithmique de base enseignée aux étudiants du premier cycle universitaire. Les structures de données présentées comme élémentaires dans les cours universitaires introductifs à l'informatique sont les listes, les tableaux, les piles, les files et les fichiers (Nguyen, 2005). Dans cette structure, la variable est une notion de base qui, du point de vue informatique, constitue une valeur (texte ou nombre) évolutive au cours du temps. Trois types d'instructions, à la base de la programmation structurée, peuvent être distingués : instructions de bases (affectation, lecture et écriture), instructions conditionnelles (branchements exprimés par une instruction conditionnelle) et instructions répétitives (l'itération qui consiste à répéter un groupe d'instructions ou boucles) (Haspekian et Nijimbere, 2012).

## 2.2 Difficultés de l'enseignement et l'apprentissage de l'algorithmique

L'algorithmique est une discipline théorique qui constitue un socle requis pour l'appropriation de tous les langages techniques de programmation, du coup un pas incontournable vers le développement de logiciels ou applications informatiques. Elle est également une matière difficile qui a souvent été source de problèmes pour les apprenants novices. Kaasbol (2002) montre que le taux d'échec ou d'abandon aux cours d'initiation à la programmation varie de 25% à 80% de part le monde. Cet échec trouve sa cause aussi bien dans l'aspect épistémique de la matière proprement dite que dans les stratégies adoptées pour l'enseignement. Ainsi, les apprenants se trouvent généralement démotivés et incapables de transférer les connaissances acquises (boucles, variables, conditions, etc.) pour faire face à de nouveaux problèmes rencontrés : manque de compétences, non enseignées, nécessaires en matière de résolution de problème, Winslow (1996) affirme que les apprenants peuvent connaitre la syntaxe et la sémantique des concepts mais ils ne savent pas comment les combiner pour avoir un programme.

L'enseignement et l'apprentissage de l'algorithmique posent différentes difficultés tant aux enseignants et aux apprenants. Ainsi, Gomes et Mendes (2014) considèrent que la nature abstraite et les caractéristiques de la programmation ainsi que les différentes syntaxes des langages utilisés sont créés spécialement pour les professionnels et non pas pour les apprenants, ce qui ne facilite pas la tâche d'apprentissage. Plus particulièrement, la notion de variable constitue une difficulté particulière en algorithmique. En effet, Nijimbere (2015) note que la recherche justifie la difficulté d'apprentissage d'une variable par des novices en informatiques par l'absence du concept de variable informatique dans leur passé cognitif et que si la variable mathématique est initialement connue chez les novices, la notion de variable informatique est nouvelle. Un autre aspect de cette même difficulté concerne les différents états d'une variable. La notion d'action élémentaire pose problèmes aux apprenants novices. Ainsi, Briant (2013) souligne la difficulté des élèves à comprendre ce qui est une action élémentaire et une action qui ne l'est pas. « Un élève d'une classe de seconde ne saura pas a priori ce qui est action élémentaire pour une machine et ce qui ne l'est pas. Si nous reprenons l'exemple du test de primalité d'un entier naturel, qu'est-ce qui laisse supposer que la machine 'sait' diviser un nombre par un autre et vérifier que le

résultat est entier [11]? A l'autre extrême, pourquoi la tâche 'vérifier si un entier est premier' ne serait-elle pas une opération élémentaire ? Pourquoi est-il nécessaire de trouver un algorithme pour cette opération ? En effet, si la connaissance des premiers nombres premiers est élémentaire pour un individu ayant quelques connaissances en mathématiques, elle ne l'est pas pour une machine ». Dans ce sens, Derus et Ali (2012) soulignent que la variable, le tableau multidimensionnel, la boucle et la fonction sont les notions que les apprenants trouvent difficiles à comprendre. En s'intéressant à un niveau complexe de la programmation : la programmation en orientée objet, Milne et Rowe (2002) montrent que les notions de pointeurs et de constructeur de copie s'avèrent les plus difficiles en programmation.

Autre difficulté que posent l'enseignement et l'apprentissage de l'algorithmique est la spécificité de la pensée algorithmique (Briant, 2013). Dans son ouvrage Architecture des machines et des systèmes informatiques, Cazes et Delacroix (2011) notent que l'ordinateur n'a aucune intelligence et que tout ce qu'il est capable de faire c'est d'exécuter ce que l'utilisateur a spécifié dans le programme. L'apprenant, pour résoudre un problème algorithmique, va devoir alors se décentrer de sa posture d'individu pour se placer dans la position de tenir compte de ce que « sait faire » la machine. En se référant aux travaux de Knuth (1998), Couderette (2016) note que l'affectation est l'une des notions les plus difficiles à comprendre en algorithmique. Cette notion fait référence à la notion de variable informatique qui désigne un emplacement mémoire et se distingue de la variable mathématique. Knuth constate que le signe = est considéré également comme présentant une difficulté et portant à confusion comme la notion de variable. Ce signe en mathématique signifie l'expression « est le résultat de », alors qu'en algorithmique il est utilisé dans les tests d'égalité.

## 2.3 Implications pour l'enseignement et l'apprentissage de l'algorithmique

Afin de comprendre le déroulement des algorithmes, Knuth (1998) propose aux apprenants d'exécuter à la main des algorithmes mobilisant surtout les instructions d'affectation ; c'est ce que Knuth appelle technique de traçage qui permet de décrire les valeurs des variables. Cet auteur

[11] L'ordinateur permet d'exécuter directement cette division sans le programmer

applique cette technique sur l'algorithme d'Euclide pour visualiser les valeurs des variables pour chaque étape et passage dans la boucle (Couderette, 2016). Dans ce sens, Mayer (1992) propose trois méthodes pour promouvoir le transfert d'habileté de résolution de problème d'algorithmique :

- Proposer des modèles conceptuels de l'ordinateur durant la formation ;
- Aider les étudiants pour acquérir les compétences cognitives de compréhension de procédures de l'algorithmique ;
- Il est connu que les étudiants novices passent trop de temps dans la phase de réalisation qui est pourtant la dernière phase dans le cycle de développement marginalisant ainsi les deux phases essentielles : analyse et conception. A cet effet, il est jugé nécessaire de développer des stratégies de résolution à savoir la décomposition du problème (Babori, Fassi, Hariri, Bideq, 2016 ; Babori, Fassi, Hariri, Bideq, Zaid, 2016).

Au regard de difficultés d'apprentissage de l'algorithmique, des environnements en ligne d'apprentissage de l'algorithmique basés sur l'usage de l'exemple et l'expérience ont été développés pour aider les apprenants à apprendre la conception d'algorithme. On cite par exemple l'outil « ALgoBox » qui permet de produire un pseudo code à partir d'un langage naturel, « Allogène » et « Easyalgo » des environnements d'apprentissages basés sur l'exemple. La faiblesse de ces derniers environnements réside essentiellement dans la difficulté de cerner tous les types d'exemples à étudier.

Bey et Bensebaa (2012) proposent une approche visant à décomposer les tâches complexes en tâches simples composées uniquement d'opérations de base à savoir une opération connue en algorithmique (ex : tri, recherche, …) et opérations élémentaires (ex : affectation). Guibert, Guittet et Girard (2005) ont construit l'environnement MELBA qui se base sur une approche sur l'exemple permettant d'appréhender le modèle du fonctionnement de l'ordinateur. On cite également des outils intégrés dans le cadre d'un MOOC, c'est le cas par exemple de l'outil CodeCast qui est intégré dans le navigateur et qui permet d'éditer et visualiser les variables ainsi que l'exécution pas à pas des programmes en langage C (Sharrock, Hamonic, Hiron et Carlier, 2017).

# 3. Dimensions technique et subjective du dispositif MOOC

Les propriétés des composants du dispositif MOOC (artefacts matériels, ressources, contenus, modalités d'organisation d'activités ou d'évaluation, etc.) sont analysables de point de vue didactique selon trois dimensions : institutionnelle/politique, technique et subjective/intersubjective.

Zaid (2017) souligne trois types de décisions pour élaborer un contenu en faisant référence à Martinand (2012) :

- La définition des choix politiques qui consiste à avancer les raisons institutionnelles de constituer un contenu ;
- La détermination des enjeux éducatifs qui consiste à analyser les missions politiques de ce contenu et les choix des références curriculaires ;
- L'élaboration didactique et pédagogique des activités d'apprentissage (tâches d'apprentissage, objectifs associés à des références).

Ces trois registres de problématisation dont deux relèvent de la *dimension institutionnelle* se réfèrent à Martinand (2012) seront retenus pour analyser les contenus selon une perspective didactique : les registres des définitions, des sélections et des élaborations curriculaires (ce registre relève plutôt de la dimension technique). Le premier registre renvoie au débat des enjeux qui doivent être endossés par des responsables politiques (en particulier les ministères). C'est dans ce registre où se posent des questions à savoir pourquoi enseigner un tel contenu à un tel groupe d'étudiants. Quant au registre des sélections, il renvoie aux questions de sélection des références sociotechniques, des activités et de l'organisation du contenu. Ainsi, selon la *dimension institutionnelle*, l'étude de l'élaboration du contenu véhiculé par un MOOC, en tant que dispositif didactique vise à analyser les missions politiques de contenu et les choix des pratiques sociotechniques de références des activités ainsi que leurs visées et leurs natures.

Selon une *dimension technique*, l'étude didactique d'un contenu consiste à interroger la relation entre sa composition (artefacts, contenu) et la rationalité qui le fonde c'est à dire sa fonction principale et le discours qui l'énonce et la légitime. Ainsi, l'étude didactique peut prendre, d'une

part, une orientation épistémique (Lebeaume, 2000 ; Lebeaume, 2011) qui consiste à caractériser les composantes d'un contenu et les processus mis en œuvre lors de l'élaboration d'un contenu. Les questions qui surgissent alors portent sur ce que vise à former le MOOC : quelles sont les visées éducatives du dispositif ? Le dispositif vise-t-il à former des connaissances, des compétences ou des expériences ? D'autre part, une orientation qui se focalise sur l'étude didactique et pédagogique des activités (Martinand, 2012) : Comment le contenu est découpé ? Quelle est la nature des activités proposées dans le contexte de MOOC ? Comment sont-t-elles organisées. Nous interrogeons également l'implication de la caractéristique de massification ainsi que les fonctionnalités du MOOC quant aux principes d'élaboration et transformation de ce contenu ?

Selon une *dimension subjective*, on peut étudier la dynamique didactique considérée comme un producteur de subjectivations (Agamben, 2007, p.42) et non pas comme une réalité objective et extérieure. Ainsi, un dispositif influence une action de l'acteur (apprenant) en ayant comme objectif de produire des transformations. Cette dynamique peut être examinée en interrogeant, le rôle médiateur du dispositif, ou de certains de ses composants (par exemple les autres acteurs impliqués dans le dispositif), au regard des contenus à construire chez l'apprenant. Etudier un dispositif selon la *dimension subjective/intersubjective* consiste à se focaliser plutôt sur des acteurs particuliers à savoir les points de vue des apprenants, des enseignants afin de déduire de leurs interactions, les différentes stratégies éducatives adoptées par les apprenants en relation avec le dispositif étudié.

Les propriétés du dispositif MOOC représentent des d'objets ou des entrées pour l'étude didactique, alors que ses dimensions (institutionnelle, technique et subjective) présentent diverses orientations pour situer les questions de l'étude didactique : élaboration et construction des contenus. Dans cette présente étude, nous allons nous focaliser sur une analyse du dispositif MOOC selon une entrée par les contenus véhiculés. Cette analyse est dirigée par deux orientations : une orientation technique pour étudier l'élaboration du contenu et une orientation subjective pour étudier la construction de ce contenu par les apprenants.

## 3.1 Dimension technique : interaction élaboration – fonctionnalités du MOOC

### 3.1.1 Penser l'interaction contenu – média

Cette interaction (contenu - média) a été traitée dans les recherches antérieures (Almatrafi et al., 2019 ; Bejaoui, Paquette, Basque et Henri , 2017 ; Chotel, 2017 ; Cisel et Leh, 2017 ; Wise et al., 2017). Toutefois, comme nous allons le montrer, il s'agit souvent d'études traitant globalement de la conception pédagogique d'un MOOC (Bejaoui, Paquette, Basque et Henri , 2017 ; Chotel, 2017 ; Cisel et Leh, 2017), la correspondance entre le contenu (caractéristiques linguistiques[12], attitudes des participants d'un MOOC) et les caractéristiques du MOOC en tant que support de transmission d'un contenu (Almatrafi et al., 2019 ; Wise et al., 2017). Cependant, ces recherches recourent à des cadres conceptuels en faisant rarement le lien avec le contenu véhiculé.

Deux études recourent au cadre conceptuel en considérant l'interaction entre les fonctionnalités du MOOC et le contenu (Almatrafi et al., 2018 ; Wise et al., 2017 ) et qui consiste en la sélection des informations pertinentes dans les forums de discussion et éviter toute surcharge cognitive des enseignants. Ainsi, Wise et al. (2017) mobilisent en se référant aux travaux de Stump, DeBoer, Whittinghill et Breslow (2013), le cadre d'analyse qui définit les critères pour différencier les posts et les fils de discussion des MOOC en posts liés au contenu et posts non liés au contenu. De même, l'étude d'Almatrafi et al (2018) vise à faciliter le rôle des instructeurs dans les MOOC en les aidant à naviguer dans les posts des apprenants dans les forums de discussion du MOOC d'une manière plus efficace. Plus spécifiquement, l'étude a examiné la possibilité d'élaborer un modèle permettant d'identifier dans les forums de discussion, les messages urgents : messages exigeant une attention immédiate des instructeurs.

L'étude de Chotel (2017) se focalise dans un premier lieu sur l'interaction média - contenu. Plus spécifiquement, en soulignant que la dimension massive des MOOC de langues constitue un vrai défi quant à la conception pédagogique (interactions, correction, évaluation, etc.), Chotel (2017)

[12] Analyse linguistique du texte à partir de différentes dimensions. Il mesure le sens social et psychologique de mots tels que les émotions, l'attention et la pensée cognitive exprimés dans le texte.

analyse la conception pédagogique d'un LMOOC (MOOC de langue) en tenant compte de la massivité. Cet auteur mobilise des modèles existants pour la conception pédagogique en Apprentissage des Langues Assisté par Ordinateur (Mangenot, 2015 ; Nissen, 2014 ; Oliver et Herrington, 2001) en s'appuyant sur six dimensions pour analyser la massivité dans un LMOOC : le scénario pédagogique, composé des activités pédagogiques et du scénario de communication, les ressources, les aides, l'évaluation et les artefacts techniques. Les points forts en termes de gestion de la massivité sont les tâches, les ressources et les artefacts techniques.

Bejaoui, Paquette, Basque et Henri (2017) fournissent un cadre d'analyse de la personnalisation de l'apprentissage dans les MOOC sans préciser le rôle médiateur du dispositif ou les acteurs quant au contenu à construire chez les apprenants ou encore comment ces derniers le construisent au sein du dispositif. Plus précisément, ce cadre propose une adaptation des composants du MOOC (plateformes, ordonnancement des activités d'apprentissage, etc.), les compétences visées dans les MOOC et le mode de collaboration entre les apprenants. En se basant sur des concepts de la pédagogie ouverte (Paquette, 1992) laissant plus de liberté à l'apprenant dans sa démarche d'apprentissage, la méthode d'ingénierie des systèmes d'apprentissage MISA (Paquette, 2002a) et des ontologies en tant qu'outils pour la personnalisation et la modélisation des environnements numériques, les adaptations sont menées dans le média afin de répondre aux différents besoins et préférences des apprenants. Ces adaptations sont déclinées en trois types : une adaptation externe opérée par un système tutoriel intelligent ou un acteur externe, une adaptation interne relative à l'apprenant et opérée par un environnement personnel d'apprentissage et une adaptation hybride combinant les deux premières.

Dans ce sens, Cisel et Leh (2017) examinent jusqu'à quel point les concepteurs pédagogiques des MOOC de la plateforme France Université Numérique (FUN) adaptent leur cours en tenant compte du caractère massif du public concerné. En mobilisant le concept de barrière épistémique, ces auteurs examinent également l'impact des stratégies de conception sur le taux de réussite. Trois types de barrières ont été distingués : barrière situationnelle (Garland, 1992, p. 124) qui renvoient aux circonstances particulières de la vie de l'individu à savoir le manque de soutien de la part des pairs ou de la famille ou encore l'environnement de travail peu adéquat à l'apprentissage. Ensuite, la barrière institutionnelle (Garland, 1992, p. 126) qui est liée aux différents défauts de l'équipe pédagogique ou de l'établissement en général. Enfin, la barrière épistémique qui est liée au contenu du cours (difficulté intrinsèque à la discipline, manque de

maîtrise des prérequis, décalage entre les attentes en matière de contenu et l'offre de cours, etc.) constitue un facteur déterminant qui peut justifier l'abandon des apprenants.

### 3.1.2 Elaboration du contenu : point de vue didactique

Nous concluons que la spécificité d'un contenu ou la manière dont il est transformé est loin d'être cadrée par des théories faisant le lien avec le contenu véhiculé et que même si peu de cadres mobilisés se sont focalisés sur le contenu en interrogeant, par exemple, la barrière épistémique (Cisel et Leh, 2017), ils ne tiennent pas compte explicitement des théories centrées sur l'étude épistémique, didactique ou pédagogique du contenu. Notre orientation se veut ainsi principalement didactique et se focalise sur l'élaboration d'un contenu dans le MOOC. Nos choix ont eu deux objectifs : d'abord, clarifier les principes d'élaboration du contenu d'algorithmique. Ensuite, apporter un éclairage sur l'adaptation et la transformation de contenu.

Nous visons à examiner systématiquement les interactions qui se tissent entre le contenu et le dispositif MOOC. Cette analyse est bâtie en privilégiant le point de vue d'une part, de l'étude épistémique du contenu (Lebeaume, 2000 ; Lebeaume, 2011), didactique et pédagogique des activités d'apprentissage (Martinand, 2012) pour analyser la spécificité du contenu par le MOOC et d'autre part la transformation et l'adaptation de ce contenu. Les indicateurs qui peuvent décrire cette étude de l'élaboration du contenu sont : la délimitation des savoirs algorithmiques, le découpage du contenu en unités d'apprentissage, la progression du contenu, la nature des tâches proposées dans le MOOC, les ressources pédagogiques, l'évaluation, la prise en compte de la massification (variétés de besoins des apprenants, prérequis, persistance, etc.) et les fonctionnalités de la plateforme (discussion, quiz, outil de développement de code, etc.).

## 3.2 Dimension subjective et intersubjective : interaction construction du contenu - dispositif MOOC

### 3.2.1 Penser l'interaction apprenant – contenu – média – acteurs

La configuration en composants hétérogènes, interdépendants et souvent reliés en réseau, est une caractéristique essentielle soulignée dans la définition d'un dispositif didactique. Dans le dispositif MOOC étudié dans cette recherche, l'interrogation porte sur l'interaction entre quatre composants : apprenant, contenu, dispositif MOOC (avec ses outils et ressources) et acteurs

(enseignants, d'autres apprenants). L'étude didactique doit permettre de rendre compte ainsi de la manière dont l'étudiant construit le contenu au sein et en relation avec le dispositif MOOC et en interagissant avec des acteurs (enseignants, autres étudiants), ce qui nous amène à observer dans un premier lieu, l'intérêt accordé à la question du contenu dans la recherche sur les MOOC en regardant du côté des cadres conceptuels mobilisés par des recherches antérieures (citées dans le chapitre de l'état de l'art sur les MOOC) énonçant clairement le cadre conceptuel et traitant des problématiques qui prennent en compte le contenu du MOOC, c'est à dire qu'au moins une question de recherche porte directement sur le contenu véhiculé.

Un certain nombre de travaux (Andersen et Ponti, 2016 ; Kizilcec et al., 2017 ; Kwak, 2017 ; Watson, Watson, Janakirama et Richardson, 2017 ; Watson, Watson, Richardson et Loizzo, 2016) focalisant sur le contenu, analysent différentes interactions selon diverses manières. En effet, deux recherches qui s'inscrivent dans une problématique générale de compréhension du processus d'apprentissage considèrent l'interaction entre l'apprenant, le contenu, le dispositif MOOC et les enseignants. Ainsi, le cadre conceptuel de l'autorégulation mobilisé par Kizilcec et al. (2017) vise à déterminer comment les stratégies d'autorégulation d'apprentissage se manifestent dans les interactions des apprenants avec le contenu du MOOC. Plus précisément, ces auteurs mobilisent le cadre conceptuel de l'autorégulation de l'apprentissage dans les environnements en ligne et les MOOC en particulier. Ce cadre consiste en six stratégies d'autorégulation des apprentissages qui sont censées soutenir les apprenants au sein d'un MOOC : la « fixation des objectifs », la « planification » qui consiste en la planification de la séquence, du calendrier et de l'achèvement des activités, « l'autoévaluation » en jugeant sa propre performance (tout en se basant sur des normes et des critères de progrès), « les stratégies de management des tâches » qui repose sur l'organisation et la planification de son temps d'étude (gestion du temps) et ses tâches (c.-à-d. calendrier, ordonnancement, rythme, réorganisation du matériel pédagogique), « l'élaboration » en combinant les nouvelles connaissances avec les connaissances préalables et construisant du sens à partir des ressources pédagogique enfin « la recherche d'aide » en demandant de l'aide à l'enseignant ou ses pairs.

Dans ce sens, Andersen et Ponti (2014) adoptent le cadre centré sur la communauté. Ce dernier est mobilisé pour comprendre les processus d'interactions entre les acteurs du MOOC (les organisateurs et les utilisateurs) et le contenu de la programmation avec JavaScript ainsi que comment ces interactions influencent l'apprentissage au sein du MOOC. Plus spécifiquement, en

soulignant que l'interaction est le point de départ de l'apprentissage, ce cadre permet d'examiner la façon dont les organisateurs et utilisateurs co-créent des tâches dans le MOOC.

Trois études recourent aux cadres conceptuels qui prennent en compte l'interaction entre l'enseignant et le contenu du MOOC en examinant la facilitation d'un contenu spécifique par l'enseignant du MOOC (Watson, Watson, Janakiraman et Richardson, 2017 ; Watson, Watson, Richardson et Loizzo, 2016) ou l'enseignement d'un contenu spécifique (Kwak, 2017). Ces deux études Watson, Watson, Richardson et Loizzo (2016) et Watson, Watson, Janakiraman et Richardson (2017) mobilisent le cadre de la communauté d'enquête (community of inquiry) (COI) afin d'examiner l'utilisation de la présence sociale, la présence de l'enseignent et la présence cognitive dans un MOOC conçu pour faciliter l'apprentissage d'un contenu spécifique. Ce cadre conceptuel se focalise sur l'interaction entre trois composantes : la présence sociale, la présence de l'enseignant et la présence cognitive. La présence sociale fait référence aux interactions entre les participants et à la façon dont ces derniers se sentent connectés à l'environnement en ligne. La présence de l'enseignant englobe les stratégies qu'un instructeur utilise pour établir une communauté d'enquête entre les apprenants. Enfin, la présence cognitive consiste à examiner les discussions et les réflexions des apprenants permettant de donner du sens aux éléments appris. Dans ce sens, l'étude de Kwak (2017) recourt aux différentes approches antérieures de l'enseignement de l'écriture pour examiner comment les instructeurs des MOOC analysés enseignent l'écriture académique au sein des MOOC. Ainsi, cinq approches ont été mobilisées : l'écriture comme compétence, l'écriture créative, l'écriture en tant que processus, l'écriture comme pratique sociale et l'écriture dans un contexte socioculturel. Dans l'approche écriture comme compétence, les enseignants s'attendent à ce que leurs élèves appliquent ce qu'ils ont appris à de nouvelles tâches d'écriture, peu importe le type de texte ou le contexte. L'approche d'écriture créative est apparue comme une réponse à la nécessité d'élargir la portée de l'écriture, à la recherche d'activités critiques, imaginatives et créatives. Dans l'écriture en tant qu'approche processus, trois étapes du processus de composition sont identifiées comme importantes : la planification, la rédaction et la révision. Dans l'écriture comme pratique sociale, l'écriture est conceptualisée comme une communication écrite axée sur un but précis, et différentes pratiques sociales pourraient avoir une influence sur la pratique de l'écriture. L'écriture dans une perspective socioculturelle se concentre sur les aspects plus larges de l'activité d'écriture et des contextes. Par exemple, la façon dont les forces sociales, les relations de pouvoir ou l'identité

d'un auteur pourraient façonner les pratiques d'écriture serait l'intérêt principal de l'écriture dans une approche de contexte socioculturel.

Nous concluons que parmi les cadres conceptuels examinés ci-dessous, deux études recourent aux cadres conceptuels qui examinent l'interaction entre l'apprenant et le contenu véhiculé dans le MOOC (Andersen et Ponti, 2014 ; Kizilcec et al., 2017). Plus spécifiquement, certes ces cadres visent une compréhension du processus d'apprentissage en termes d'autorégulation des apprentissages (Kizilcec et al., 2017) ou co-création du contenu (Andersen et Ponti, 2014) mais ils ne permettent pas de rendre compte du contenu construit. Plus particulièrement, ils ne proposent pas une modélisation de la structure cognitive d'un contenu en spécifiant des connaissances de base pour son appropriation. De plus, ils ne mettent pas l'accent sur les difficultés que soulèvent un contenu spécifique pour des apprenants à savoir quel concept ou procédure posent de véritables problèmes pour les apprenants.

### 3.2.2 Construction du contenu : performance didactique

L'appropriation du contenu par le sujet n'est plus immédiate. En effet, le rapport entre le sujet et le contenu ou processus d'objectivation, comme l'appelle Lenoir (1996), se réalise à travers une double médiation : d'une part, une médiation cognitive intrinsèque du rapport sujet - objet (figure 11). Cette médiation se réalise elle-même par le biais de deux processus : d'un côté, « l'assimilation » qui correspond à l'incorporation, de la part de l'apprenant, d'un contenu à ses schèmes cognitifs (l'apprenant transforme ainsi les objets d'apprentissage pour pouvoir les incorporer à ses schèmes cognitifs). Cette médiation cognitive se réalise à travers aussi bien le langage (Vygotski) en tant que médiateur des rapports avec les objets et les autres individus que les démarches d'apprentissage ; de l'autre, l'accommodation qui consiste en la modification des schèmes cognitifs de telle manière à permettre l'incorporation des objets d'apprentissage ; et d'autre part, une médiation didactique qui est considérée comme une action extérieure au processus d'objectivation. Cette médiation didactique est définie par Tamelo Tindo (2017) comme étant des supports qu'une personne peut offrir à une autre personne en vue de lui rendre plus accessible un savoir quelconque.

Pour représenter cette médiation en didactique, Lenoir se base sur les trois éléments constitutifs d'un système didactique (figure ci-dessous) : sujet qui apprend, objet de l'apprentissage (savoir) et l'enseignant (le médiateur) (Lenoir, 1996).

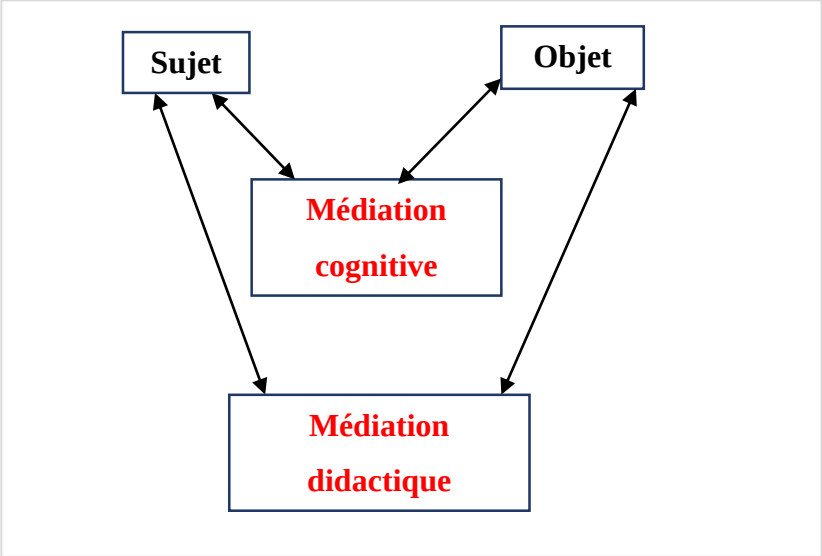



**Figure 11.** Médiation cognitive et didactique

L'assimilation correspond à l'intégration des objets ou des situations à la structure interne d'un sujet (schèmes internes) sans modifier cette structure mais avec transformation progressive de l'objet ou de la situation à assimiler. Le sujet donc modifie les éléments provenant de l'extérieur pour pouvoir les intégrer à sa structure interne. Sur le plan pédagogique, l'enseignant privilégie cette assimilation chez l'apprenant en faisant activer ses connaissances antérieures et en l'aidant à rendre compte de ses acquis. Ainsi, l'enseignant privilégie l'assimilation en montrant à l'apprenant les liens entre ses connaissances antérieures et le nouveau contenu en jeu.

Cette médiation est considérée comme une action sur les performances didactiques. En effet, elle agit sur une médiation cognitive liant l'élève à l'objet de savoir (Lenoir, 1996). Considérée comme une notion qui permet d'interroger l'enseignement et l'apprentissage d'un contenu spécifique et plus particulièrement de rendre compte de la construction du contenu par l'élève, Reuter (2011) définit la performance didactique comme « le faire de sujet(s) didactique(s) en tant qu'il a été (re) construit par les acteurs déterminés en fonction de leurs questions dans une perspective évaluative en fonction de la maîtrise d'un contenu par un sujet, l'évolution de la maîtrise d'un contenu, les difficultés d'un sujet vis-à-vis un contenu spécifique». Cette notion est

mobilisée en tant qu'effet du système didactique construit par un observateur (enseignant, chercheur, etc.) pour inférer les apprentissages des élèves. Cette notion de faire désigne aussi bien ce que font les acteurs, qu'une partie de ce faire ou que le produit de cette activité.

Dans ce sens, Daunay (2008) note que cette notion rend possible l'étude de ce qui dans le faire des sujets didactiques, peut intéresser le chercheur pour une visée évaluative qui se focalise sur les contenus en jeu ou les mouvements au sein du système didactique. Zaid (2017) remarque qu'on peut repérer les performances didactiques à travers les indicateurs d'apprentissage manifestes à savoir les gestes, les paroles qui sont spécifiées par le contenu ainsi que le silence. Ces indicateurs ne sont pas forcément considérés comme des réussites ou des échecs : la réussite n'est pas un indicateur exclusif pour identifier une performance. En effet, il se peut qu'un élève réussisse une tâche sans qu'il maîtrise un concept ou bien il échoue même s'il s'empare des savoirs (Zaid, Boyer, Cohen-Azria et Egginger, 2012). Ainsi, l'expression manifeste, interprétée par l'enseignant (ou par l'accompagnateur) du rapport de l'élève au contenu désigne la performance didactique. Cette notion offre une image des apprentissages des élèves. Plus particulièrement, elle vise à rendre compte aussi bien des savoirs acquis que des connaissances, des savoirs faire, des rapports à, des attitudes, des conduites et des compétences. La notion de performance didactique est pertinente pour rendre compte aussi bien de l'état que du processus des apprentissages des élèves en ce sens qu'elle manifeste une transformation, un changement dans le système didactique ; c'est une suite d'actions, reconstruites par l'observateur et interprétée comme un mouvement de l'élève au sein du système didactique (Lahanier-Reuter, 2008).

Nous reprenons la catégorisation de Zaid et al. (2012) qui distingue 4 types de performances didactiques : performances didactiques cognitives, performances didactiques techniques, performances didactiques de silence et performances didactiques sociales. Les performances didactiques cognitives focalisées sur des savoirs et des compétences, visent principalement à décrire les processus, à expliquer les significations ; à faire des prédictions et à comprendre le contenu. Elles peuvent également renvoyer à l'organisation du cours à savoir la structuration et le séquencement des thèmes et des concepts du cours. Les performances didactiques techniques focalisées sur l'usage d'objets ou de supports, visent, entre autres, à décrire une manipulation, une démarche de modélisation, manipuler un matériel ou un dispositif. Les performances didactiques de silence renvoient aux performances manifestées par un silence en situation

d'écoute, d'attente suite à une question, de réponse à un rappel à l'ordre, d'expression d'un engagement dans la situation didactique ou d'un silence vis-à-vis l'explication ou d'une question d'un autre élève. Enfin, les performances didactiques sociales renvoient aux interactions avec les pairs ou avec l'enseignant. En effet, les interactions entre les élèves ou avec les enseignants ne portent pas seulement sur le contenu en jeu mais elles peuvent aussi porter sur les conditions de mobilisation de ce contenu, la présentation du contenu, son organisation et sur ses caractéristiques (difficile, facile, etc.). Les performances didactiques sociales peuvent désigner toute performance manifestée par une discussion avec l'enseignant ou avec les autres élèves de la consigne, une demande de parole pour interagir que ce soit en posant ou répondant à une question ou encore l'expression d'un accord ou un désaccord avec l'enseignant ou un élève. Ce type de performance peut désigner également l'expression manifeste des élèves complétant ou commentant une réponse de l'enseignant.

Nous visons à analyser d'une manière systématique les interactions qui se tissent entre les apprenants, le contenu, le dispositif MOOC et les acteurs (enseignants et apprenants). Cette analyse est construite en privilégiant une perspective des performances didactiques manifestées par les apprenants pour examiner comment ils construisent le contenu. Le tableau ci-dessous présente en détail les catégories de performances didactiques avec les exemples d'indicateurs.

**Tableau 10.** Indicateurs du cadre conceptuel pour examiner la construction du contenu

| **Performances didactiques** | **Indicateurs** |
|---|---|
| Les performances didactiques cognitives | - Formuler, reformuler les énoncés de la consigne ;<br>- Discuter en groupe des concepts spécifiques au contenu en jeu (variable, instructions de base, conditions, boucles, etc.) ;<br>- Manifester un savoir antérieur déjà construit ;<br>- Commenter ou poser des questions par rapport à la consigne de la tâche à réaliser, etc. |
| Les performances didactiques techniques | - Mobiliser des démarches de modélisation ;<br>- Manipuler un matériel ou un support ;<br>- Rendre compte d'une manipulation ;<br>- Argumenter une démarche. |
| Les performances didactiques sociales | - Discuter avec l'enseignant ou avec les autres étudiants de la consigne ;<br>- Demander la parole pour poser ou répondre à une question liée à l'application à réaliser ;<br>- Exprimer un accord/désaccord avec l'enseignant, avec un étudiant ;<br>- Compléter, commenter une réponse de l'enseignant. |
| Les performances didactiques de silence | - Manifester un silence vis-à-vis d'une explication, d'une question ou d'un rappel à l'ordre de l'enseignant, une situation d'écoute ;<br>- Manifester un silence exprimant un engagement dans la situation didactique ;<br>- Manifester un silence vis-à-vis de l'explication ou d'une question d'un autre élève. |

Nos indicateurs ont été construits à partir des travaux précédents portant sur des thématiques proches en l'occurrence l'analyse des interactions entre enseignants et élèves en sciences et technologie (Wojcieszak et Zaid, 2016 ; Zaid, 2012 ; Zaid et al., 2012). Ainsi, nous sommes en mesure de rendre opérationnels les concepts mobilisés dans notre cadre théorique en les faisant correspondre à des indicateurs concrets et mesurables.

La figure ci-dessous synthétise les différents concepts du cadre conceptuel mobilisé ainsi que leurs indicateurs associés pour examiner l'élaboration et la construction du contenu.

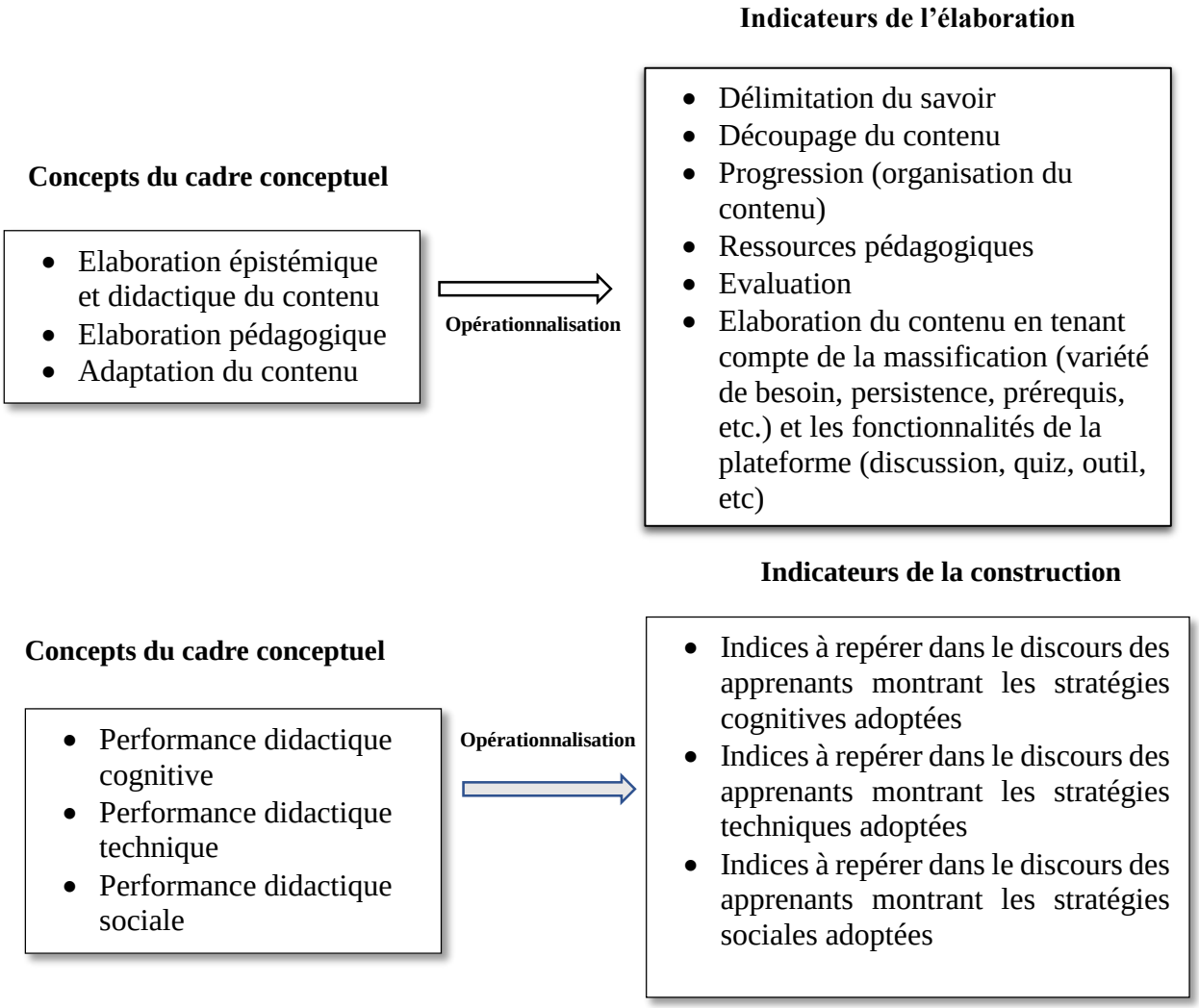



**Figure 12.** Synthèse des Indicateurs du cadre conceptuel

# 4. Synthèse

Nous nous intéressons à l'élaboration et à l'appropriation du contenu d'algorithmique chez les étudiants du premier cycle universitaire. Le cadre conceptuel a d'abord montré qu'un certain nombre de concepts, procédures et attributs fondamentaux sont centraux dans le contenu d'algorithmique : variable, instructions de base, instruction conditionnelle et instruction répétitive. Dans la suite de notre recherche, nous nous focalisons sur l'appropriation de ces concepts de base chez les apprenants. En effet, trois types d'instructions interviennent dans la construction d'un algorithme : instructions de base, instructions conditionnelles et instructions répétitives. En outre, une variable sous tende toute opération qui a lieu au sein d'un algorithme (Nijimbere, 2015 ; Nguyen et Bessot, 2003). Les difficultés de leur appropriation sont d'une multitude d'ordres. En plus des difficultés posées par la nature abstraite des concepts de l'algorithmique (variable, affectation, etc.), les apprenants manquent de pensée algorithmique pour aborder un problème. Cela interroge les conditions de spécification et d'apprentissage du contenu dans le dispositif MOOC. Il sera utile dans ce qui suit de voir à travers quels types d'activités et démarches, ces concepts sont abordés dans le dispositif, comment les apprenants les construisent et quelles difficultés rencontrent-ils au sein du MOOC.

### 4.1.1 La spécificité du contenu par le MOOC

Le cadre conceptuel développé précédemment nous permet de préciser la manière dont nous traiterons des différentes questions de recherche. La première question de recherche formulée dans la problématique consiste à comprendre comment le contenu est spécifié par le MOOC. La deuxième question de recherche porte sur l'étude de l'implication des fonctionnalités du MOOC et la caractéristique de massification sur les principes d'élaboration du contenu afin d'examiner s'il est adapté ou non. Ces deux questions seront approchées selon un point de vue didactique curriculaire considérant le MOOC un *dispositif didactique* (Zaid, 2017, p.58). Selon cette perspective, le dispositif MOOC sera d'abord étudié selon sa dimension technique / organisationnelle en vue d'en procéder à l'étude épistémique et didactique qui sous-tendent le contenu d'algorithmique (Lebeaume, 2000 ; Lebeaume, 2011 ; Martinand, 2012) en termes de concepts et procédures qui sont définis, dans notre cadre conceptuel précédemment, comme étant incontournables à savoir les variables, les instructions de base, les instructions conditionnelles et les instructions répétitives. D'autre part, il s'agit de comprendre la manière dont les concepteurs

ont anticipé l'appropriation du contenu en termes de progressivité du contenu, activités d'apprentissages et fonctionnalités.

### 4.1.2 La construction du contenu

La construction des contenus véhiculés via le MOOC par les apprenants permettent d'inférer comment ces apprenants construisent ces contenus au sein et en relation avec le dispositif MOOC. Cette volonté de comprendre les manières d'appropriation du contenu d'algorithmique, nous amène à interroger selon une orientation didactique subjective/intersubjective les performances didactiques (Daunay, 2008 ; Lahanier-Reuter, 2008) des apprenants pour identifier leurs stratégies adoptées pour construire ce contenu. Dans le cadre d'un MOOC, ces performances didactiques (Wojcieszak et Zaid, 2016 ; Zaid, 2017) peuvent inclure des performances didactiques cognitives se focalisant sur des stratégies qui ont une relation directe avec le contenu, des performances didactiques techniques qui renvoient à l'usage des fonctionnalités et outils du MOOC et des performances didactiques sociales qui ne portent pas directement sur le contenu mais sur ses conditions de mobilisation, sa présentation, sa construction ou ses caractéristiques (facile, difficile, etc.).

Nous synthétisons les éléments du cadre conceptuel sur la figure 13.

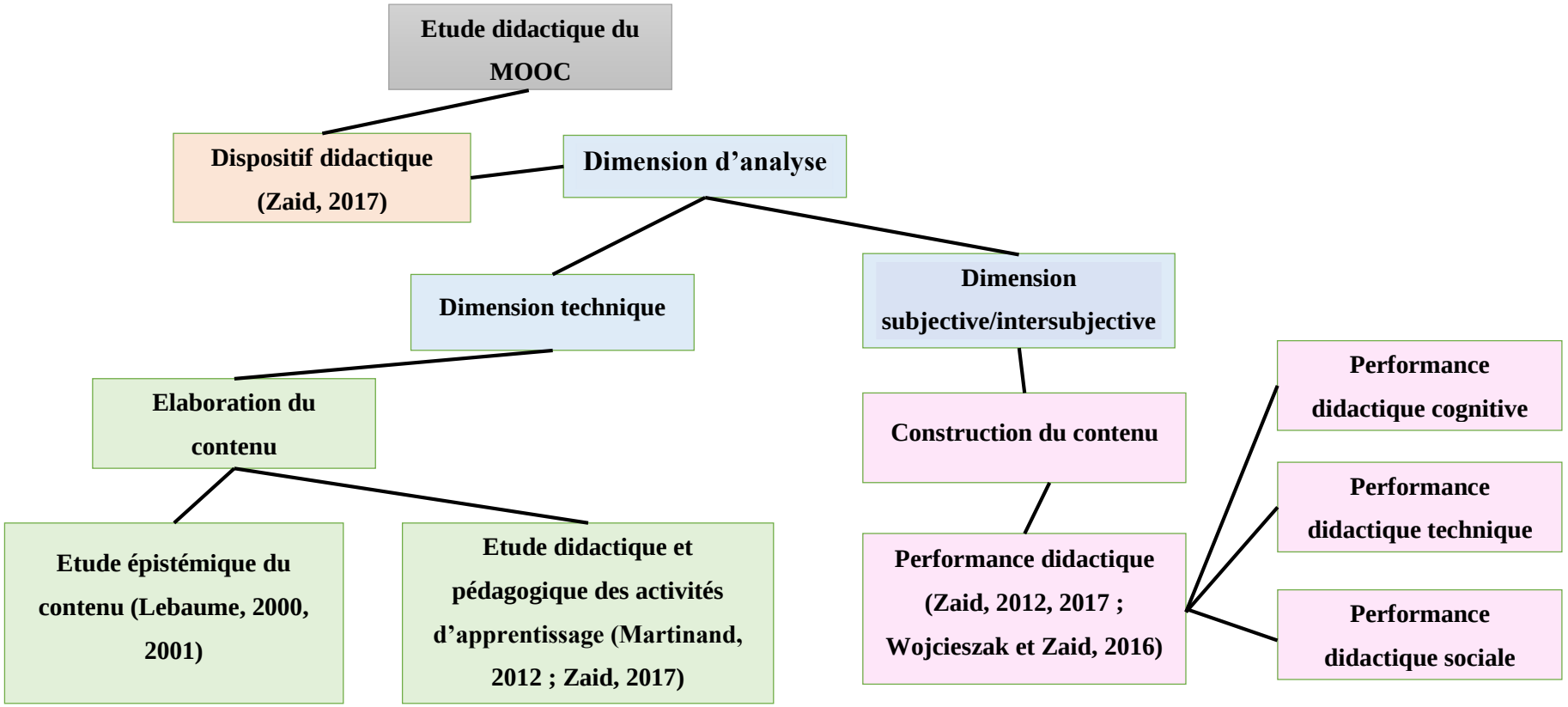



**Figure 13.** Synthèse du cadre conceptuel

# Chapitre 4 : Choix épistémiques et didactiques des concepteurs du MOOC

*Ce chapitre donne une description des choix méthodologiques effectués. Plus précisément, nous décrivons dans un premier temps, la perspective théorique dans laquelle s'inscrit cette recherche ainsi que le contexte institutionnel (contexte de recherche et de formation) et les participants de l'étude (concepteurs et étudiants). Nous décrivons, ensuite, les choix épistémiques et didactiques des concepteurs du MOOC en termes d'analyse épistémique du contenu d'algorithmique, de découpage du contenu, de scénarisation pédagogique et d'organisation des activités d'apprentissage.*

# 1. Positionnement méthodologique

## 1.1 Une perspective didactique à visée compréhensive

Ce travail de thèse se veut principalement didactique et vise à étudier non seulement la manière dont le contenu d'algorithmique est façonné (spécifié et transformé) par le MOOC mais aussi comment ce contenu est construit par les étudiants au sein et en relation avec le dispositif MOOC. Nous cherchons donc à comprendre un phénomène qui touche des acteurs dans un contexte particulier qui est le MOOC. Nous situons l'approche didactique dans une perspective interactionniste. En effet, une des références méthodologiques et épistémiques de la didactique est l'ethnométhodologie qui est une approche compréhensive. Selon Sarrazy (1995), dans sa synthèse discutant les origines du contrat didactique, pour comprendre l'échec scolaire, deux théories explicatives de la réussite scolaire se sont présentées : les théories déterministes (Bourdieu, Passeron, Bernstein) et les théories actionnalistes (Boudon). C'est dans la mouvance des critiques que ces théories qu'émergea, dans le champ des recherches sur l'éducation, le paradigme interactionniste. Ainsi, les différentes difficultés des apprenants et la réussite ou l'échec scolaire ne sont pas déterminés uniquement par les variables sociales (richesse, classe sociale, etc.) comme mentionné par les théories déterministes mais ils sont également construits à travers les interactions dans les classes scolaires. Ce mouvement est développé à partir des recherches anglo-saxonnes, notamment celles d'Erving Goffman dans les années 70 dont les travaux se situent dans la continuité de l'interactionnisme symbolique. L'ethnométhodologie née dans le courant des années 1960 autour des travaux de l'ethnométhodologue Harold Garfinkel en Californie est une version radicale de l'interactionnisme symbolique.

Nous examinons ainsi les processus de production du sens, qui s'exprime dans les différents motifs par lesquels les sujets rendent compte de leurs comportements (Gonthier, 2004). Plus spécifiquement, ce travail s'efforce d'une part, de décrire et de comprendre ce processus d'élaboration du contenu, d'autre part, d'examiner le sens visé par l'étudiant lors de ses actions visant la construction d'un contenu. C'est en cela que ce travail s'inscrit dans une perspective compréhensive. Cette démarche scientifique est caractérisée par une compréhension, interprétation et explication du fait social considéré comme une cohésion d'actions sociales,

guidées par les intentions et les attentes de l'acteur, qui représentent des comportements humains auxquels l'acteur attribue un sens subjectif[13].

La nature des questions de recherche inscrit donc notre perspective théorique dans un paradigme interactionniste, dans la mesure où nous cherchons à aborder la spécificité et la construction d'un contenu en interrogeant les liens entre le dispositif MOOC et le contenu d'une part, et d'autre part, entre les apprenants, le contenu, le dispositif et les acteurs et plus spécifiquement comment les acteurs (concepteurs et apprenants) construisent le sens en interagissant avec les objets (contenu et dispositif MOOC).

## 1.2 Contexte institutionnel et participants

### 1.2.1 Contexte institutionnel

**Contexte de recherche**

Le projet de thèse fait suite à une implémentation d'un MOOC d'algorithmique destiné aux étudiants du premier cycle de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université d'Hassan Premier de Settat. Ce MOOC est destiné à des étudiants répartis sur deux parcours : parcours génie électrique et génie mécanique d'une part, et parcours Mathématiques Informatique et Physique, d'autre part. Nous rappelons ici que ce projet MOOC est sélectionné dans le cadre de l'appel Ministère/SCAC pour la plateforme nationale « Maroc Université Numérique »[14]

Ce MOOC vise à assister les étudiants dans l'élaboration des algorithmes. Cette assistance a été mise en place pour pallier aux difficultés rencontrées dans les cours présentiels par les étudiants dans le processus d'élaboration des algorithmes y compris leurs exécutions tout en les

[13] https://wp.unil.ch/bases/2013/08/max-weber-et-la-sociologie-comprehensive/

[14] Voir le chapitre Introduction

confrontant à d'autres publics. C'est ce que nous explique deux concepteurs de l'équipe pédagogique du MOOC[15] :

> *« Concepteur 1 : l'environnement en ligne conçu vise à promouvoir l'habileté de résolution des problèmes algorithmiques en proposant des situations concrètes…en fait… le cours fonctionnait bien. les retours d'expériences des étudiants étaient généralement bons… ceci est d'après notre questionnaire qui leur a été distribué pendant l'année universitaire 2015-2016 [ben mais] parmi les difficultés déclarées par ces étudiants il y a une mauvaise compréhension du déroulement dynamique des algorithmes… les étudiants manquent d'une compréhension parfaite de ce qui se passe lorsqu'on exécute un algorithme. Le MOOC vise ainsi à adresser toute ces difficultés en proposant une démarche pédagogique palliant à ce problème. ….aussi, nous voulons que nos étudiants* ***soient confrontés*** *à d'autres public pour qu'ils aient plus d'interactions en discutant dans les forums de discussion du MOOC et en sortant un peu du cursus habituelle d'étudiants »*

> *« concepteur 2 : il y avait deux constats principaux qui ont poussé en la réflexion à un MOOC en algorithmique…de un la grande masse d'étudiants de troncs commun du premier cycle universitaire et de deux les difficultés rencontrées par ces étudiants dans le mode classique d'enseignement en présentiel »*

Ce MOOC vise la construction pas à pas de l'habileté de la résolution des problèmes en analysant les besoins des utilisateurs et les formuler par des algorithmes pour les traduire en programmes informatiques exécutables sur des ordinateurs. Ce MOOC d'algorithmique est le fruit collaboratif d'une équipe polydisciplinaire de l'Université Hassan Premier et de l'Université de Lille[16] et s'étale sur 8 semaines sous une charge hebdomadaire moyenne de 3 heures avec 6 semaines obligatoires consacrées à l'algorithmique et 2 semaines optionnelles de programmation en langage C.

**Contexte de formation**

Les formations ciblées dans cette étude sont les deux spécialités « Mathématique, Informatique et Physique (MIP)» et « Génie Electrique et Génie Mécanique (GEGM) », et précisément la

---

[15] Des entretiens ont été réalisées avec deux concepteurs du contenu du MOOC (ces entretiens seront détaillés dans la section Une ingénierie du MOOC d'algorithmique)

[16] https://www.mun.ma/courses/course-v1:UHP+UHP004+session01/about

promotion 2018-2019, qui compte 500 étudiants de la filière MIP et 300 étudiants de la filière GEGM au sein de la Faculté des Sciences et Techniques de Settat. L'objectif de ces deux formations est de « remettre à niveau » les connaissances des étudiants du premier cycle universitaire dans différents champs disciplinaires ainsi que de leur permettre de découvrir les grandes spécialités et d'acquérir l'essentiel des bases nécessaires à leurs compréhensions; faire acquérir aux étudiants des connaissances et des savoirs-faire de base pouvant leur permettre de poursuivre des études en cycle de licence ou cycle d'ingénieur. Les enseignements de ces deux formations dispensées sont organisés en modules répartis en deux ans (6 modules pour chaque semestre). La validation de ces modules aboutira à l'obtention du diplôme d'Etudes Universitaire en Sciences et Techniques (DEUST). Parmi les 12 modules enseignés aux étudiants de la filière MIP, 4 modules de formation sont focalisés sur l'informatique (algorithmique et programmation 1, algorithmique et programmation 2, structure de données en C, systèmes d'information et base de données) dont un module est consacré à l'enseignement des bases de l'algorithmique pour les débutants : « algorithmique et programmation 1 ».

Parmi les 12 modules enseignés aux étudiants de la filière GEGM, 3 modules de formation sont focalisés sur l'informatique (algorithmique et programmation 1, informatique 2, informatique 3) dont un module intitulé algorithmique et programmation 1 est consacré à l'enseignement des fondements de l'algorithmique et la programmation. Ce module d'algorithmique et programmation 1 est réparti en une partie commune aux deux formations (tronc commun pour un total de 56 heures). Le contenu d'algorithmique s'appuie sur des cours magistraux, des travaux dirigés et des travaux pratiques (tableau ci-dessous).

**Tableau 11.** Eléments du module d'algorithmique et programmation 1

| Elément(s) du module | Volume horaire (VH) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Cours | TD | TP | Activités Pratiques | Evaluation | VH global |
| Algorithmique et Programmation 1 | 14 | 18 | 18 | | 6 | 56 |
| % VH | 25,00% | 32,14% | 32,14% | | 10 ,71% | 100% |

Ce contenu est divisé en quatre séquences d'enseignement. Chaque séquence correspond à un chapitre. Ainsi la séquence 1 traite des généralités de l'algorithmique. La séquence 2 est consacrée aux éléments de base d'un algorithme et leur représentation en langage C. La séquence 3 traite la sélection en algorithmique et en langage C. La séquence 4 aborde les boucles en algorithmique et en langage C. Le tableau ci-dessous décrit les éléments de chaque séquence du cours.

**Tableau 12.** Séquences du module d'algorithmique

| **Composition du module** | |
|---|---|
| **Séquence** | **Éléments de la séquence** |
| Chapitre 1 : généralités | Introduction des systèmes de numération<br>Codage<br>Composants d'un ordinateur |
| Chapitre 2 : les éléments de base d'un algorithme et leur représentation en langage C | Types de bases, constantes,<br>variables<br>Expressions<br>Affectation, lecture/écriture |
| Chapitre 3 : la sélection en algorithmique et en langage C | Sélection avec deux alternatives<br>Sélection avec une seule<br>alternative<br>Imbrication de la sélection<br>Le choix multiple |
| Chapitre : les boucles en algorithmique et en langage C | Boucle répéter … jusqu'à / do …while<br>Boucle tant que / while<br>Boucle pour / for |

### 1.2.2 Les participants

Notre terrain d'enquête correspond à l'étude d'une part, des démarches adoptées par les concepteurs pour élaborer le contenu d'un MOOC d'algorithmique, et d'autre part, à l'étude des apprentissages des étudiants pour lesquels ce MOOC est destiné. Dans cette section, nous décrivons les participants de cette étude : les concepteurs du contenu du MOOC et les étudiants.

**Les concepteurs du contenu du MOOC**

La conception d'un MOOC, depuis la détermination du contexte du projet de formation jusqu'au lancement du MOOC sur la plateforme MUN, dure environ 17 mois. Nous notons que l'équipe de conception du MOOC est constituée de 8 membres dont 4 ont collaboré dans l'élaboration du contenu d'algorithmique. Cette équipe est composée d'un enseignant chercheur coordonnateur du MOOC, un enseignant chercheur des sciences de l'éducation, une enseignante chercheuse experte dans le contenu d'algorithmique, moi-même en tant que membre de l'équipe de conception du contenu et formateur durant les 8 semaines du MOOC, deux experts en ingénierie pédagogique, un ingénieur en informatique pour l'assistance technique et un professeur de communication. Les quatre membres de l'équipe de conception du contenu ont eu pour rôles de réaliser des tâches à savoir la détermination du public cible, la définition des objectifs pédagogiques du cours envisagé et la scénarisation du cours. Ainsi, il s'agissait de définir les objectifs et la scénarisation pédagogique des semaines du MOOC, les éléments de la semaine, les différentes activités et leur temps d'exécution, les interactions (forums de discussion, wiki, etc.) et le format du contenu (vidéo, page web, pdf, forum de discussion, quiz). Vient ensuite la conception des ressources pédagogiques qui a consisté à concevoir les supports du cours (ppt, respecter une charte, logo, page web et pdf décrivant les activités, les jeux sérieux, etc.) et les évaluations (quiz de chaque semaine). Les concepteurs du contenu ont participé également dans l'enregistrement du teaser (bande d'annonce), la vidéo de présentation du MOOC et les vidéos des 6 semaines obligatoires du MOOC. Le tournage des vidéos a été assuré par une équipe externe de professionnels de l'audiovisuel. Les ingénieurs pédagogiques ont paramétré le cours sur la plateforme *edx* et se sont chargés, par la suite, des vidéos. Au fur et à mesure, les contenus produits sont mis également en ligne par les ingénieurs informatiques et pédagogiques.

**Les étudiants**

Le recrutement des étudiants (via une invitation par mail) s'est déroulé en deux temps : session bêta-test et première session du MOOC. La session bêta-test s'est déroulée avec un effectif réduit de **54 étudiants** de la deuxième année du premier cycle universitaire de la Faculté des Sciences et Techniques de Settat filière Mathématique Informatique et Physique. Cette session qui s'étalait sur une période allant du 17 Décembre 2018 au 30 Janvier 2019 avait pour but d'identifier les problèmes qui se sont posés tout au long du MOOC (problèmes d'ordre pédagogique, lié au contenu, technologies, etc.). La première session qui s'étalait sur une

période allant du 15 Février 2019 jusqu'au 31 Mars 2019 avait pour finalité de piloter le cours pendant les semaines du MOOC en animant les forums de discussion et organisant l'appropriation du cours. **147 étudiants** (autres que les 54 de la session bêta-test) des deux filières MIP et GEGM de la FST de Settat ont été inscrits dans cette session.

# 2. Une ingénierie du MOOC d'algorithmique

## 2.1 Une double posture : concepteur/chercheur

Dans ce projet de recherche, nous avions pour but de concevoir un MOOC d'algorithmique et de l'étudier d'un point de vue didactique. D'une part, ce projet visait à développer un dispositif MOOC y compris les tâches d'apprentissage et les ressources pédagogiques, et, d'autre part, à étudier le MOOC d'un point de vue didactique en examinant aussi bien le processus d'élaboration du contenu et l'implication de la massification quant aux principes d'élaboration de ce contenu ainsi que sa construction par les étudiants. Ainsi, notre posture est celle d'un concepteur-chercheur. En tant que concepteurs du contenu, nous avons coordonné la réalisation de l'étude en étroite collaboration avec des concepteurs des contenus digitaux (experts en éducation, ingénieurs en informatique et ingénieurs pédagogues). Ceux-ci, spécialisés dans les technologies éducatives, participaient activement dans la conception du MOOC. En tant que membres d'une équipe de recherche, nous avons élaboré la problématique de recherche et réalisé des entretiens visant à recueillir le récit des pratiques réalisées par les concepteurs du contenu en particulier en termes d'analyse épistémique du contenu, de son découpage, de scénarisation pédagogique et d'organisation des activités d'apprentissage. Nous avons réalisé également des entretiens visant à recueillir le récit des pratiques des étudiants en termes de performances didactiques manifestées et difficultés rencontrées.

## 2.2 Choix épistémiques et didactiques des concepteurs du MOOC

Nous avons procédé aux entretiens avec deux concepteurs du contenu du MOOC (voir Annexe 4) dont les données nous apportent des réponses aux deux premières questions de recherches : comment le MOOC spécifie le contenu véhiculé ? Quelles sont les implications des fonctionnalités de la plateforme sur les principes d'élaboration de contenu ?

### 2.2.1 Choix épistémiques

Sur la question des concepts considérés centraux par les concepteurs, ces derniers mettent en avant que les concepts d'algorithmique (variable, condition, boucle), déjà évoqués dans le cadre conceptuel, sont nécessaires pour apprendre l'algorithmique par les novices. Pour les deux concepteurs du contenu, l'algorithmique est une démarche de résolution de problèmes :

*« concepteur 1 : pour moi, un algorithme prend des données en entrée…, euh…, exprime un traitement particulier et fournit des résultats (sorties) »*

*«concepteur 2 : un algorithme est une procédure de calcul bien définie qui prend des données en entrée, exprime un traitement particulier et bien sûr fournit des résultats (sorties)»*

En d'autres termes, un algorithme résout un problème, en fournissant un résultat en sortie à partir des données d'entrée. Ainsi, on comprend qu'un algorithme ne peut exister sans un problème bien précis.

A la question de savoir comment les concepteurs du contenu définissent chaque concept central d'un algorithme, l'analyse des entretiens montre que les concepteurs se réfèrent à des écrits de référence en algorithmique[17] et considèrent que les données d'entrée sont stockées en utilisant des variables. De même les instructions que ce soit de base, conditionnelles ou répétitives (les boucles) décrivent le traitement de ces données :

*« concepteur 1 : eh bien qui parle de données d'entrées parle de variables ainsi une variable est une notion de base en algorithmique…de même les instructions de base, conditionnelles ou répétitives, les boucles décrivent le traitement de ces données »*

Le concepteur 1 se représente une variable comme une boite qui porte un nom, qui peut contenir une valeur et qui est typée ; cela veut dire qu'elle a un type donné qui peut être un entier, réel, caractère ou chaîne de caractères :

*« En gros, pour stocker des données de l'algorithme on aura besoin d'une variable qui permet ceci….ben…une variable est un espace dans lequel on peut stocker des données…je pense qu'on peut imaginer une variable comme une boite qui porte un nom, qui peut contenir une valeur et qui est typé»*

Selon ce concepteur, on peut pratiquer, à l'aide des variables les instructions de base que sont l'affectation, la lecture et l'écriture. Ces instructions permettent de réaliser des algorithmes dans

---

[17] Dabancourt, C. (2008). *Apprendre à programmer : algorithmes et conception objet* (2ème éd). Editions Eyrolles

Rohaut, S., Rollet, O. (2015). *Algorithmique - Techniques fondamentales de programmation*

*Exemples en PHP (nombreux exercices corrigés)* (2ème éd). Editions ENI

lesquelles l'exécution est séquentielle. Il décrit ainsi ce que permet de faire chaque instruction en algorithmique :

> *« Quant aux instructions, et bien on peut les catégoriser en 3 types, instructions de base, instructions conditionnelles et instructions répétitives. Les instructions de base sont l'affectation, la lecture et l'écriture… ces instructions et bien permettent de réaliser des algorithmes dans lesquelles l'exécution est séquentielle, c'est-à-dire, les instructions sont exécutées une après autre…et puis l'affectation permet d'affecter une valeur à une variable donnée…eh bien, la lecture permet de lire la variable. alors concrètement elle va affecter une valeur à une variable donnée…l'écriture quant à elle, permet d'écrire des données…alors pour les instructions conditionnelles, elles permettent de choisir un traitement parmi plusieurs….et puis finalement, les instructions répétitives Tant que Faire, Répéter Jusqu'à et Pour faire permettent de répéter l'exécution d'un même bloc d'instructions un certain nombre de fois »*

La figure ci-dessous synthétise les éléments énoncés par les concepteurs pédagogiques du MOOC comme étant centraux pour élaborer un algorithme.

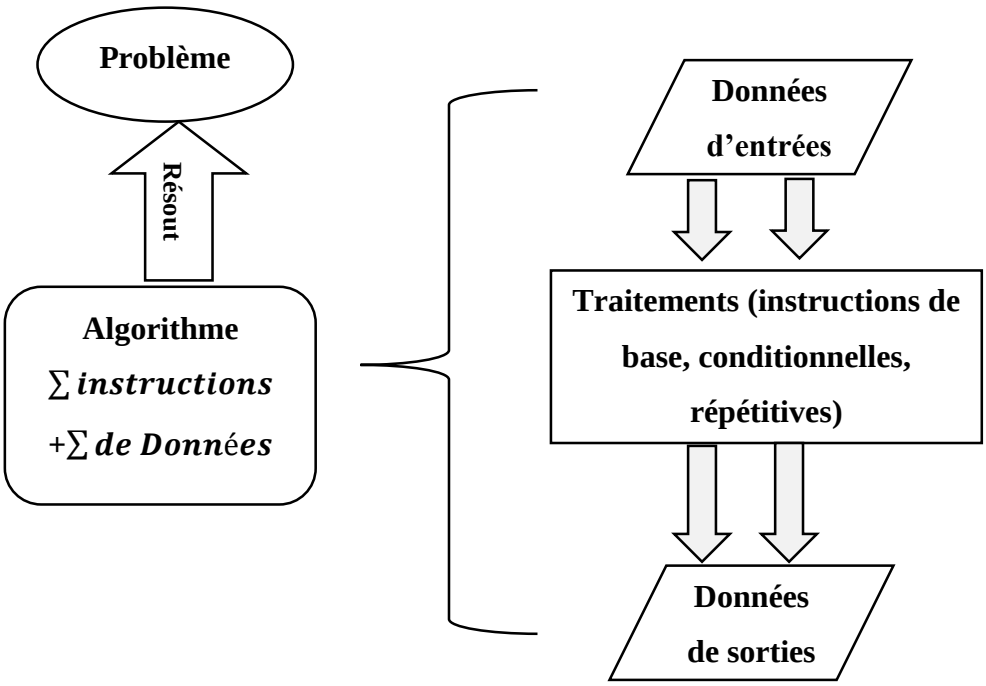



**Figure 14.** Représentations/choix des concepteurs quant aux éléments centraux d'un algorithme

Sur la question de description des problèmes dans lesquels chacun de ces éléments est fondamental, deux types de réponses émergent dans le discours des interviewés : des problèmes en lien avec le calcul mathématique (P1, P2, P5) et des problèmes en lien avec l'expérience de la vie courante (P3, P4). Le tableau suivant présente des exemples de problèmes où les concepts identifiés comme étant centraux par les concepteurs du contenu sont mobilisés.

**Tableau 13.** Mobilisation des concepts dans des problèmes algorithmiques selon les concepteurs

| Concept | Exemple de problème |
|---|---|
| Variable | *« concepteur 2 : n'importe quelle situation problème de calcul mathématique à savoir l'addition, la soustraction, le calcul numérique [ou autres] qui manipulent des données saisies par l'utilisateur donc lues…alors* ***dans ces situations****, on aura besoin des variables qui stockeront ces données» (P1)* |
| Instructions de base (affectation, lecture et écriture) | *« Concepteur 2 : alors l'exemple le plus simple c'est de lire les données stockées dans les variables mentionnées dans les problèmes précédents ou alors…eh bien pour écrire le résultat obtenu de ces calculs, on utilise l'instruction d'écriture » (P2)* |
| Instructions conditionnelles | *« concepteur 1 : ben…je peux vous donner des exemples issus de la vie courante qui porte sur l'automatisation des processus par exemple automatisation de paiement d'autoroute, le feu de circulation, etc….et par exemple si je prends l'exemple problème d'automatisation de paiement dans une station d'essence. Pour chaque carburant gasoil, Super,ou autres alors…, eh bien il est associé un prix donné….hein… on teste le type de carburant s'il s'agit d'un gasoil alors et bien on doit payer le prix unitaire d'un gasoil multiplié par la quantité achetée…si le type d'un carburant est super on doit payer le prix unitaire d'un super multiplié par la quantité achetée »(P3)* |
| Instructions répétitives | *« concepteur 1 : Et bien on peut utiliser les instructions répétitives… on peut les utiliser dans toute situation où on trouve une répétition d'un bloc d'instructions un certain nombre de fois, il est utile d'utiliser une boucle permettant de gagner du temps dans l'écriture d'un algorithme et l'exécution du programme associé alors l'exemple qui me vient toujours à l'esprit c'est de calculer de la moyenne des notes à des fins statistique par le service d'administration d'un lycée…par exemple, alors on travaille là avec un nombre assez élevé de données* ***des notes de 400 étudiants*** *par exemple donc pour calculer la moyenne de ces notes ce n'est plus pratique d'utiliser l'instruction de base lecture pour lire note par note. Si nous ferions comme ça on aura 400 instructions de lecture dans notre* |

| | |
|---|---|
| | *algorithme. C'est là où on peut voir l'utilité d'une boucle qui va nous faciliter la tâche en répétant cette instruction de lecture automatiquement 400 fois »(P4)* |

L'un des concepteurs du contenu énonce un problème qui mobilise plusieurs concepts considérés centraux : le problème de PGCD qui peut servir de base pour introduire les concepts de base en algorithmique : les variables, les instructions de base, les instructions conditionnelles et même les instructions répétitives « Tant que Faire » et « Répéter jusqu'à ».

> *« Concepteur 2 : on peut penser au problème de calcul de pgcd…alors, pour calculer le PGCD de a et b, on aura dans un premier temps besoin de déclarer deux variables a et b de type entier. Ensuite on va lire les deux valeurs de a et b introduites par l'utilisateur.* ***On calcule*** *ensuite le reste de la division r de a par b. On teste si r est égale à 0 donc on va écrire le pgcd est égale à b sinon on remplace la valeur de a par b et b par le reste de la division r et on refait le même calcul (division de a par b). Pour assurer cette répétition de ce traitement (division de a par b et tester à chaque fois le reste r s'il est égal à 0),* ***nous utilisons*** *une boucle Tant que Faire ou Répéter Jusqu'à » (P5)*

L'algorithme correspondant pourrait être comme suit (avec la boucle répéter jusqu'à) (figure 15) :

```
Var a, b, r : entiers ;
Lire (a, b) ;
r⇐a%b ;
Répéter
a⇐b;
b⇐r;
r⇐a%b;
Jusqu'à ce que la condition d'arrêt r=0
Ecrire ('le pgcd est ', b) ;
```

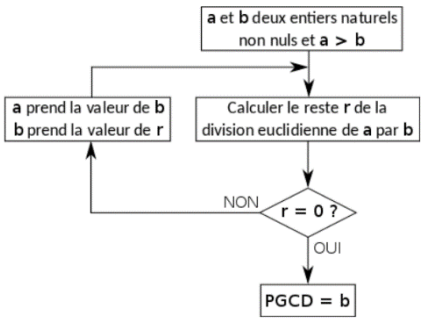



**Figure 15.** Algorithme de PGCD

### 2.2.2 Choix didactiques

Les concepteurs de contenu déclarent passer par deux étapes principales pour élaborer le contenu du MOOC : 1) une étude épistémique du contenu d'algorithmique, 2) une scénarisation pédagogique des activités du MOOC. Ainsi, afin d'identifier le savoir de référence sur lequel l'équipe de conception de contenu pourrait baser son étude épistémique, elle procédait à la recherche des travaux de recherche publiés qui permettent d'identifier les éléments de base de l'algorithmique. En effet, le concepteur 1 a déclaré sélectionner les articles de recherche et les thèses qui ont permis à l'équipe de conception de caractériser le savoir savant de référence pour le contenu d'algorithmique.

> *« concepteur 1 : Euh… ; nous avons commencé le travail de conception du contenu par une analyse épistémique du contenu d'algorithmique…, en fait…afin d'identifier le savoir de référence sur lequel nous pourrons baser [notre étude transpositive] …euh…, et bien, nous procédons à la recherche des travaux de recherche publiés dont l'objet principal est la caractérisation des concepts, procédures et attributs de l'algorithmique. Nous avons sélectionné les articles de recherche et les thèses qui sont jugés pertinents. Cette recherche bibliographique nous a permis de caractériser le savoir savant de référence pour le contenu d'algorithmique… euh.., l'analyse épistémique montrait que les concepts d'algorithme, variable, instruction de base… euh.. qui sont l'affectation la lecture et l'écriture) aussi…les… les instruction conditionnelle les instruction répétitive…tant que faire pour faire et répéter jusqu'a [….]… Voilà…»*

Le concepteur 1 a énoncé également que l'équipe s'est basé également sur des pratiques sociales des ingénieurs en informatique pour aborder les conditions et les boucles :

> *« concepteur 1 : j'ai oublié également eh bien … de vous dire que, nous nous sommes référés également aux pratiques sociales des ingénieurs informatiques à travers le problème d'autoroute. Dans cette situation concrète, les apprenants découvrent l'utilité des instructions conditionnelles et répétitives pour résoudre [ce type] de problème »*

**Modèle cognitif du contenu d'algorithmique**

Pour les concepteurs, le contenu est élaboré en construisant dans un premier temps, le modèle cognitif qui représente les concepts et les relations entre les concepts ainsi que les critères de décomposition du contenu en unités pédagogiques.

> *« concepteur 2 : Pour préparer le contenu, nous avons défini de l'objectif principal du cours…euh.., puis nous avons identifié les concepts rentrant dans cet objectif enfin, nous avons procédé à une élaboration du modèle pédagogique hiérarchisant ces concepts »*

Le contenu est ensuite découpé en unités pédagogique en regroupant les concepts déterminés dans l'analyse épistémique (variable, tableau, instruction de base, condition, boucle, etc.). Pour une modélisation de ce regroupement de concepts, les concepteurs ont représenté la nature des liens entre les différents concepts identifiés en se basant sur le langage UML (Unified Modeling Language). En effet, ce modèle représente sous forme graphique, les liens permettant de comprendre les propriétés sémantiques des concepts qui sont de de trois types : antériorité, généralisation et spécialisation :

> *« concepteur 1 : Ce modèle identifie les concepts déjà déterminés dans l'analyse épistémique,* ***les liens entre ces concepts*** *[antériorité,] généralisation et spécialisation et aussi les caractéristiques de ces concepts et leur regroupement en unité pédagogique »*

La figure ci-dessous (figure 16) illustre le modèle cognitif de l'algorithmique construit par les concepteurs du contenu.

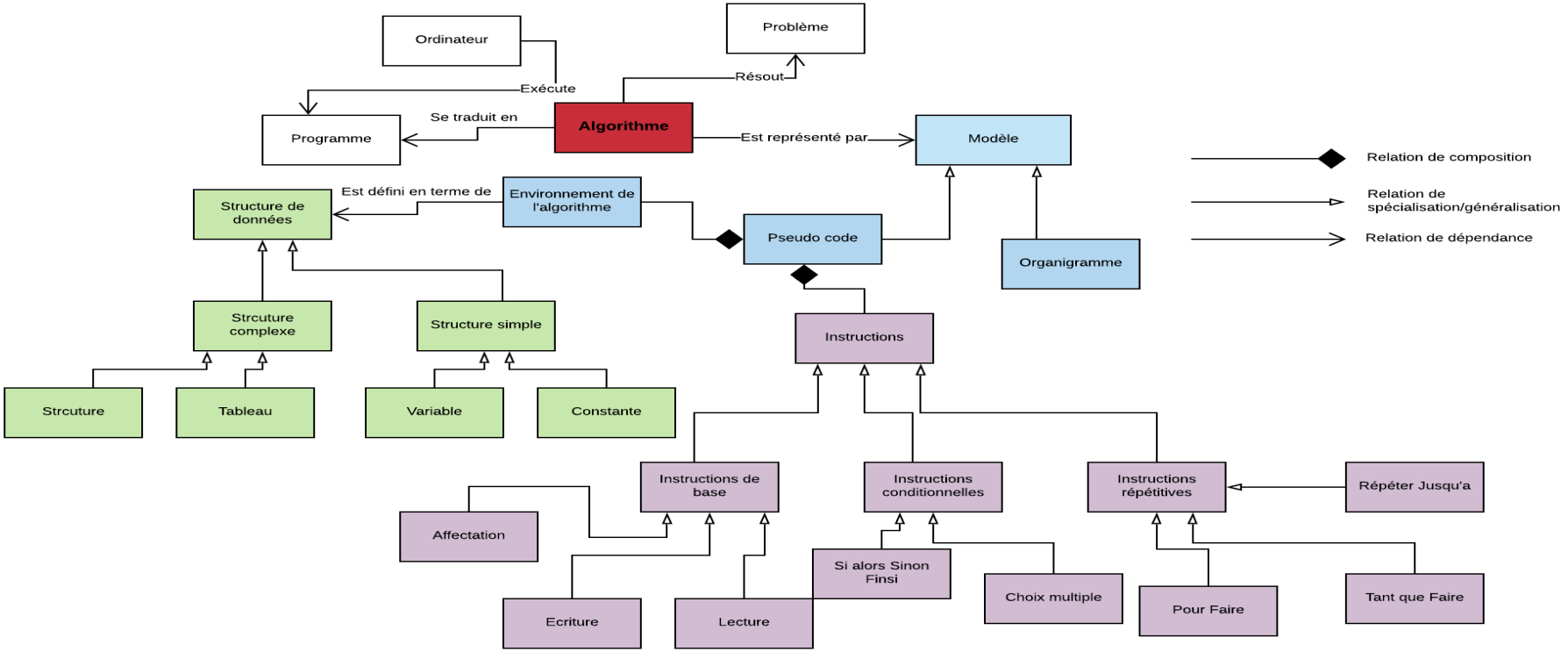



**Figure 16.** Modèle cognitif de l'algorithmique retenu

**Modèle pédagogique**

Dans un deuxième temps, le modèle pédagogique est construit en décrivant les tâches d'apprentissage qui sont associées à chaque unité ainsi que les ressources mises à disposition des étudiants. Ainsi, les concepteurs du contenu ont identifié six unités pédagogiques en lien avec les concepts de base d'algorithmique qui sont : l'introduction à la notion de l'algorithme, les instructions de base, les instructions conditionnelles, les instructions répétitives, les tableaux à une dimension et les tableaux à deux dimensions et deux unités en lien avec la traduction de l'algorithme en langage C.

> *« concepteur 1 : Le MOOC est organisé en semaines…il y a 6 semaines obligatoires consacrées à l'algorithmique et 2 semaines optionnelles de programmation en langage C…euh.., eh bien chaque semaine se compose de plusieurs unités pédagogiques composées de vidéo, de page web, de quiz et d'un forum de discussion qui permet d'échanger autour des thèmes abordés… »*

Le concepteur 1 a souligné que l'équipe de conception a procédé à une classification des compétences visées chez l'étudiant selon les types de données et de traitements. Ce concepteur distingue ainsi 4 compétences algorithmiques visées : C1 : *résoudre un problème à donnée simple et traitement simple*, C2 : *résoudre un problème à donnée composée et traitement simple*, C3 : *résoudre un problème à donnée simple et traitement composée* et C4 : *résoudre un problème à donnée composée et traitement composée*. Les données simples se réfèrent aux données mobilisant les variables et les constantes. Les données composées se réfèrent aux tableaux et structures. Les traitements composés se rapportent aux instructions composées de plusieurs instructions simples (instructions conditionnelles et répétitives) à savoir l'imbrication des conditions ou des boucles.

Les tâches d'apprentissage sont organisées pour que les différentes compétences C1, C2, C3 et C4 soient facilement acquises de manière graduée. Les tâches d'apprentissage sont diverses : consulter une vidéo, réaliser un quiz, faire une activité dans le cadre d'un jeu sérieux, etc. Chaque tâche d'apprentissage doit aboutir à l'appropriation d'un concept algorithmique qui permettra ensuite d'en appréhender un autre. Ainsi, il y a une hiérarchisation des concepts et par conséquent des tâches d'apprentissage qui sont présentées dans un ordre croissant de difficulté comme l'illustre cet extrait :

*« concepteur 2 : la semaine 0 présente globalement le dispositif…y compris une prise en main de la plateforme MUN et introduction générale au MOOC [algorithmique concepts de base et application] …eh bien.. pour les autres semaines, euh elles sont organisées en thématiques selon un ordre de difficulté croissante : du simple au complexe c'est-à-dire que ce soit dans les vidéos de présentation des concepts ou des quizz…on commence par des exemples faciles puis on aborde petit à petit des notions complexe […] la semaine 2 est consacrée aux conditions ben dans cette semaine-là les choses commence un petit peu d'être difficiles eh bien on aborde les boucles [du coup]…, euh…, on a proposé une multitude d'exemples illustratifs afin de comprendre au mieux le déroulement de chaque boucle… et cela de même pour les semaines 4 et 5 qui traiteront respectivement les tableaux à une dimension et tableaux à deux dimensions »*

**Organisation des tâches d'apprentissage**

Le concepteur 1 du contenu a déclaré introduire, dans la semaine 1, la notion d'algorithme par analogie au fonctionnement de cerveau humain (système de traitement de l'information) en présentant un exemple de calcul des diviseurs de deux nombres.

*« concepteur 1 : l'œil lie les deux nombres affichés 20 et 14 sur l'écran…hum…ensuite…Il transmit…eh bien, les deux valeurs au cerveau qui se charge de les mémoriser…. puis, le cerveau calcule les divisions. Enfin, le résultat est obtenu et de la même manière, l'ordinateur lit les deux valeurs via le périphérique d'entrée [clavier], de la même manière stocke les données dans des variables et puis traite ces données en calculant la division dans l'unité de traitement et affiche le résultat via le périphérique de sortie»*

La figure ci-dessous montre une capture d'écran d'une page de MOOC[18] qui décrit cet exemple.

[18] https://www.mun.ma/courses/course-v1:UHP+UHP004+session01/courseware/943332fbd5b846ca9227f44c279581f0/dc21839f40714db7a3628fc73e6873c0/2?activate_block_id=block-v1%3AUHP%2BUHP004%2Bsession01%2Btype%40vertical%2Bblock%40b95cc41851e3494ea9c86ce0089ad86b

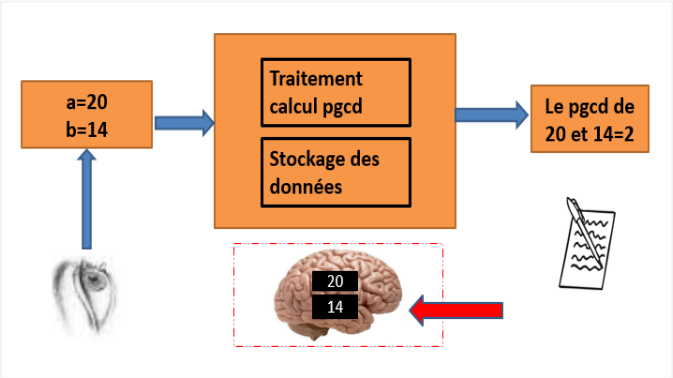



**Figure 17.** Introduction à la notion d'algorithme

Les autres semaines sont organisées en thématiques selon un ordre de difficulté croissant : du simple au complexe c'est-à-dire que ce soit dans les vidéos de présentation des concepts ou les quizz, on commence par des exemples faciles puis on aborde progressivement des concepts complexes

> *« concepteur 2 : et bien, dans la semaine 1, on traite les variables et les instructions de base en algorithmique…vient ensuite, la semaine 2 est consacrée aux conditions. Alors, pour la semaine 3 aborde les boucles ; une multitude d'exemples illustratifs est proposée afin de comprendre au mieux le déroulement de chaque boucle….puis… de même pour les semaines 4 et 5 qui traite les tableaux à une dimension et tableaux à deux dimensions voilà ! »*

Le tableau suivant décrit les unités pédagogiques du MOOC conçu.

**Tableau 14.** Description des unités pédagogiques du MOOC

| Unités pédagogique (UP) | Champs cognitifs | Objectifs pédagogiques | Prérequis |
|---|---|---|---|
| **UP1** : Prise en main de la plateforme et généralités | • Les systèmes de traitement de l'information (STI) | L'apprenant sera en mesure de :<br>• Décrire les STI et les différentes composantes d'un ordinateur selon l'architecture de Von Neumann<br>• Décrire les différents niveaux de programmation<br>• Expliquer comment un | Aucun prérequis |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | microprocesseur exécute un programme | |
| **UP2 :** Instructions de base | • Affectation<br>• Lecture<br>• Ecriture | L'apprenant sera en mesure de :<br>• Introduire le concept d'algorithme à travers l'algorithme d'Euclide<br>• Découvrir l'intérêt des algorithmes, de l'écriture et de la lecture<br>• Découvrir qu'est-ce qu'une variable<br>• Manipuler une variable<br>• Découvrir l'intérêt des instructions de base et les utiliser | Système de traitement de l'information |
| **UP3 :** Instructions conditionnelles | • Si alors Sinon Finsi<br>• Choix imbriqués | L'apprenant sera en mesure de :<br>• Découvrir l'intérêt des instructions conditionnelles et les utiliser | • La variable<br>• Les instructions de base |
| **UP4 :** Instructions répétitives | • Répéter jusqu'à<br>• Tant que Faire<br>• Pour Faire | L'apprenant sera en mesure de :<br>• Découvrir l'intérêt des instructions répétitives et les utiliser<br>• Distinguer les boucles où le nombre d'itération est connu à l'avance des boucles où le nombre d'itération n'est pas connu à l'avance | • La variable<br>• Les instructions de base |
| **UP5 :** Les tableaux à une dimension | • Tableaux à une dimension | L'apprenant sera en mesure de :<br>• Découvrir l'intérêt des tableaux à une dimension et les utiliser | • Structure de donnée simple : variable et constante<br>• Instructions de base |
| **UP6 :** Les tableaux à deux dimensions | • Tableau à deux dimensions | L'apprenant sera en mesure de :<br>• Découvrir l'intérêt des tableaux à deux dimensions et les utiliser | • Structure de donnée simple : variable et constante<br>• Instructions de base<br>• Tableaux à une dimension |
| **UP7 :** De l'algorithme au | • Traduction des algorithmes en | L'apprenant sera en mesure de : | • Une variable<br>• Les instructions |

| | | | |
|---|---|---|---|
| programme en langage C (1) | programme C mobilisant les variables, les instructions de base et les conditions | • Elaborer des programmes en langage C manipulant des instructions de base et les conditions | de base |
| **UP8 :** De l'algorithme au programme en langage C (2) | • Traduction des algorithmes en programme C mobilisant les boucles et tableaux | L'apprenant sera en mesure de :<br>• Elaborer des programmes en langage C manipulant des instructions répétitives et tableaux | • Les boucles<br>• Les tableaux |

### 2.2.3 Prise en compte des fonctionnalités du MOOC et massification dans l'élaboration du contenu

A la question de savoir si le contenu est adapté en tenant compte des fonctionnalités de la plateforme, les concepteurs du contenu indiquent qu'ils ont procédé à une transposition par une médiatisation des ressources du cours déjà existant et diffusé sur une plateforme Moodle. En effet, le contenu en termes de concepts et procédures de l'algorithmique reste presque identique à celui d'un cours universitaire :

> *« concepteur 1 : les concepts et les procédures du contenu de l'algorithmique reste les mêmes que le cours en présentiel… hum…, cependant la manière de transmission de ce contenu est adaptée dans le cadre d'un MOOC… mais en général le contenu reste inaltéré ! c'est-à-dire les concepts de l'algorithmique du cours traditionnel»*

Cependant, la manière de présentation de ce contenu et d'évaluation des compétences algorithmiques sont quasiment changées en tenant compte des fonctionnalités offertes par les fonctionnalités du MOOC. Ainsi, pour décrire l'exécution d'un algorithme dans un MOOC, l'équipe remplace l'utilisation du tableau pour l'explication de l'exécution des algorithmes par une animation décrivant progressivement ce processus de déroulement :

> *« concepteur 1 : pour montrer l'exécution d'un algorithme dans un MOOC, et bien on ne dispose pas d'un tableau pour l'explication de chaque étape de déroulement de l'algorithme….cela est remplacé par une animation décrivant pas à pas ce processus d'exécution tout au long des vidéos des semaines du MOOC »*

Selon les concepteurs, cette animation permet aux étudiants de comprendre principalement le déroulement des conditions et des instructions répétitives qui nécessitent une imagination d'un modèle d'exécution d'algorithme : par exemple lorsqu'on déclare une variable on crée une boite contenant trois cases : nom de la variable, type de la variable et la valeur de la variable, l'affectation permet d'affecter la valeur à la troisième case (écraser l'ancienne valeur si la variable a déjà une valeur).

> *« concepteur 1 : cette animation permet aux étudiants d'assimiler l'exécution pas à pas des algorithmes et cela est utile par exemple pour comprendre l'affectation en trois cases : créer une boite ayant le nom de la variable, le type de la variable et la valeur de la variable»*

En ne disposant pas des outils informatiques intégrés dans la plateforme pour évaluer les productions d'algorithme réalisées par les participants, l'équipe de conception est limitée par les fonctionnalités de la plateforme *edx*. Elle a ainsi détourné[19] les types d'exercices proposés par la plateforme *edx*. Plus précisément, le texte à saisir est utilisé pour demander aux étudiants de compléter des algorithmes proposés (figure ci-dessous)

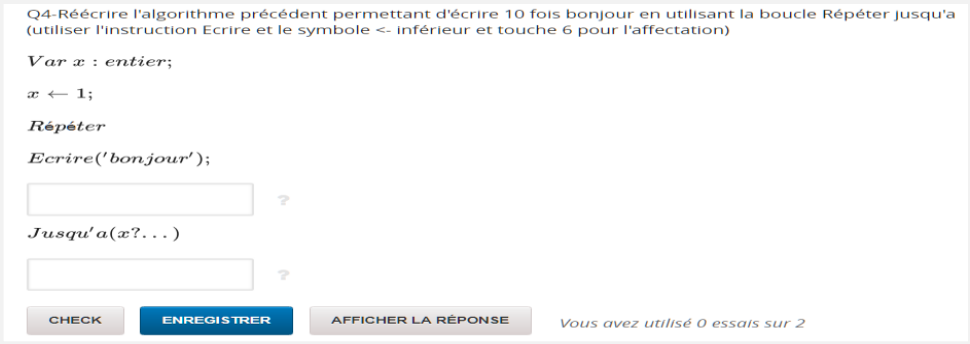



**Figure 18.** Exemple de fonctionnalités d'*edx*

Le nombre massif des étudiants a amené l'équipe de conception du contenu également à diminuer la charge horaire des semaines de telle manière à permettre aux différents types de public y compris les personnes qui travaillent la journée d'y participer. Les concepteurs

[19] Dans le sens de Rabardel (1995)

cherchent à atteindre divers publics. En effet, pour suivre le MOOC, l'équipe de conception du contenu a fait référence à la maîtrise des notions en mathématiques et aucun niveau scientifique n'a été précisé.

# Chapitre 5 : Recueil et analyse des données

*Dans ce présent chapitre, nous listons et détaillons, dans un premier temps, les instruments utilisés dans la collecte de données (et leurs modalités de conception) pour examiner l'élaboration du contenu par les concepteurs du contenu et sa construction par les étudiants. Ensuite, nous abordons le plan d'analyse de données en décrivant l'analyse du questionnaire, l'analyse lexicale des entretiens par le logiciel Iramuteq et l'analyse thématique des entretiens en détaillant les grilles d'analyse illustrées par des exemples de codage.*

# 1. Protocole de recueil des données

Afin d'apporter des éléments de réponses aux questions de recherches posées, trois types d'outils de collecte de données sont choisis : le questionnaire, les entretiens et les traces de données. Pour répondre au premier objectif opérationnel de recherche portant sur les processus mis en œuvre pour élaborer le contenu (délimitation du savoir, découpage et son organisation, évaluation et ressources pédagogiques), nous privilégions le discours de deux concepteurs du contenu déclaré lors des entretiens, comme cela vient d'être développé dans le chapitre précédant. Pour répondre à l'objectif opérationnel de recherche portant sur la construction du contenu, nous privilégions des indices à repérer dans le discours énoncé dans le questionnaire et les entretiens avec les étudiants pour identifier la manière dont ils construisent le contenu au sein et en relation avec le MOOC.

Pour le questionnaire aux inscrits dans le MOOC, nous l'avons auto-administré en ligne à travers l'outil limesurvey[20]. Les participants y ont répondu dans le délai déterminé. Nous avons choisi ce type de questionnaire en format numérique vu qu'il permet une privauté et liberté des réponses (Villegas, 2015). Les questions sur les stratégies mises en œuvre par les participants pour appréhender le contenu d'algorithmique véhiculé dans le MOOC contenaient des questions fermées obligatoires. En effet, le questionnaire ne pouvait terminer qu'après l'avoir rempli entièrement. Le questionnaire a été envoyé à tous les participants ayant suivi le MOOC (201 étudiants) durant la session bêta-test (54 étudiants) et la première session (147 étudiants). 130 participants ont accepté notre invitation et ont répondu au questionnaire. Les entretiens ont été menés avec un effectif réduit de ces participants constitué de 20 étudiants de la filière MIP de la Faculté des Sciences et Techniques de Settat.

Les traces de données issues des posts de discussion (28 posts), montrant les stratégies d'apprentissage adoptées par les étudiants pour construire les concepts et les procédures de l'algorithmique, complètent la collection des données. Nous justifions le choix des posts de

[20] https://www.limesurvey.org/

discussion par le fait qu'ils incluent aussi bien les posts centrés sur un contenu qui permettent d'identifier les performances didactiques cognitives manifestées (posts répondants à une question liée au sujet) que les posts non liés au contenu qui permettent d'inférer les performances didactiques techniques et sociales manifestées (posts qui renvoient plutôt aux sujets sociaux, logistiques et techniques) (Almatrafi et al., 2018 ; Wise et al., 2017). L'intérêt de l'utilisation des traces des forums de discussion repose sur la richesse des interactions qu'elles engagent entre les acteurs. Elles sont l'un des moyens permettant de construire le sens que les participants donnent à leurs pratiques, pour investiguer la façon dont ils s'approprient le contenu et le dispositif MOOC (Roux et Mayen, 2013).

## 1.1 Investigation pour analyser l'élaboration du contenu

L'entretien avec les deux concepteurs du contenu est structuré en trois axes (Annexe 2) : «*identification de l'interviewé», «sa représentation du contenu»* et *«les démarches adoptées pour concevoir le contenu d'algorithmique*». Nous avons commencé notre entretien par des questions sur la fonction qu'occupe chaque membre de l'équipe pédagogique interviewé dans le cadre du MOOC en précisant ses contributions dans les phases d'élaboration du contenu d'algorithmique. Ensuite, nous avons examiné les manières de représentation du contenu ainsi que leurs choix épistémiques et didactiques pour concevoir le contenu du MOOC. Ainsi, nous nous sommes attachés à entretenir le dialogue avec les concepteurs par des questions de relance qui se focalisent sur les démarches adoptées pour élaborer le contenu en précisant les origines du MOOC, l'organisation des séquences du MOOC et l'adaptation du contenu. Ainsi, par exemple la question de départ « *En prenant appui sur votre expérience de concepteur de MOOC, pourriez-vous décrire en gros les étapes de votre démarche pour préparer le contenu véhiculé via le MOOC ?* » a été posée afin de comprendre les étapes de conception du contenu. Cette dernière est suivie d'une question de relance *« Pourriez- vous prendre exemple sur une séquence programmée sur le MOOC en termes d'identification de contenu, de découpage et scénarisation et du choix des types d'activités ?»* qui nous a permis d'amener l'interviewé à préciser certains aspects de l'élaboration à savoir le découpage, la scénarisation des activités et les choix des types d'activités. Ainsi, les thèmes suivants structurent l'entretien avec les concepteurs du contenu :

- Fonction du concepteur : fonction qu'occupe chaque membre dans le cadre du MOOC ;
- Représentation du contenu par les concepteurs : les éléments centraux d'un algorithme et définition de chaque élément ;
- Conception du dispositif MOOC : l'origine de l'idée du MOOC, les étapes de conception du MOOC en termes d'identification du contenu, de découpage et scénarisation, du choix des types d'activités, de l'organisation des séquences du MOOC et d'adaptation du contenu.

## 1.2 Investigation pour analyser la construction du contenu

### 1.2.1 Questionnaire

Le cadre théorique didactique mobilisant le concept de la performance didactique constitue la base principale de notre questionnaire. Cependant, d'autres catégories ont été incorporées dans le but de construire un outil plus complet qui sert à analyser, entre autres, les différentes stratégies cognitives et métacognitives ainsi que la gestion des ressources par les apprenants du MOOC. Ainsi, ce questionnaire permet de dégager les différentes performances didactiques cognitives, techniques et sociales, les stratégies métacognitives mises en place par les apprenants dans le MOOC et les manières de gestion des ressources. Ce questionnaire se réfère essentiellement à la notion de performance didactique (Wojcieszak et Zaid, 2016 ; Zaid, 2012, 2017) et le modèle « Motivated Strategies for Learning questionnaire » (Duncan et McKeachie, 2005 ; Pintrich, 2003 ; Pintrich, Smith, Garcia et McKeachie, 1991) pour examiner les stratégies d'apprentissage des étudiants. Pintrich classifie les stratégies d'apprentissage en trois catégories (Duncan et McKeachie, 2005 ; Pintrich et De Groot, 1990) : les stratégies cognitives, les stratégies métacognitives et la gestion des ressources. Les stratégies cognitives se réfèrent à des stratégies de traitement de l'information à savoir la mémorisation, l'élaboration et l'organisation. Les stratégies métacognitives concernent les situations dans lesquelles les stratégies cognitives peuvent être utiles et la façon dont elles doivent être adoptées dans diverses tâches (Bosson, Hessels et Hessels-Schlatter, 2009). Ainsi, les apprenants doivent, en plus des stratégies cognitives, développer des stratégies métacognitives sur ces stratégies cognitive dans le but de contrôler l'application des stratégies et évaluer leurs effets (planifier, réguler et monitorer). La planification constitue une mise au point préalable de la manière d'approcher

une tâche ainsi que le choix des stratégies adéquates. La régulation correspond à la mise en œuvre des traitements cognitifs lorsque le traitement initial n'est pas satisfaisant en augmentant des efforts et/ou gérant le temps que l'on dispose (Gagnière, 2010). Le contrôle (monitoring) est considéré comme le suivi conscient de l'activité et son évaluation. Ainsi, l'apprenant vérifie que ce qu'il réalise colle bien avec ses objectifs d'apprentissage déjà fixés. La gestion des ressources décrit les stratégies pour gérer le temps et l'environnement d'étude (Duncan & McKeachie, 2005 ; Pintrich, 2003). Dans le but de comprendre encore plus le processus d'apprentissage des étudiants dans le MOOC, nous avons ajouté une autre catégorie afin de dégager leurs difficultés d'apprentissage en adaptant au notre contexte, un questionnaire réalisé dans le cadre de deux recherches antérieures : une, visait à identifier les stratégies d'apprentissage en formation ouverte à distance en langues étrangères : (Segantin Teruggi, 2017) et l'autre examinait comment les élèves et les étudiants s'approprient les concepts d'algorithmique (Nijimbere, 2015). Ainsi, cette catégorie comprend les difficultés liées aux fonctionnalités ou outils du MOOC, les difficultés en lien avec l'organisation et la scénarisation pédagogique du MOOC et d'autres liées au contenu. Le tableau ci-dessous décrit les six catégories considérées et les références sur lesquelles nous nous sommes basés pour élaborer le questionnaire (Annexe 3).

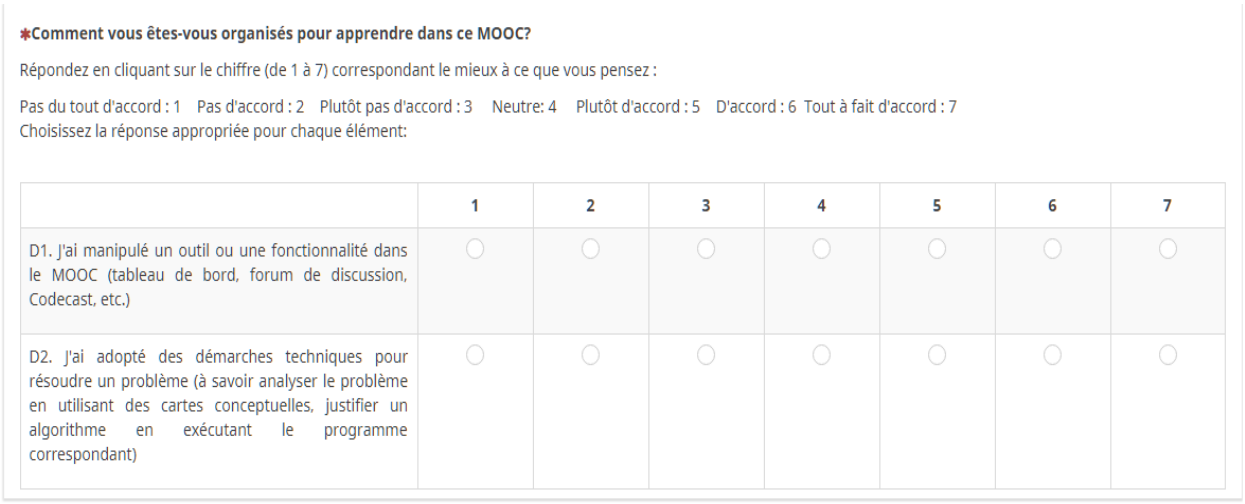
**Tableau 15.** Structure du questionnaire

<table>
<tr><td colspan="4">Structuration du questionnaire pour analyser la construction du contenu</td></tr>
<tr><td colspan="2">Stratégie d'apprentissage</td><td>Questions</td><td>Cadre de référence</td></tr>
<tr><td rowspan="4">I. Performance didactique cognitive</td><td>Indicateurs de la performance didactique cognitive</td><td>C1, C2, C3</td><td>• Performance didactique cognitive (Zaid, 2012, 2017 ; Wojcieszak et Zaid, 2016)</td></tr>
<tr><td>Elaborer</td><td>C4, C5, C6</td><td rowspan="3">• Motivated Strategies for Learning questionnaire (MSLQ) (Duncan et McKeachie, 2005 ; Pintrich, 2003 ; Pintrich, 2003 ; Pintrich, Smith, Garcia et McKeachie, 1991)</td></tr>
<tr><td>Organiser</td><td>C7, C8</td></tr>
<tr><td>Mémoriser</td><td>C9, C10, C11, C12</td></tr>
</table>

| | | | |
|---|---|---|---|
| II. Performance didactique technique | | **D1, D2** | • Performance didactique technique (Zaid, 2012, 2017 ; Wojcieszak et Zaid, 2016) |
| III. Performance didactique sociale | | **E1, E2, E3, E4** | • Performance didactique sociale (Zaid, 2012, 2017 ; Wojcieszak et Zaid, 2016) |
| IV. Stratégie métacognitive | Monitorer | **F1, F2, F3, F4, F5** | • MSLQ(Duncan & McKeachie, 2005 ; Pintrich, 2003; Pintrich, 2003 ; Pintrich, Smith, Garcia, & McKeachie, 1991) |
| | Planifier | **F6, F7** | |
| | Réguler | **F8, F9, F10, F11** | |
| V. Gestions du temps et de l'environnement | | **G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7** | • MSLQ (Duncan et McKeachie, 2005; Pintrich, 2003 ; Pintrich, 2003 ; Pintrich, Smith, Garcia et McKeachie, 1991) |
| VI. Difficultés | Matérielles (outils et accès au MOOC) | **H1, H2, H6** | • Segantin Teruggi (2017) |
| | Scénario pédagogique | **H3, H4, H6** | |
| | Contenu du MOOC | **H4, H5, H6** | • Nijimbere (2015) |

Quant aux réponses aux questions, diverses formes sont présentes dans ce questionnaire. En effet, certaines questions contiennent des réponses sous formes multiples à réponses unique (par exemple, pour répondre à cette question : quel est votre diplôme le plus élevé ? multiples réponses sont proposées : « Bac », « DUT », « Bac+2 ou 3 », « Bac+4 », etc.). Des questions intègrent également des réponses sous formes dichotomiques à savoir /masculin, oui/non. Enfin, d'autres questions sur les stratégies d'apprentissage incluent des réponses multiples à réponse unique en utilisant des échelles de Likert. Par exemple, pour examiner les performances didactiques des étudiants, on a utilisé cette échelle (figure ci-dessous) qui permet de demander

aux participants un degré d'accord ou de désaccord avec un énoncé. Ainsi, dans l'exemple ci-dessus, les choix des réponses correspondent aux modalités suivantes : « Pas du tout d'accord », « Pas d'accord», « Plutôt d'accord», « Neutre »,« Plutôt d'accord», « D'accord » et « Tout à fait d'accord ».



***Comment vous êtes-vous organisés pour apprendre dans ce MOOC?**

Répondez en cliquant sur le chiffre (de 1 à 7) correspondant le mieux à ce que vous pensez :

Pas du tout d'accord : 1 Pas d'accord : 2 Plutôt pas d'accord : 3 Neutre: 4 Plutôt d'accord : 5 D'accord : 6 Tout à fait d'accord : 7
Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément:

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D1. J'ai manipulé un outil ou une fonctionnalité dans le MOOC (tableau de bord, forum de discussion, Codecast, etc.) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| D2. J'ai adopté des démarches techniques pour résoudre un problème (à savoir analyser le problème en utilisant des cartes conceptuelles, justifier un algorithme en exécutant le programme correspondant) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Figure 19.** Question avec des réponses multiples à réponse unique en utilisant l'échelle de Likert

### 1.2.2 Entretiens avec les étudiants

L'entretien avec les vingt étudiants de la Faculté des Sciences et Techniques de Settat est structuré en trois axes : *«représentation du contenu», «stratégies d'apprentissage» et «difficultés rencontrées»*. La grille des questions (Annexe 3) décrit les thèmes suivants qui structurent l'entretien avec les étudiants.

Le premier axe du guide concerne les manières de représentation du contenu d'algorithmique par les étudiants ainsi que les connaissances acquises en termes de concepts et procédures de l'algorithmique. Cette partie contient des questions qui permettent d'identifier les représentations des étudiants sur l'algorithmique en général, les éléments acquis, les éléments considérés centraux et leurs définitions.

Extrait du guide de l'entretien

**Axe 1 : Représentation de l'algorithmique et connaissances acquises**

- D'après vous, à quoi sert l'algorithmique ?
- Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ?
- Quelles sont les notions qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ?
- Quels sont les notions ou concepts incontournables pour élaborer un algorithme ?
- Pouvez-vous définit chacun de ces concepts ?

Le deuxième axe du guide de l'entretien porte sur les stratégies d'apprentissage mises en oeuvre par les étudiants pour s'approprier le contenu d'algorithmique dans le MOOC. Plus spécifiquement, cet axe comprend 3 sous axes : le déroulement effectif du dispositif, les interactions avec les vidéos et les interactions avec les activités du MOOC.

Le sous axe « déroulement effectif » contient des questions qui permettent de préciser les tâches proposées, ses principales phases de réalisation et les traces produites pendant les activités du MOOC.

Extrait du guide d'entretien

**Axe 2 : Stratégies d'apprentissage**

**Sous axe : Déroulement effectif du dispositif**

1) En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ?
2) Quelle était la ou les tâches proposées ?
3) Quelles étaient les principales phases de réalisation des tâches ?
4) Quel était le rôle de l'enseignant ou animateur ?
5) Quelles sont les traces que vous avez produites pendant cette activité ?

Le sous axe « interactions avec les vidéos du MOOC » interroge les actions pendant et après le visionnement des vidéos du MOOC. Ce sous axe contient des questions qui précisent les manières d'interactions avec les vidéos à savoir la mémorisation du contenu des vidéos, le retour aux vidéos, la prise de notes, l'utilisation des graphiques ou les captures d'écran, etc.

Extrait du guide d'entretien

**Axe 2 : Stratégies d'apprentissage**

**Sous axe : interactions avec les vidéos du MOOC**

1) Comment avez-vous interagi avec les vidéos ?

- Avez-vous regardé les vidéos en entier une fois et après vous avez repris des Morceaux ?
    - Avez-vous fait tout de suite des pauses ?
    - Avez-vous regardé les vidéos en entier comme dernière chose
    - Pourquoi ? (pour tous les éléments précédents)

2) Après avoir consulté une vidéo ou une ressource, avez-vous noté d'une manière ou d'une autre ce que vous avez regardé et/ou écouté (graphiques, tableaux, captures d'écran) ?
3) Et après avoir terminé toute une séquence, êtes-vous revenu à la vidéo ? Ou à d'autres activités ?

- Etes-vous revenu aux concepts d'algorithmiques ? à leurs utilisations ?
- Avez-vous pris des notes sur ce que vous avez fait, appris, échoué ? Comment ?

Le sous axe « interactions avec les activités du MOOC » interroge les interactions avec les activités à savoir la consultation d'une ressource ou le quiz. Ce sous axe comprend des questions qui permettent d'identifier des actions pendant l'interaction avec des activités à savoir la consultation d'une ressource ou un quiz. Ces actions incluent par exemple le comportement de l'apprenant vis-à-vis les quiz (rétroaction fournie, répétition de ce qu'il n'a pas compris, l'ordre de suivi des séquences du MOOC, etc.).

Extrait du guide d'entretien

**Axe 2 : Stratégies d'apprentissage**

**Sous axe : interactions avec les activités du MOOC**

- En ce qui concerne les activités en général proposées dans chaque séquence du MOOC, avez-vous ?
  - Eté attentif au retour fourni dans les quiz ?
  - Répété ce que vous n'avez pas bien compris ?
  - Répété certaines activités (ex. les plus difficiles pour vous) ?
- En ce qui concerne la séquence proposée dans le MOOC, avez-vous fait toutes les activités proposées dans le MOOC ?
- suivi chaque séquence dans l'ordre proposé dans le MOOC ? / les activités se déroulent-elles dans un ordre différent de celui proposé ?
- revenu à la vidéo / ne jamais revenu à la vidéo en répondant à des quiz ?

Le troisième axe du guide de l'entretien traite les difficultés rencontrées dans la tâche d'élaboration d'un algorithme en maintenant le dialogue avec les étudiants par des questions qui se focalisent sur les difficultés d'appréhension des concepts d'algorithmique appris, d'utilisation des fonctionnalités de la plateforme, de la manière de présentation du format du cours et les activités du MOOC.

Extrait du guide d'entretien

**Axe 2 : Difficultés rencontrées**

1) Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC ? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin d'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ?
2) Vous avez appris à construire un algorithme. Quelles difficultés avez-vous rencontré dans Cette tâche ?

3) Parmi les notions d'algorithmique apprises, lesquelles vous ont posé plus de difficultés ?
    - A quel niveau résidait la difficulté pour chaque notion ?
    - Quelles fonctionnalités (ou outils) du MOOC utilisé ont semblé vous poser plus de difficultés dans cette tâche ?
    - Quels matériels ou fonctionnalités avez-vous utilisé le plus ?
4) Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ?
    - Cela vous a convenu ?
    - C'était facile à utiliser ?
    - Les instructions sur la façon de procéder et ce qu'il faut faire dans chaque activité ont été claires ?
5) Y a-t-il quelque chose que vous avez apprécié particulièrement ?
6) Y a-t-il quelque chose qui a manqué ou qui vous a dérangé ?
7) Qu'en est-il des activités du MOOC ?
8) Avez-vous trouvé les activités proposées utile ?
9) Qu'avez-vous apprécié le plus ? Pourquoi ?
10) Qu'est-ce que vous avez détesté le plus ? Pourquoi ?

### 1.2.3 Les traces de données

Les traces de données ont été adoptées pour compléter le questionnaire et les entretiens en examinant les pratiques des étudiants dans les forums de discussion. En effet, les posts de discussion ont été examinés pour décrire les différentes performances didactiques des étudiants qui se sont présentées dans les forums du MOOC et qui ont eu pour rôle l'appropriation du contenu d'algorithmique au sein et en relation avec le MOOC.

Nous sélectionnons les vingt-huit messages provenant des forums de discussion du MOOC. L'information sur le forum fournie dans l'ensemble de données comprenait les éléments

suivants : description du fil de discussion[21], nombre de posts de discussion, date d'observation, post de départ de chaque fil de discussion et description de chaque post de discussion du fil (figure ci-dessous)

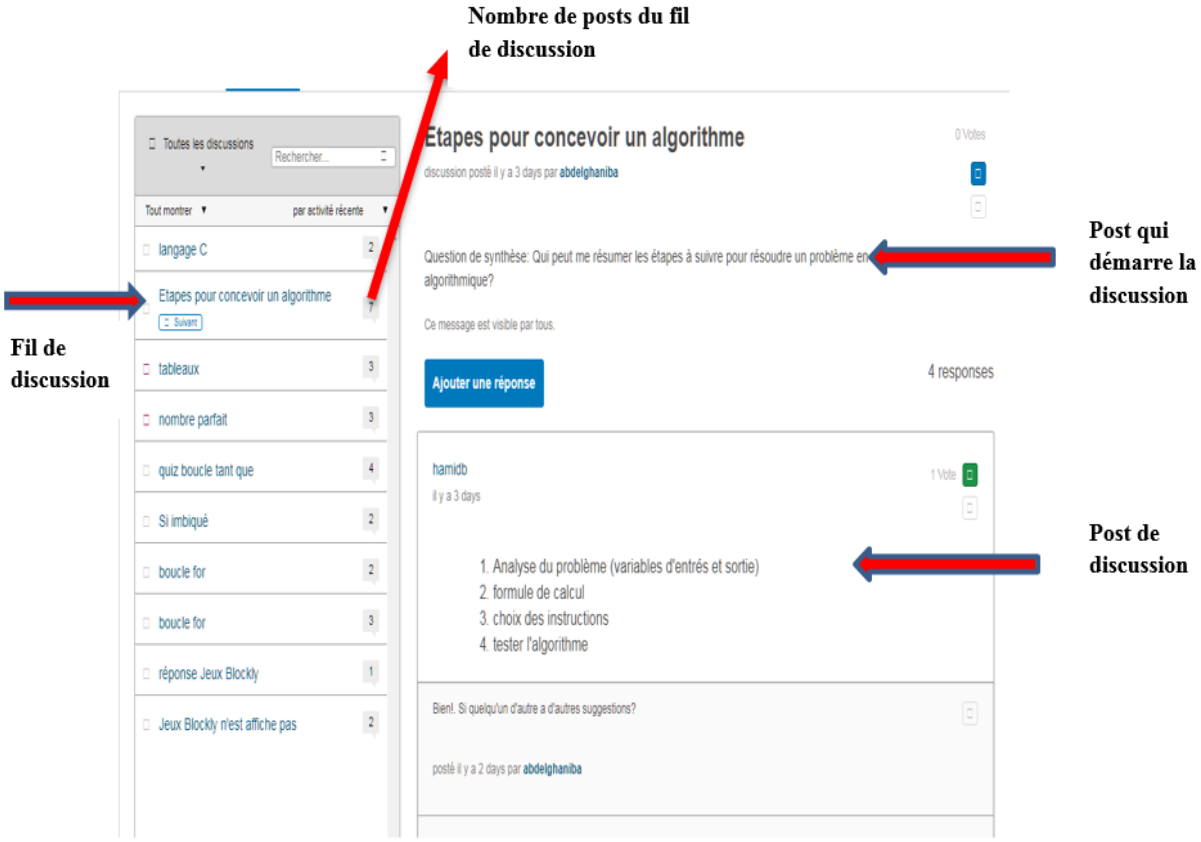



**Figure 20.** Fil de discussion

Nous synthétisons dans le tableau ci-dessous les raisons de choix de chaque instrument utilisé dans la collecte de donnée et les objectifs en termes de données de sortie.

[21] Une suite de messages consécutifs sur un même thème, classés de manière arborescente

**Tableau 16.** Raisons de choix de chaque instrument et les objectifs des instruments

| Instrument | Participants | Raisons de choix de l'instrument | Objectifs de l'instrument |
|---|---|---|---|
| Entretiens semi directifs : avec les concepteurs du MOOC « Algorithmique : concepts de base et application » | 2 concepteurs intervenant dans la phase de conception du contenu. | Cet instrument apporte plus de précision (qu'un questionnaire) sur les processus mis en œuvre par les concepteurs pour élaborer le contenu du MOOC. | • Collection des données en lien avec les indicateurs liés aux : savoirs incontournables en algorithmique, nature des références choisies par les concepteurs du contenu, découpage du contenu, progression (organisation du contenu), ressources pédagogiques, évaluation, adaptation du contenu en tenant compte de la massification et les fonctionnalités de la plateforme. |
| Questionnaire aux étudiants | Cohorte de 201 étudiants du MOOC (54 dans la session bêta-test et 147 dans la première session) | Cet instrument aide à comprendre les déclarations à propos du MOOC. En effet, elles peuvent décrire les stratégies mises en œuvre pour appréhender le contenu et les difficultés rencontrées aussi bien en contenus (concepts, procédures) | • Collection des données en lien avec les indicateurs liés à l'identification du participant et son expérience antérieures en algorithmique et programmation ;<br>• Collection des données en lien avec les indicateurs liés à l'autoévaluation de la progressivité de son apprentissage dans le MOOC ; |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | qu'en usage des outils et fonctionnalités. | • Collection des données en lien avec les indicateurs liés aux stratégies d'apprentissage : stratégies cognitives, stratégies techniques, stratégie sociales, stratégies métacognitives, stratégies de gestion des ressources dont il dispose l'étudiant en termes de gestion de temps, l'environnement d'étude et régulation d'effort,<br>• Collection des données en lien avec les indicateurs en relation avec les difficultés d'apprentissage liées au : contenu du MOOC, fonctionnalités du MOOC, présentation et organisation du MOOC. |
| Traces issues des forums de discussion | Cohorte de 201 inscrits dans le MOOC (28 posts de discussion) | Aide à distinguer les stratégies cognitives (posts centrés sur un contenu) et les stratégies sociales été techniques (posts qui ne portent pas sur un contenu) ainsi que les médiations didactiques des animateurs.du MOOC | • Cet instrument complète le questionnaire et les entretiens en recueillant des données en lien avec les indicateurs liés aux performances didactiques cognitives, techniques et sociales. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Entretiens semi directifs avec les étudiants | 20 étudiants de la deuxième année de la filière MIP de la FSTS | Entretien semi directif permet d'analyser le sens que les étudiants donnent à leurs interactions avec le contenu véhiculé dans le MOOC | • Collection des données en lien avec les indicateurs liés aux connaissances de l'algorithmique apprises et représentation du contenu :<br>o Concepts jugés par les apprenants incontournables pour élaborer des algorithmes ;<br>o Représentation que ces apprenants ont de l'algorithmique en général et ses concepts en particulier.<br>• Collection des données en lien avec les indicateurs liés aux stratégies d'apprentissage :<br>o Déroulement effectif du dispositif ;<br>o Stratégies identifiées dans les interactions avec les vidéos du MOOC ;<br>o Stratégies identifiées dans les interactions avec les activités du MOOC.<br>• Collection des données en lien avec les indicateurs liés aux difficultés rencontrées. |

# 2. Analyse des données

Nous décrivons dans ce paragraphe les différentes étapes d'analyse de données issues du questionnaire, des entretiens et des traces de la plateforme du MOOC.

## 2.1 Analyse du questionnaire destiné aux étudiants

Les différentes analyses réalisées sont des analyses statistiques descriptives qui permettent de décrire de manière synthétique la répartition des réponses obtenues. Les données issues du questionnaire sont analysées en décrivant les effectifs et les pourcentages sur le total des répondants pour chaque modalité de réponse. Ainsi, la distribution des indicateurs de la progression dans le MOOC, des performances didactiques (cognitives, techniques et sociales), des stratégies métacognitives d'apprentissage et gestion de temps ainsi que des difficultés rencontrées a été examinée. Le tableau de contingence et les graphes statistiques sont utilisés pour décrire ces données. Le tableau de contingence résulte du tri à plat et indique pour chaque modalité son effectif et/ou sa fréquence.

Exemple tiré de l'analyse de la répartition des performances didactiques techniques

**Tableau 17.** Tableau de contingence des performances didactiques techniques

| Stratégie | Fréquence |
|---|---|
| Manipuler un outil ou une fonctionnalité de la plateforme | 73,08% |
| Adopter les démarches techniques pour résoudre un problème (à savoir analyser le problème en utilisant des cartes conceptuelles, justifier un algorithme en exécutant le programme correspondant) | 54,61% |

## 2.2 Analyse des entretiens

Dans le cadre de cette recherche, les données issues des entrevues sont examinées selon une double approche lexicale et thématique alors que celles provenant des posts de discussion sont traitées selon une approche thématique (vu le petit nombre des posts de discussion)

L'analyse lexicale permet d'identifier les thématiques du discours en déterminant pour chaque thématique, les termes les plus utilisés par les étudiants pour décrire le contenu qu'ils ont construit dans le MOOC ainsi que les démarches mobilisées pour construire ce contenu.

### 2.2.1 Analyse lexicale

Afin d'explorer le sens qui sous-tend les discours des étudiants interviewés, une analyse lexicale est menée en utilisant le logiciel Iramuteq. Ce logiciel découpe le corpus textuel des discours des étudiants en Unités de Contexte Élémentaires (UCE). Dans le corpus textuel, quatre classes lexicales (correspondant à quatre espaces de sens) sont identifiées comme le montrent la figure ci-dessous. Cette analyse propose une classification hiérarchique descendante selon la méthode décrite par Reinert (1983, 1986) qui permet de représenter, par un dendrogramme, les classifications successives des unités de contexte élémentaires (UCE), ou segments, du discours.

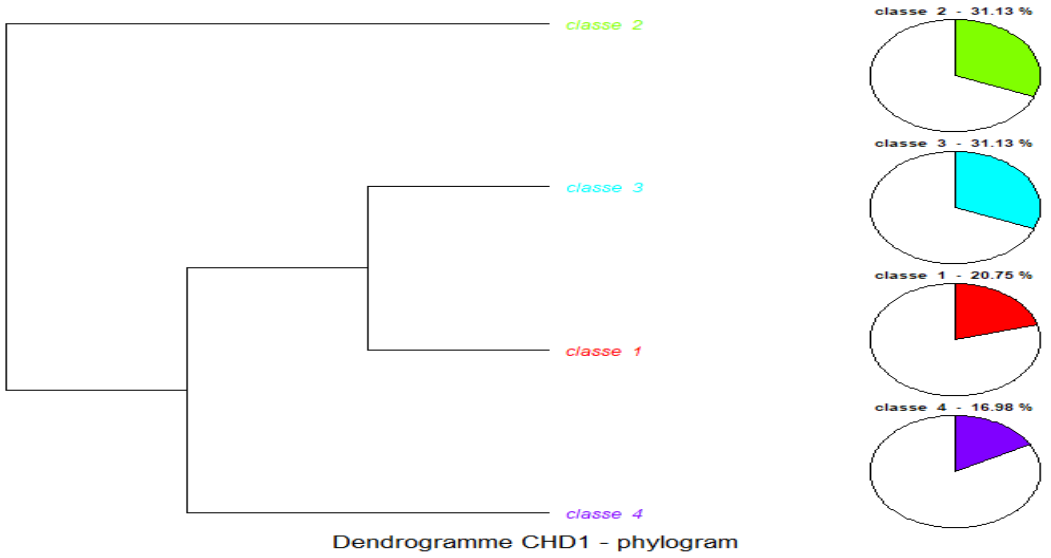



**Figure 21.** Dendrogramme issu de l'anlayse CHD avec Iramuteq des discours des étudiants

La CDH distingue ainsi 4 classes de formes sur les 63,10% de segments de textes classés (figure 21). Ont été déterminées la classe 2 puis un autre ensemble qui a été découpé en classe 4 puis deux dernières classes 1 et 3. Cette classification permet d'identifier trois espaces lexicaux : l'espace lexical représenté par les deux classes C1 et C3, l'espace lexical représenté par la classe

C4 et enfin l'espace lexical représenté par la classe C2. Les deux classes C2 et C3 représentent le plus grand nombre d'UCE (respectivement 31,1% et 31,1% des UCE analysées).

Afin d'associer une signification à chaque classe lexicale, trois fonctionnalités du logiciel ont été utilisées. D'une part, le dendrogramme (figure 22) et le graphe de la classe qui permettent d'identifier les mots les plus corrélés avec la classe. D'autre part, le concordancier de chaque mot qui affiche son contexte d'utilisation dans le corpus.

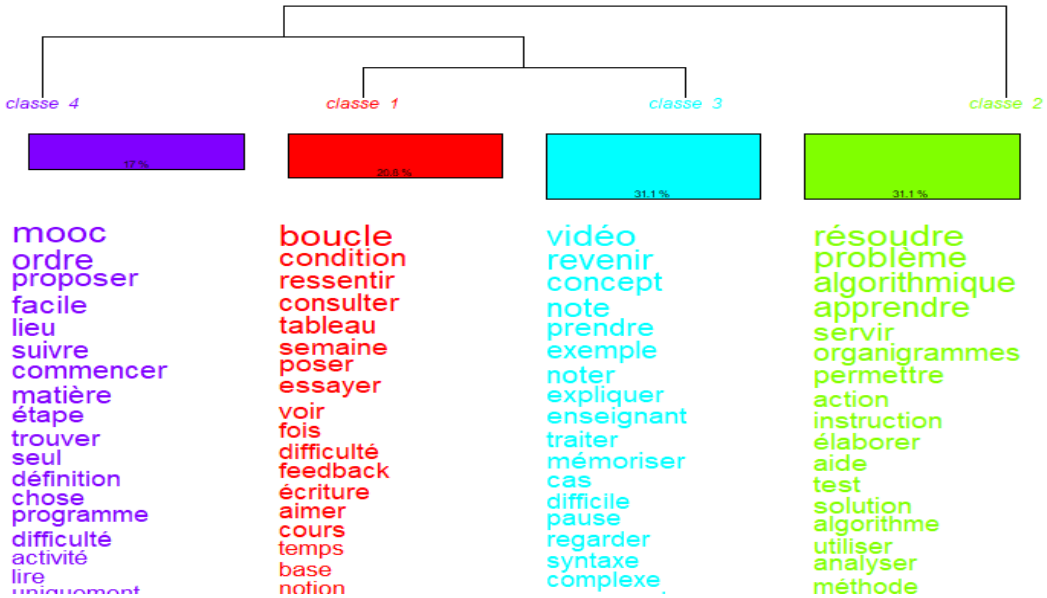



**Figure 22.** Dendrogramme montrant les formes corrélées avec chaque classe

## 2.2.2 Analyse thématique

L'analyse lexicale est précisée par la suite en utilisant l'analyse thématique. En effet, les données obtenues par les traces et les entretiens ont été analysées par le logiciel Nvivo. Ce logiciel assiste l'organisation du corpus en thématiques et sous-thématiques (catégorisation). L'analyse d'un contenu est une méthode qui décrit le discours d'un interviewé[22]. Selon Bardin (1977), cette analyse consiste, dans un premier lieu, à transformer le discours oral en texte et

[22] https://d1n7iqsz6ob2ad.cloudfront.net/document/pdf/5385921f9e291.pdf

puis, dans un deuxième lieu, à décoder ce qui a été dit. Enfin, l'analyse construit le sens du discours. La première étape « la retranscription » permet de lister les données recueillies et les mettre sous forme de données brutes appelées ou verbatim (Andreani et Conchon, 2005). La deuxième étape repose sur la codification des données en explorant les textes issus des interviews. Cette étape se caractérise par une description et classification des verbatims en fonction de la grille d'analyse. Dans cette étape, on associe des catégories aux textes analysés. Cette catégorisation consiste à établir une grille d'analyse composée de critères et d'indicateurs que l'on appelle catégories d'analyse. Deux types de codage sont présentés : le codage ouvert inductif et le codage fermé déductif. Le codage ouvert avec une démarche inductive se caractérise par une génération à partir du discours, des catégories qui ne sont pas prédéfinies avant l'étude. Par opposition à un codage fermé qui utilise les codes définis préalablement, le codage ouvert se caractérise par une ouverture sur toutes les données recueillies. Ainsi, le chercheur a une grande liberté pour analyser ces données en cherchant à émerger de nouveaux concepts et catégories possibles (Guillemette et Luckerhoff, 2016). Contrairement au codage ouvert, le codage fermé correspond à une procédure fermée dans laquelle les catégories sont déjà prédéfinies avant l'étude. Dans ce codage ouvert, les catégories d'analyse sont déterminées en analysant la littérature dans les recherches sur le sujet ou l'expérience présentée dans les études professionnelles (Andreani et Conchon, 2005).

**Analyse thématique des entretiens avec les concepteurs du contenu**

L'analyse de l'élaboration du contenu consiste en la mesure des indicateurs d'élaboration sous forme d'analyse thématique puisque nous cherchons à identifier les pratiques des interviewés (concepteurs du MOOC) liées aux manières et démarches de conception du contenu. Plus spécifiquement, cette analyse thématique est inductive/déductive. En effet, les catégories d'analyse sont définies au préalable à partir du cadre conceptuel. Cependant, d'autres nouvelles catégories émergent au cours de l'analyse des discours. Ainsi, pour analyser les entretiens avec les concepteurs pédagogiques, le codage est élaboré sur la base de la classification des contenus (concepts jugés importants) par les concepteurs, de modélisation du contenu, de sa décomposition en unités, de son organisation et adaptation (tableau ci-dessous).

**Tableau 18.** Codage des entretiens avec les concepteurs du contenu

| **Déroulement du processus d'élaboration du contenu** | **Description** | **Extraits illustratifs** |
|---|---|---|
| Etude épistémique du contenu | Concepts et procédures de l'algorithmique identifiés à l'issue de la recherche bibliographique | *« concepteur 1 : cette recherche bibliographique nous a permis de caractériser le savoir savant de référence pour le contenu d'algorithmique… euh.., l'analyse épistémique montrait que les concepts d'algorithme, variable, instruction de base… euh.. qui sont l'affectation la lecture et l'écriture) aussi…les… les instruction conditionnelle, les instruction répétitive…tant que faire pour faire et répéter jusqu'a [….]… Voilà…et tableaux sont jugés incontournables pour des étudiants novices en cette matière »* |
| Modélisation du contenu | Concepts et liens entre concepts (dépendance, antériorité et généralisation/spécialisation) | *« concepteur 1 : En fait, nous avons délimité et découpé le savoir savant en savoirs partiels…alors, nous décrivons la structure cognitive de l'enseignement de l'algorithmique en se basant sur le modèle cognitif qui représente le référentiel de connaissances en termes de concepts et procédures jugés nécessaire à s'approprier…, hein.., ce modèle identifie les concepts déjà déterminés dans l'analyse épistémique,* ***les liens entre ces concepts*** *[antériorité] généralisation et spécialisation et aussi les caractéristiques de ces concepts et leur regroupement en unité pédagogique »* |
| Décomposition du contenu en unités pédagogiques et leurs organisation | Découpage du contenu selon l'ordre sémantique, pédagogique et organisationnel | *« concepteur 1 : Ces concepts sont regroupés en unités d'apprentissage selon des principes fortement d'ordre sémantique entre les concepts), pédagogique (critères d'évaluation des objectifs pédagogiques assignés à chaque unité) et organisationnel (durée de l'unité et modes d'apprentissage) »* |
| Scénario pédagogique | Organisation du MOOC en objectifs pédagogiques, | *« concepteur 2 : nous avons présenté le modèle pédagogique en décrivant les activités d'apprentissages. Le « concepteur* |

| | | |
|---|---|---|
| | prérequis, activités proposées et ressources pédagogiques | *2 : alors…nous avons construit le modèle pédagogique est présenté sous forme d'activités d'apprentissages produiront des résultats (résultats attendus) et formulés en fait en s'appuyant sur les taxonomies cognitives de bloom qui décrivent les objectifs d'apprentissages traduits en comportements… »* |
| Implication des caractéristiques du MOOC sur le contenu | Prise en compte des fonctionnalités de la plateforme et le caractère massif pour concevoir le contenu | *« concepteur 2 : on a essayé ainsi de détourner les types d'exercices proposés par la plateforme edx….alors on a … eh bien, le texte à saisir est utilisé pour demander aux apprenants de compléter des algorithmes proposés »* |

**Analyse thématique des entretiens avec les étudiants**

Une grille d'analyse a été établie pour analyser les entretiens à partir du cadre conceptuel en termes de performances didactiques cognitives, techniques et sociales mais aussi à partir des résultats obtenus avec l'analyse lexicale (décrite dans le chapitre 3 section 1.2) et le questionnaire (les items : stratégies métacognitives et gestion des ressources sont issus du questionnaire). En effet, nous avons dégagé de l'analyse lexicale, un ensemble d'items ou sous items :

1. Le sous item : utiliser des organigrammes de la performance didactique cognitive ;
2. Les sous items de la performance didactique techniques manifestée : 1) visualiser et utiliser des ressources pédagogiques (vidéo et quiz) ; 2) naviguer dans le MOOC ;
3. Le contenu construit en termes de savoirs conceptuels et savoirs procéduraux. Les savoirs conceptuels sont les concepts de l'algorithmique construits alors que les savoirs procéduraux sont déclinés en sous items : a) démarche de résolution de problème ; b) organigramme ; c) analyser un problème ; d) décortiquer un problème ; e) exécution des algorithmes ;
4. Les difficultés rencontrées pour comprendre en profondeur la nature des difficultés en lien avec chaque contenu ainsi que l'origine de ces difficultés ;

5. Les difficultés en lien avec les outils du MOOC ainsi que l'origine de ces difficultés.

Nous spécifions que tous les items situés dans les cases grisées du tableau sont issus du cadre conceptuel, les autres items relèvent de l'analyse lexicale ou du questionnaire.

**Tableau 19.** Codage des entretiens avec les étudiants

| Item | Sous-Item | Extraits illustratifs des items |
|---|---|---|
| Performances didactiques cognitive | Formuler, reformuler les énoncés de la consigne ;<br><br>Discuter en groupe des concepts spécifiques au contenu en jeu (variable, instructions de base, conditions, boucles, etc.) ;<br><br>Manifester un savoir antérieur déjà construit ;<br><br>Commenter ou poser des questions par rapport à la consigne de la tâche à réaliser<br><br>Utiliser des organigrammes | *« Etudiant 3 : je formule les tâches demandées à faire et les étapes à suivre pour résoudre un problème »* **(formuler les énoncés de la tâche)**<br><br>*« Etudiant 17 : je visionne les vidéos avec mes camarades en discutant après les algorithmes expliqués en essayant d'appliquer la démarche pour d'autres exemples dans les autres sites web »* **(Discuter les concepts spécifiques de l'algorithmique)**<br><br>*« Etudiant 3 : je reprends dans une feuille, les exemples d'algorithmique expliqués dans les vidéos…et bien j'essaye de les exécuter moi-même pour comprendre la logique de ces algorithmes…ensuite j'essaye de travailler d'autres exercices en faisant le lien avec les exemples similaires »* (**Manifester un savoir antérieur)**<br><br>*«Etudiant 14 : …, hum.., j'ai fait les quizz de toutes les semaines du MOOC et j'ai posé quelques questions dans les forums pour m'éclairer des points que je n'ai pas compris »* **(Poser des questions)**<br><br>*« Etudiant 11 : j'ai vu le début et la fin de la vidéo […] puis j'ai dessiné des organigrammes pour exécuter les algorithmes et ne pas être perdu des instructions surtout composées »* **(Utiliser des organigrammes)** |
| Stratégies métacognitives | Monitorer<br><br>Planifier<br><br>Changer la façon d'étudier (réguler) | *« Etudiant 4 : une fois que j'ai lu la définition d'un algorithme, je me suis donné des exemples concrets pour assimiler cette notion »* **(Monitorer)**<br><br>*« Etudiant 20 : j'ai vu dans un premier lieu le programme de la semaine pour voir comment elle est organisée et* |

| | | |
|---|---|---|
| | | *combien je dois consacrer de temps »* **(Planifier)**<br><br>*« Etudiant 7 : j'ai regardé les vidéos en entier mais dans certains quiz qui mobilisent quelque chose auquel je ne me rappelle pas je suis revenu à la vidéo qui traite un exemple proche de celui où j'ai trouvé des difficultés »* **(réguler)** |
| Performances didactiques techniques | Visualiser et utiliser des ressources pédagogiques (vidéo et quiz)<br><br>Naviguer dans le MOOC | *«Etudiant 16 : j'ai regardé la vidéo de présentation du MOOC, j'ai regardé la vidéo de chaque semaine et j'ai fait les quizz »* **(Visualiser des ressources)**<br><br>*« Etudiant 2 : j'ai suivi l'ordre proposé dans le MOOC…cad c'est logique on commence par des choses simples puis on va vers des choses complexes »* **(Naviguer dans le MOOC)** |
| Performances didactiques sociales | Répondre à une question posée<br><br>Discuter la tâche à faire<br><br>Commenter une discussion | Non précisées |
| Stratégies de gestion des ressources | Gestion de temps<br><br>Gestion de concentration | Non précisées |
| Savoirs conceptuels | Concepts de l'algorithmique | *« Etudiant 3 : pendant une semaine j'ai appris les conditions simples Si alors sinon Finsi et les conditions imbriquées »* |
| Savoirs procéduraux | Démarche de résolution de problème<br><br>Organigramme<br><br>Analyser un problème<br><br>Décortiquer un problème<br><br>Exécution des algorithmes | *« Etudiant 13 : le cours m'a permis de voir la démarche de résolution de problèmes »* **(Démarche de résolution de problème)**<br><br>*« Etudiant 14 : j'ai réalisé des organigrammes pour comprendre le déroulement des algorithmes ou les transformer après en algorithmes »* **(Organigramme)**<br><br>*« Etudiant 17 : je sais comment analyser un problème en termes de données d'E/S »* **(analyser un problème)**<br><br>*« Etudiant 20 : décortiquer le problème est l'élément le plus important dans l'algorithmique car sans lui on peut* |

| | | |
|---|---|---|
| | | *résoudre le problème »* **(Décortiquer un problème)**<br><br>*« Etudiant 5 : j'ai apprécié les animations des vidéos du MOOC, on comprend l'exécution des algorithmes »* **(Exécution des algorithmes)** |
| Difficultés liées au contenu | Difficultés liées à la compréhension des concepts de l'algorithmique et démarches de résolution des problèmes | *« Etudiant 4 : mais une fois arrivé aux boucles je ne comprenais pas vraiment la logique de ces boucles »* |
| Difficultés techniques | Difficultés liées aux fonctionnalités et outils du MOOC | *« Etudiant 2 : j'ai eu des difficultés dans l'utilisation de l'outil codecast qui m'a pris du temps »* |

## 2.3 Analyse des posts de discussion

A l'instar du questionnaire, la distribution des performances didactiques est décrite. Ainsi, la performance didactique cognitive constitue 78,57% des posts de discussion identifiés dans les forums de discussion de la plateforme. Ce qui correspond au nombre de post de discussion centré sur le contenu (22)/le nombre total des posts de discussion (28). Une grille d'analyser pour examiner les posts de discussion a été utilisée. Cette grille a été construite à partir du cadre conceptuel pour examiner les performances didactiques manifestées par les étudiants mais également des recherches antérieures (Almatrafi et al., 2018 ; wise et al., 2017). Ces recherches distinguent les posts de discussion en posts centrés sur un contenu et posts non centrés sur un contenu (post qui renvoient aux sujets logistiques et techniques.

La grille inclut des questions à choix multiples ainsi que des questions ouvertes et se compose de trois parties (tableau 20) : identification du fil de discussion (description du fil de discussion, date de l'observation, nombre de posts de discussion), identification des posts de chaque fil de discussion (description du post, type de post, type des performances didactiques manifestées et contenu en jeu (désignation, description du contenu).

Voici un exemple d'utilisation de la grille d'analyse des posts de discussion (figure 23) :

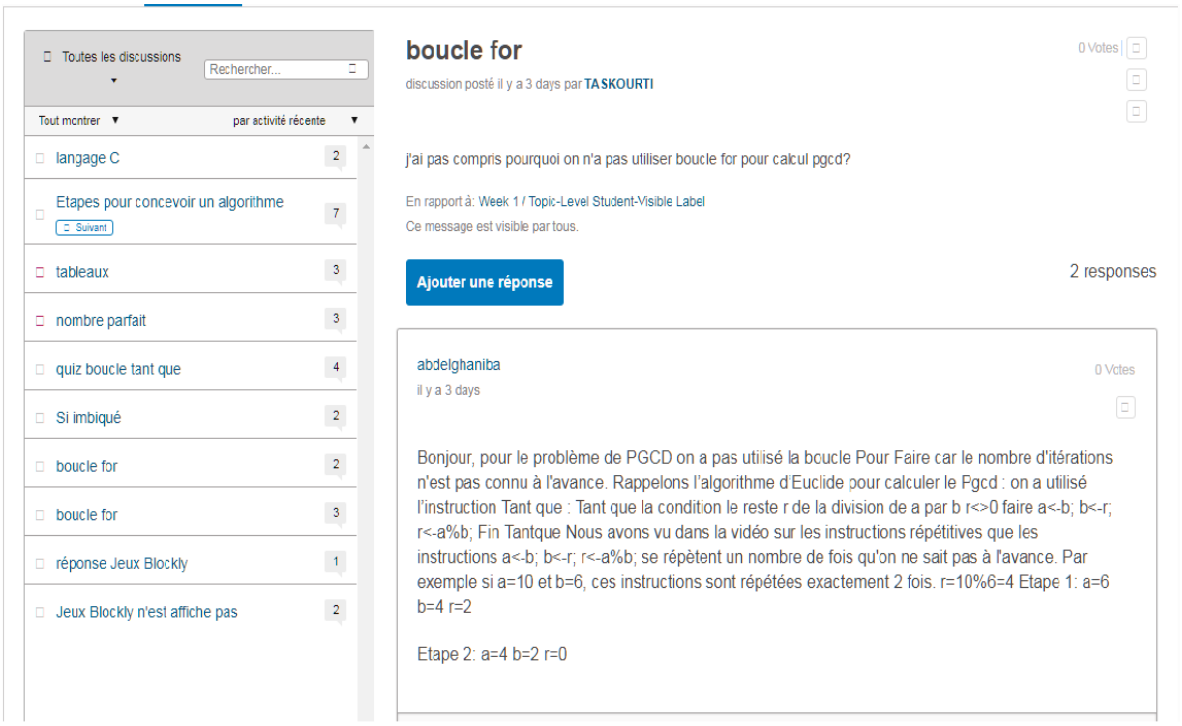



**Figure 23.** Post de discussion montrant une performance didactique cognitive

Il s'agit d'un extrait du fil de discussion issu du forum de discussion du MOOC. Cet extrait montre les performances didactiques cognitives manifestées par un étudiant pour comprendre le concept de boucle « Pour Faire ».

**Tableau 20.** Codage des posts de discussion

| Fil de discussion | Post de discussion | Contenu en jeu |
|---|---|---|
| *Nombre de posts de discussion : **3**<br><br>*Date d'observation : **29/01/2019**<br><br>*Description du fil de discussion : **thread qui décrit** | *Post 1 (étudiant): « *Bonjour, j'ai pas compris pourquoi on n'a pas utilisé boucle for pour calcul pgcd ? »*<br><br>***Centré sur un contenu ☒**<br>Non centré sur un contenu ☐<br><br>*Si centré sur un contenu :<br>Le post cherche à poser ou répondre à une : **Question ☒** Opinion ☐Resource ☐ | *Désignation : **savoir conceptuel**<br><br>*Contenu en jeu : **boucle Pour Faire** |

| | | |
|---|---|---|
| **la difficulté en lien avec la compréhension d'un concept** | *Si n'est pas centré sur un contenu. Le post : fournit de l'aide aux problèmes techniques ☐ s'adresse à des fins sociales ☐ s'adresse à des fins logistiques (implique la qualité et la disponibilité du matériel d'apprentissage ou il traite tout ce qui est en relation avec les crédits) ☐<br>*Type de la performance didactique manifestée :<br>**Cognitive ☒** Technique☐ Sociale ☐<br><br>*Description de la performance : **performance didactique cognitive manifestée en termes de question posée par l'étudiant par rapport à un concept « boucle Pour Faire »** | |
| | Post 2 (animateur) : *« Bonjour, pour le problème de PGCD on n'a pas utilisé la boucle Pour Faire car le nombre d'itérations n'est pas connu à l'avance… »*<br><br>*Description du post : **l'animateur fait un rappel de l'utilité des instructions répétitives en expliquant en détail le déroulement des algorithmes mobilisant ces deux concepts** | |
| | Post 3 (animateur) :<br>*Prière d'utiliser la fonctionnalité déplier la discussion en bas de la discussion pour répondre directement à la question ou commenter une réponse. Merci*<br><br>*Description du post : **l'animateur demande aux étudiants de l'utilisation** | |

| | | |
|---|---|---|
| | **d'une fonctionnalité de la plateforme (réponse à un post)** | |

Nous présentons d'une manière synthétique dans le tableau ci-dessous les outils d'investigation des données mis en œuvre ainsi que le plan d'analyse correspondant.

**Tableau 21.** Tableau synthétique de recueil et d'analyse de donnée

| Volet de recherche | Recueil de données | Analyse de données |
|---|---|---|
| Elaboration du contenu | Entretiens avec deux concepteurs du contenu | Analyse thématique des entretiens |
| Construction du contenu | Questionnaire aux étudiants (130 réponses) des deux filières MIP et GEGM | Analyse descriptive statistique |
| | Entretiens avec 20 étudiants de la filière MIP | Analyse lexicale<br><br>Analyse thématique |
| | 28 posts de discussion | Analyse thématique |

# Chapitre 6 : Mise en évidence de la construction du contenu : analyse du questionnaire et entretiens

*Ce chapitre présente dans un premier temps les résultats obtenus à partir de l'analyse des données du questionnaire et l'analyse lexicale des entretiens avec les étudiants. Les données obtenues par le questionnaire sont analysées avec l'outil Limesurvey en procédant au tri à plat des variables fermées à réponse unique et multiples. Nous visons à savoir la distribution des indicateurs de la progression dans le MOOC, des performances didactiques (cognitives, techniques et sociales), des stratégies métacognitives d'apprentissage et gestion de temps ainsi que des difficultés rencontrées. Les données obtenues par les entretiens sont analysées à l'aide du logiciel Iramuteq en vue d'identifier le sens des discours des étudiants.*

# 1. Caractérisation des performances didactiques des étudiants

## 1.1 Performances didactique cognitive des étudiants

De manière générale, l'analyse du questionnaire montre que la performance didactique cognitive s'est manifestée en termes d'utilisation des stratégies cognitives de mémorisation, d'élaboration et d'organisation. Ainsi, quatre types d'actions stratégiques ressortent dans la catégorie des stratégies de traitement en surface de l'information. On observe au tableau 22 que ces stratégies de mémorisation sont peu fréquentes. La stratégie « prise des notes » a été moyennement adoptée par les étudiants pour mémoriser les concepts de l'algorithmique. L'analyse montre, ensuite, le recours à non seulement la détermination des éléments importants vus dans le cours, pour organiser sa pensée mais aussi la mémorisation des mots clés en soulignant des éléments liés à un concept ou une procédure algorithmique. Enfin, la répétition du matériel, considérée comme la stratégie la moins adoptée, qui consiste à réviser le contenu, le redire à haute voix ou mentalement pour mémoriser le contenu à court terme.

L'analyse a fait ressortir également huit types d'actions stratégiques dans la catégorie des stratégies de traitement en profondeur de l'information (élaboration et organisation), dont deux sont majoritairement adoptées par les étudiants : faire le lien avec une connaissance antérieure ou une expérience vécue (élaborer) et utiliser des diagrammes ou tableaux pour organiser les connaissances (organiser). On observe que ces stratégies d'élaboration et d'organisation sont les plus adoptées par les étudiants pour appréhender le contenu d'algorithmique dans le MOOC

**Tableau 22.** Performances didactiques cognitives

| **Stratégie cognitive** | **Actions cognitives** | **Nombre d'étudiants en %** |
|---|---|---|
| Stratégie de mémorisation | Prendre des notes | **49, 9 %** |
| | Faire une liste des éléments importants | **18, 46%** |
| | Mémoriser des mots clés | **13, 08%** |

| | | |
|---|---|---|
| | Redire le matériel pédagogique | **6, 16%** |
| Stratégie d'élaboration | Poser des questions | **30, 77%** |
| | Discuter les concepts | **26, 92%** |
| | Formuler les énoncés des consignes | **33, 85%** |
| | Rassembler les informations provenant de différentes sources | **53, 84%** |
| | Faire le lien entre le contenu et connaissances antérieures | **75, 39%** |
| Stratégie d'organisation | Utiliser des diagrammes ou tableaux pour organiser les connaissances | **70, 78%** |
| | Examiner minutieusement les vidéos et les activités du MOOC et résumer les idées principales | **65, 38%** |

*(*) Pourcentages de la somme des fréquences aux réponses « plutôt d'accord », « d'accord » et « tout à fait d'accord »*

En ce qui a trait aux stratégies d'organisation de l'information, deux actions stratégiques ont été utilisées. Ainsi, l'utilisation des diagrammes et des tableaux pour organiser l'information est privilégiée par plusieurs étudiants (70, 78 %) suivie de la lecture minutieuse des vidéos du MOOC pour résumer les idées principales (65, 38 %).

**Stratégies métacognitives d'apprentissage**

La majorité des étudiants surveillent leurs apprentissages (monitorer) en se posant des questions par rapport à la compréhension du déroulement des algorithmes expliqués dans les vidéos du MOOC (tableau 23). On constate également que la moitié des étudiants changent leurs façons d'étudier (réguler) par rapport à une difficulté. L'action de régulation a été également moyennement adoptée pour enlever toute confusion concernant les concepts vus dans les vidéos ou les quizz (50,77%). En ce qui a trait aux actions stratégiques de planification, à l'exception de l'action : identifier ce qu'il faut apprendre dans le MOOC qui a été adoptée par 43,84% des étudiants pour évaluer aussi bien le degré de certitude des connaissances que l'étudiant croit avoir (ce que sait déjà) que les capacités qu'il a pour ce nouvel apprentissage,

on constate que les étudiants ne prennent pas le temps de réfléchir à leurs études dans le MOOC. Ainsi, une minorité d'étudiants parcourent un nouveau matériel (vidéo, PDF, page HTML) (7,69%) avant de l'étudier pour examiner son organisation. De même, on constate des lacunes au niveau des actions liées à la fixation des objectifs spécifiques à la tâche qui vont permettre de guider la cognition (13,07%).

**Tableau 23.** Stratégies métacognitives

| Catégorie de stratégie métacognitive | Action métacognitive | Fréquence |
|---|---|---|
| Monitorer | Poser des questions pour contrôler sa compréhension du contenu | 78,46% |
| Planifier | Parcourir un nouveau matériel avant de l'étudier pour voir comment il est organisé | 7,69% |
| | Fixer des objectifs dans chaque période d'étude | 13,07% |
| | Identifier ce qu'il faut apprendre dans les vidéos | 43,84% |
| Réguler | Changer de méthode d'étude par rapport à la difficulté | 49,22% |
| | Enlever une confusion en retournant en arrière | 50,77% |
| | Changer la façon d'étudier afin de m'adapter aux exigences du cours et au style d'enseignement de l'instructeur | 25,38% |

*(*) Pourcentages de la somme des fréquences aux réponses « plutôt d'accord », « d'accord » et « tout à fait d'accord »*

## 1.2 Performances didactiques techniques et sociales

### 1.2.1 Performances didactiques techniques

Les étudiants adoptent d'avantage la manipulation des outils et fonctionnalités du MOOC (73,08%) suivie de la démarche technique pour résoudre des problèmes (54,61%) (tableau 24)

**Tableau 24.** Performances didactiques techniques

| Stratégie | Fréquence |
|---|---|
| Manipuler un outil ou une fonctionnalité de la plateforme | 73,08% |
| Adopter les démarches techniques pour résoudre un problème (à savoir analyser le problème en utilisant des cartes conceptuelles, justifier un algorithme en exécutant le programme correspondant) | 54,61% |

*(*) Pourcentages de la somme des fréquences aux réponses « plutôt d'accord », « d'accord » et « tout à fait d'accord »*

### 1.2.2 Gestion du temps et de l'environnement

Les données recueillies par le questionnaire montrent que les étudiants utilisent d'avantage des stratégies de gestion de l'attention et de la concentration (57,69%). Les stratégies de gestion des ressources temporelles sont les moins utilisées (2.3%). On constate donc des lacunes au niveau des stratégies liées à la planification du temps d'étude dans le MOOC (voir tableau ci-dessous).

**Tableau 25.** Stratégies de gestion du temps et de l'environnement

| Stratégie | Exemple | Fréquence |
|---|---|---|
| Stratégie de gestion de l'attention et de la concentration | Choisir un endroit propice | 57,69% |
| Gestion des ressources temporelles | Se faire un horaire, un échéancier | 2,30% |

*(*) Pourcentages de la somme des fréquences aux réponses « plutôt d'accord », « d'accord » et « tout à fait d'accord »*

La gestion de l'attention et de la concentration se fait en choisissant un endroit adéquat à la concentration pour visionner les vidéos et faire des quizz. La gestion des ressources temporelles se résume, quant à elle, à consacrer des créneaux de temps (time blocking) par une minorité des étudiants (2,30%) pour suivre le MOOC et réaliser les différentes activités d'apprentissage.

### 1.2.3 Performances didactiques sociales

L'analyse du questionnaire a fait ressortir deux types d'actions stratégiques dans les performances didactiques sociales : commenter une discussion dans les forums du MOOC qui a été adoptée pour répondre à une question posée ; commenter une discussion ou discuter la tâche à faire. On observe au tableau 26 que ces stratégies sociales d'apprentissages sont peu fréquentes.

**Tableau 26.** Performances didactiques sociales

| Stratégie | Fréquence |
|---|---|
| Répondre à une question posée | 20% |
| Discuter la tâche à faire | 33,84% |
| Commenter une discussion | 15,38% |

*(*) Pourcentages de la somme des fréquences aux réponses « plutôt d'accord », « d'accord » et « tout à fait d'accord »*

## 1.3 Difficultés rencontrées par les étudiants dans le MOOC

### 1.3.1 Difficultés techniques du MOOC

Les résultats donnés par le questionnaire montrent que les étudiants ont eu majoritairement des difficultés techniques liées plutôt à l'utilisation de l'outil d'édition et d'exécution des programmes en C que l'utilisation des fonctionnalités de la plateforme et l'accès au MOOC. La figure ci-dessous synthétise les différentes difficultés techniques (figure 24).

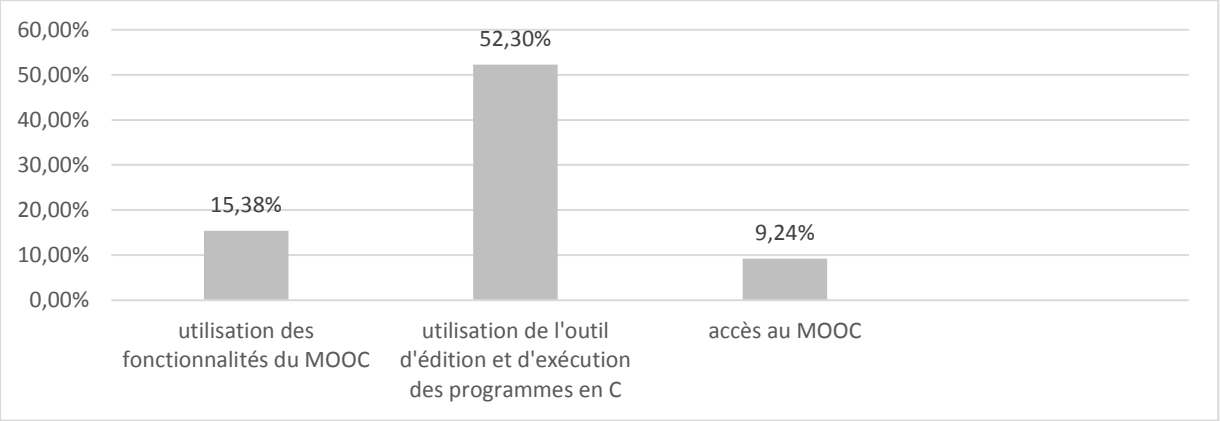



**Figure 24.** Pourcentages de la somme des fréquences aux réponses aux réponses « plutôt d'accord », « d'accord » et « tout à fait d'accord »

### 1.3.2 Difficultés liées au contenu d'algorithmique

Les résultats obtenus par le questionnaire révèlent que les étudiants ont eu majoritairement des difficultés liées aussi bien aux démarches requises pour décortiquer les problèmes qu'a l'imbrication des boucles. La figure ci-dessous synthétise les différentes difficultés en lien avec le contenu du MOOC qui sont rencontrées par les étudiants.

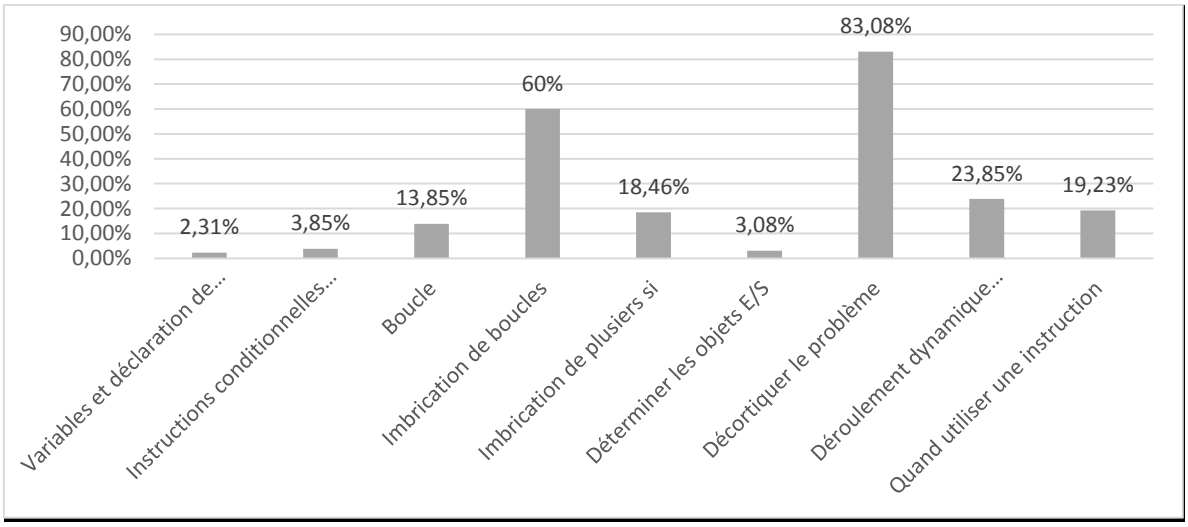



**Figure 25.** Pourcentages de la somme des fréquences aux réponses « concept difficile » et « concept très difficile »

### 1.3.3 La progression dans le MOOC

En nous référant au questionnaire, la majorité des étudiants ont estimé avoir progressé en termes d'acquisition de capacité à élaborer des algorithmes (68,83%) et résoudre des problèmes de l'algorithmique (57,7%). Tandis qu'une minorité des étudiants a considéré avoir progressé en termes aussi bien d'évolution dans le score obtenu dans les quiz (13,08%) que de participation active dans les forums de discussion (24,62%). La figure 26 présente la synthèse des résultats obtenus au regard de la progression dans le MOOC du point de vue des étudiants.

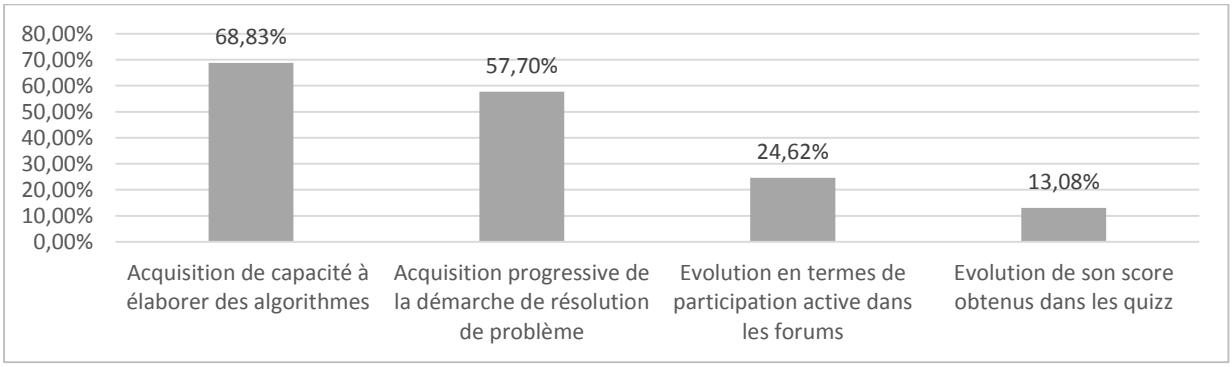



**Figure 26**. Pourcentages de la somme des fréquences aux réponses « évolution significative », « évolution très significative» et « évolution tout à fait significative »

Notons cependant que près de la moitié des répondants (63/130) estiment avoir eu des moments de blocage dans le MOOC (tableau 27). Ces étudiants lient ces blocages principalement à la difficulté du contenu et l'utilisation de l'environnement de développement du code. Plus spécifiquement, parmi les difficultés en relation avec le contenu (mentionnées par 30 étudiants), 18 étudiants les ont considérées comme logiques (déroulement dynamique des algorithmes), 8 étudiants comme conceptuelles et 4 étudiants comme syntaxiques.

**Tableau 27.** Cause des blocages selon les étudiants

| **Causes des blocages** | | |
|---|---|---|
| **Manque d'aide** | 5 | 7,94% |
| **Difficulté de l'environnement de développement** | 28 | 44,44% |
| **Difficulté du contenu** | 30 | 47,62% |
| **Total des réponses** | 63 | 100% |

## 1.4 Synthèse des résultats issus du questionnaire

L'analyse du questionnaire montre que les performances didactiques cognitives sont manifestées majoritairement en termes de stratégies d'élaboration et d'organisation. Les deux stratégies respectivement d'élaboration et d'organisation consistent en la mise en lien avec une connaissance antérieure ou une expérience vécue et l'utilisation des diagrammes ou tableaux pour organiser les connaissances. La majorité des étudiants mobilisent également des stratégies métacognitives d'apprentissage de monitoring en se posant des questions ou de régulation en changeant leur façon d'étudier. Les étudiants ont manifesté davantage la manipulation des outils et fonctionnalités du MOOC comme performance didactique technique et les stratégies de gestion de l'attention et de la concentration comme stratégie de gestion de temps pour apprendre dans le MOOC. Cet apprentissage pose davantage des défis aux étudiants d'ordre conceptuel et procédural (difficultés en lien avec le contenu) ainsi que technique. Ainsi, des difficultés en lien avec le contenu concernent par exemple l'imbrication des boucles (ordre conceptuel) et les démarches requises pour décortiquer les problèmes (ordre procédural). Les difficultés d'ordre technique consistent en l'utilisation de l'outil d'édition et d'exécution des programmes en C.

# 2. Mise en évidence de la construction du contenu

L'analyse lexicale des entretiens avec les étudiants a été explicitée au chapitre 6 « Méthodologie de recherche - recueil et analyse de données ». Pour rappel, en vue d'explorer le sens qui sous-tend les discours des étudiants interviewés, une analyse lexicale est mobilisée en utilisant le logiciel Iramuteq. Ces segments, ou Unités de Contexte Élémentaires (UCE), sont organisés sous forme de classes en fonction de la distribution des formes. Ce logiciel procède par une classification hiérarchiques descendantes de type Reinert qui permet de mettre en évidence les différentes classes du corpus.

## 2.1 Contenu construit en termes de concepts de boucle et condition et difficultés en lien avec ces concepts

Les deux classes C1 et C3, centrées respectivement sur les formes *boucle* et *vidéo* renvoient à un espace sémantique qui rend compte du contenu du MOOC. La classe C1 représente 20,75% de l'ECU analysé. Le graphe de la classe (figure 27) nous permet de démontrer la corrélation entre les formes des classes (l'épaisseur de la ligne représente le degré de corrélation statistique) et la corrélation entre la forme et l'ensemble de la classe (la taille des caractères représente le degré de la corrélation entre la forme et la classe). Nous notons que le graphe de la classe C1 est centré sur le mot *boucle*. Le sens de cette classe peut être exploré à travers les relations de la forme boucle avec les formes les plus significatives de la classe : *condition, cours, fois* et *difficulté*.

L'analyse de la relation *boucle-condition* renvoie à ces deux concepts de l'algorithmique : boucle et condition construits via des démarches d'apprentissage. Ainsi, les étudiants expriment leurs stratégies d'apprentissage adoptées pour comprendre ces concepts. Ceci est illustré par l'extrait suivant du segment de texte de la classe C1 :

> *« Etudiant 19 : j'ai vu dans la première semaine le jeu de la personne qui se déplace pour arriver à un lieu en utilisant des blocks pour comprendre concrètement les conditions et les boucles »*

> *« Etudiant 15 : j'ai consulté les vidéos et les quiz des conditions et boucles »*

*« Etudiant 9 : imaginez un algorithme où on doit utiliser plusieurs conditions et boucles au même temps. C'est-à-dire une imbrication de plusieurs si et/ou boucles, dans ce cas on doit faciliter un peu la tâche en organisant les étapes de déroulement de l'algorithme c'est-à-dire…, euh…, qu'est* ***ce qui va être en premier*** *afin de comprendre d'abord l'enchaînement des actions avant de procéder par la suite à l'écriture de l'algorithme et [programme] »*

L'analyse des deux relations *boucle-fois* et *boucle-cours* montre que les étudiants expriment l'utilité perçue et le fonctionnement des deux concepts construits : boucle et/ou condition dans le MOOC d'algorithmique en comparaison avec le cours en présentiel

*« Etudiant 2 : j'aime les vidéos qui sont très claires et me permet de comprendre la logique des boucles comment s'exécuter surtout la boucle tant que qui me posait problème [dans le cours] »*

*« Etudiant 2 : c'est la première fois que je vois bien l'utilité des boucles et conditions »*

*«Etudiant 7 : j'ai compris la démarche et c'était vraiment motivant qu'un cours traditionnel [petites rires]…c'est la première fois que je vois bien l'utilité des boucles et conditions»*

L'analyse de la relation *boucle-difficulté* permet de mettre en évidence les difficultés ressenties qui sont en lien avec le concept de boucle. Il s'agit plus particulièrement des difficultés en relation avec le fonctionnement de la boucle, ou encore toute activité du MOOC où on mobilise une imbrication de boucles à savoir l'algorithme des suites numériques utilisant la factorielle :

*« Etudiant 4 : au début, je n'ai pas ressenti aucune difficulté particulière pour comprendre les variables et les conditions…, euh…, mais une fois arrivé aux boucles je ne comprenais pas vraiment la logique de ces boucles …j'ai essayé alors de voir comment s'exécute les boucles dans une machine et en testant ces programmes avec plusieurs données* ***j'ai commencé à saisir*** *le principe de fonctionnement…»*

*« Etudiant 8 : j'ai des difficultés quant à l'écriture des algorithmes d'une manière correcte et surtout qu'on a plusieurs boucles »*

*« Etudiant 15 : dans tout problème ou il y a beaucoup de logique beaucoup d'instructions par exemple l'exemple de la suite numérique ou il y a le factoriel et la somme des nombres je ne sais pas comment je vais utiliser tout ce que je sais sur ces deux problèmes déjà vus pour écrire l'algorithme…, euh…, je ne sais pas où je vais commencer et comment je peux faire »*

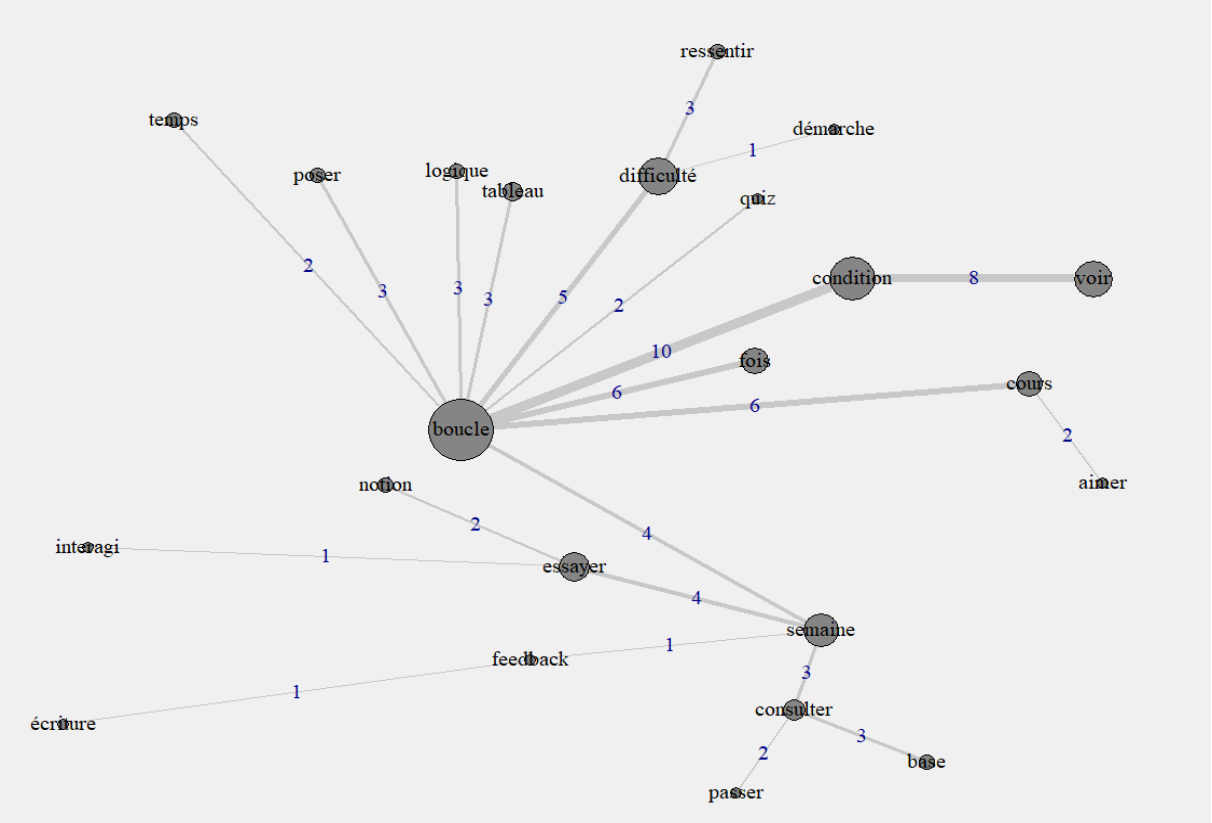



**Figure 27.** Graphe de la classe C1

## 2.2 Mobilisation des ressources pédagogiques (vidéo et quiz) pour s'approprier le contenu du MOOC

Une analyse similaire à celle réalisée sur la classe C1 montre que, dans la classe C3, les étudiants mobilisent des formes telles que *vidéo* et *note* pour décrire leur stratégie de visionnement des ressources pédagogiques du MOOC. Elle se caractérise par la présence centrale du mot *vidéo* qui est le plus fortement corrélé à cette classe et relie les autres formes entre elles (figure 28). La classe C3 se présente comme un espace lexical focalisé sur les chaînes de formes *vidéo-comprendre, vidéo-regarder, vidéo-exemple, vidéo-quiz* et *vidéo-revenir.*

Les formes « *vidéo-comprendre* », « *vidéo-revenir* » sont mobilisées pour exprimer les modalités de mobilisation des vidéos. La vidéo est ainsi mobilisée pour comprendre un concept

algorithmique (Etudiant 1, Etudiant 2) ou combler des lacunes en matière de résolution d'un quiz (Etudiant 5, Etudiant 13, Etudiant 18) comme l'illustre ces extraits :

> *« Etudiant 1 : je regarde la vidéo en premier pour comprendre un concept puis le quiz vient pour m'assurer que je comprends bien ce concept. Après je reviens à la vidéo pour approfondir quelques concepts à savoir l'imbrication des conditions…, euh…, parfois, je réalise correctement un quizz* ***par contre*** *le feedback me montre que j'ai une erreur d'oubli d'espace, syntaxes, [une flèche], etc… or le concept et l'idée est juste….. »*

> *« Etudiant 2 : Oui dans le cas où je ne comprends pas quelques chose que je ne maitrise pas je reviens aux vidéos et ressources de la semaine précédente…ben par exemple si la compréhension d'un concept nécessite une »*

> *« Etudiant 5 : oui je reviens à chaque fois que je fais plus de fautes dans les quizz »*

> *« Etudiant 18 : oui j'ai vu les vidéos de presque…, euh.., des trois premières semaines, je reviens à ces vidéos si je bloque dans un exercice »*

> *« Etudiant 13 : je reviens aux vidéos en cas de difficulté de compréhension de quelque chose dans les quizz »*

Les formes « *vidéo-regarder* » sont utilisées pour rendre compte de la stratégie d'apprentissage adoptée en termes d'actions utilisées par les étudiants pendant et après le visionnement des vidéos comme l'illustrent ces extraits :

> *« Etudiant 1 : je n'ai pas regardé toute la vidéo mais je regarde uniquement les parties où je ne comprends pas »*

> *« Etudiant 2 : je regarde la vidéo je fais pause…puis je reviens à la vidéo jusqu'à terminer toute la vidéo »*

> *«Etudiant 16 : j'ai regardé la vidéo de présentation du MOOC, j'ai regardé la vidéo de chaque semaine et j'ai fait les quizz »*

Plus particulièrement, les formes « *vidéo-note* » sont évoquées pour décrire les modes de l'utilisation de la stratégie d'apprentissage *prise de note* en visualisant une vidéo :

> *« Etudiant 3 : pour comprendre les concepts, je prends des notes sous formes de tirets qui résument un petit peu les idées principales des vidéos »*

*« Etudiant 4 : oui je reprends les exemples des vidéos et je les note pour les traduire en programmes C et les compiler et les exécuter après pour comprendre pas à pas comment ils s'exécutent car sans faire ça sur une machine je ne peux pas imaginer leurs exécutions »*

Les formes « *vidéo-exemple* » sont utilisées pour caractériser le contenu véhiculé dans le MOOC en termes d'exemples d'algorithmes (re) travaillés par les étudiants via les vidéos du MOOC :

*« Etudiant 4 : je reprends les exemples des vidéos et je les note pour les traduire en programmes […] comment ils s'exécutent car sans faire ça sur une machine je ne peux pas imaginer leurs exécutions »*

*« Etudiant 10 : j'ai vu les vidéos en entier pour voir qu'est ce que [traite] comme information puis je suis revenu pour noter les exemples d'algorithmes »*

« *Etudiant 18 : oui surtout les exemples d'algorithmes complexes à savoir le PGCD et la suite numérique des quiz »*

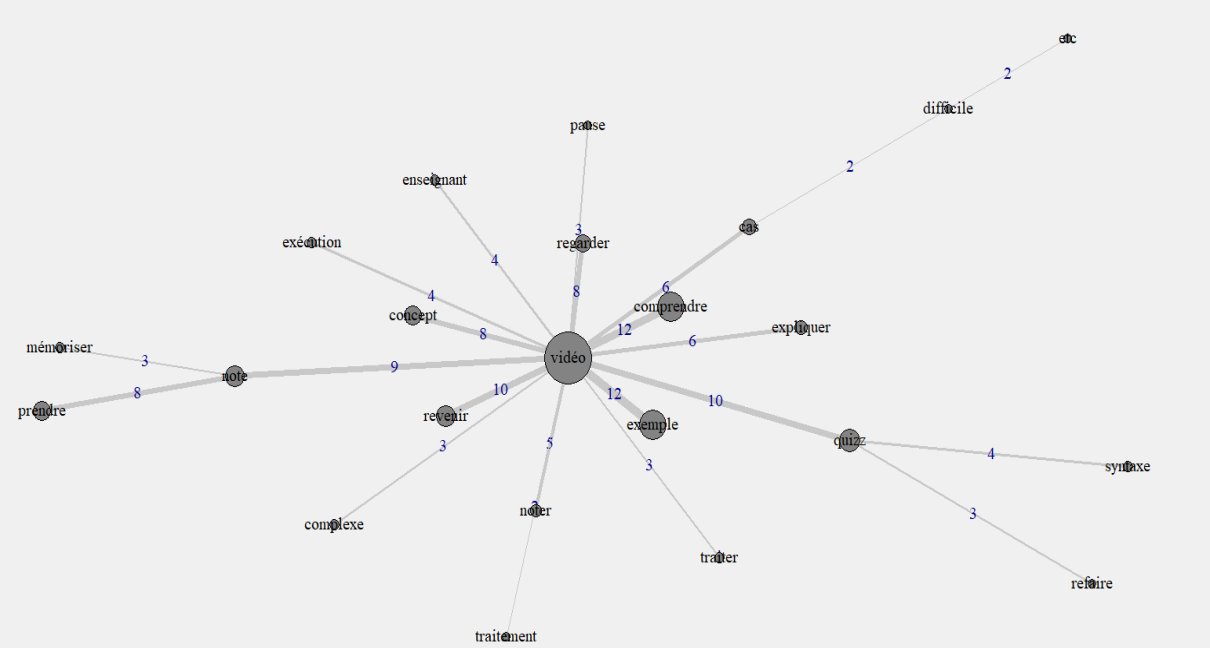



**Figure 28.** Graphe de classe C3

L'espace lexical qui associe les deux classes C1 et C3 suggère donc un contenu construit par les étudiants en termes de concepts de l'algorithmique vus dans le MOOC et de mobilisation des ressources pédagogiques (vidéo et quiz) pour s'approprier ces concepts.

## 2.3 Navigation dans le MOOC et difficultés rencontrées

La classe C4 regroupe le moins d'UCE (16,98% des UCE classées). Comme le montre la figure 29, cette classe est caractérisée par les termes évoquant la navigation dans le MOOC. Les termes présentant les plus forts indices de corrélation avec la classe sont *mooc*, *ordre*, *trouver et difficulté.*

Les formes « *mooc-ordre* » sont utilisées pour caractériser la navigation dans le MOOC en termes de description de l'ordre de visualisation des sections du MOOC (Etudiant 2, Etudiant 10) ainsi que ses ressources pédagogiques : vidéo et quiz (Etudiant 13, Etudiant 19) comme l'illustrent ces extraits :

> *« Etudiant 2 : j'ai suivi l'ordre proposé dans le MOOC…cad c'est logique on commence par des choses simples puis on va vers des choses complexes »*

> *« Etudiant 10 : oui la majorité je consulte les activités dans l'ordre du MOOC…, euh…, mais quelques fois je commence par les sections les plus faciles »*

> *« Etudiant 13 : non je ne suis pas l'ordre, j'ai commencé par ce que je n'ai pas compris… boucle puis les conditions puis les tableaux »*

> *« Etudiant 19 : j'ai suivi l'ordre du MOOC pour voir les vidéos et faire les quizz après »*

Les formes « *mooc-trouver* » et « *mooc-difficulté* » décrivent les difficultés rencontrées par les étudiants dans le MOOC en termes de navigation dans le MOOC (ou non), de démarche d'élaboration des algorithmes à savoir l'analyse d'un problème ou le procédé à une analogie avec les sciences et de déroulement de l'algorithme :

> *« Etudiant 1 : pas de problèmes pour moi je me suis débrouillé tout seul pour naviguer dans le MOOC, je ne trouve aucune difficulté de passer d'une activité à une autre »*

*« Etudiant 17 : j'ai trouvé des difficultés au niveau de la formulation des algorithmes car même si je sais comment analyser un problème en termes de données d'E/S je ne peux pas combiner tout ça pour formuler un algorithme »*

*« Etudiant 19 : je trouve des difficultés à faire des analogies avec les différents problèmes déjà vus en effet dans les autres matières comme la physique et les sciences de la vie et de terre »*

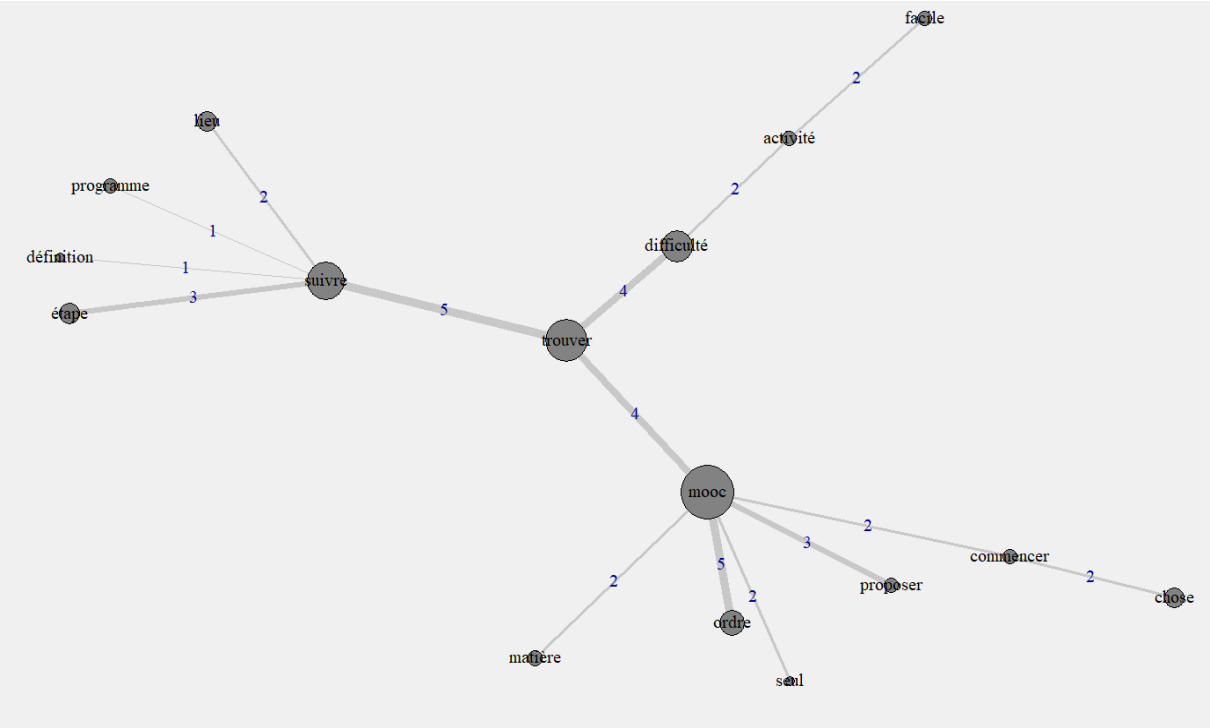



**Figure 29.** Graphe de classe C4

## 2.4 L'algorithmique en tant que démarche de résolution de problème

Vient enfin la classe C2 qui représente le plus grand nombre d'UCE (31,1% des UCE analysées). Nous notons que le graphe de la classe C2 (figure 30) est centré sur le mot *problème*. Cette classe constitue un espace sémantique qui renvoie à l'algorithmique comme étant une démarche de résolution de problème. Ainsi, le sens de la classe C2 peut être inféré en analysant la forme centrale *problème* en lien avec des formes fortement corrélées avec la classe

C2. La classe C2 se présente comme un espace lexical focalisé sur les chaînes de formes *problème-résoudre, problème-permettre-algorithme-organigramme, problème-algorithmique et problème-apprendre.*

Les formes *problème-résoudre et problème-algorithmique* sont mobilisées pour décrire la représentation de l'algorithmique projetées par les étudiants qui la considère comme la description des étapes pour résoudre des problèmes :

> *« Etudiant 2 : l'algorithmique sert à aider les étudiants de résoudre des problèmes d'une manière informatique…, euh… ; à l'aide d'une machine »*

> *« Etudiant 18 : l'algorithmique c'est comme les maths…, euh…, ça nous permet de résoudre les problèmes mais un peu différent car c'est pas nous qui vont les résoudre mais les machines »*

Les formes *problème-permettre-algorithme-organigramme* sont utilisées pour décrire la démarche de résolution des problèmes par organigrammes qui permettent d'exécuter des algorithmes (Etudiant 11), présenter l'enchaînement des actions du problème (Etudiant 9) et passer facilement de l'analyse du problème aux algorithmes de résolution (Etudiant 14) :

> *« Etudiant 9 : euh…j'utilise des organigrammes pour dérouler les algorithmes car imaginez un algorithme où on doit utiliser plusieurs conditions et boucles au même temps.., euh …, c'est-à-dire une imbrication de plusieurs si et/ou boucles, dans ce cas on doit faciliter un peu la tâche en organisant les étapes de déroulement de l'algorithme…,euh,… c'est-à-dire qu'est ce* ***qui va être en premier*** *afin de de comprendre d'abord l'enchaînement des actions avant de procéder par la suite à l'écriture de l'algorithme et programme »*

> *« Etudiant 11 : j'ai vu le début et la fin de la vidéo pour voir combien de temps je dois consacrer au visionnage de la vidéo…, euh…, puis je note des échéanciers dans mon agenda…puis j'ai dessiné des organigrammes pour exécuter les algorithmes et ne pas être perdu [petits rires] des instructions surtout composées »*

> *« Etudiant 14 : j'ai réalisé des organigrammes pour comprendre le déroulement des algorithmes ou les transformer après en algorithmes »*

Les formes *problème-apprendre* permet de rendre compte de l'appropriation de la démarche de conception des algorithmes en termes d'analyse du problème, de décortication du problème et de réalisation des organigrammes :

> *« Etudiant 11 : hein ! j'ai appris plusieurs choses, comment faire pour résoudre les problèmes en algorithmique à savoir comprendre l'énoncé du problème…décomposer le problème en sous-problèmes plus simple à résoudre… associer à chaque sous problème, une spécification…les données nécessaires…les données résultantes, la démarche à suivre pour arriver au résultat en partant d'un ensemble de données en utilisant des organigrammes logiques »*

> *« Etudiant 20 : euh…j'ai appris la méthode à faire pour concevoir [des algorithmes] à l'aide de l'organigramme qui représente les étapes de l'algorithme qui permet de trouver une solution à un problème »*

> *« Etudiant 6 : j'ai appris les étapes à suivre pour résoudre un problème un algorithme en utilisant les tests et les boucles »*

> *« Etudiant 8 : j'ai appris la méthode de conception des algorithmes et comment résoudre des problèmes »*

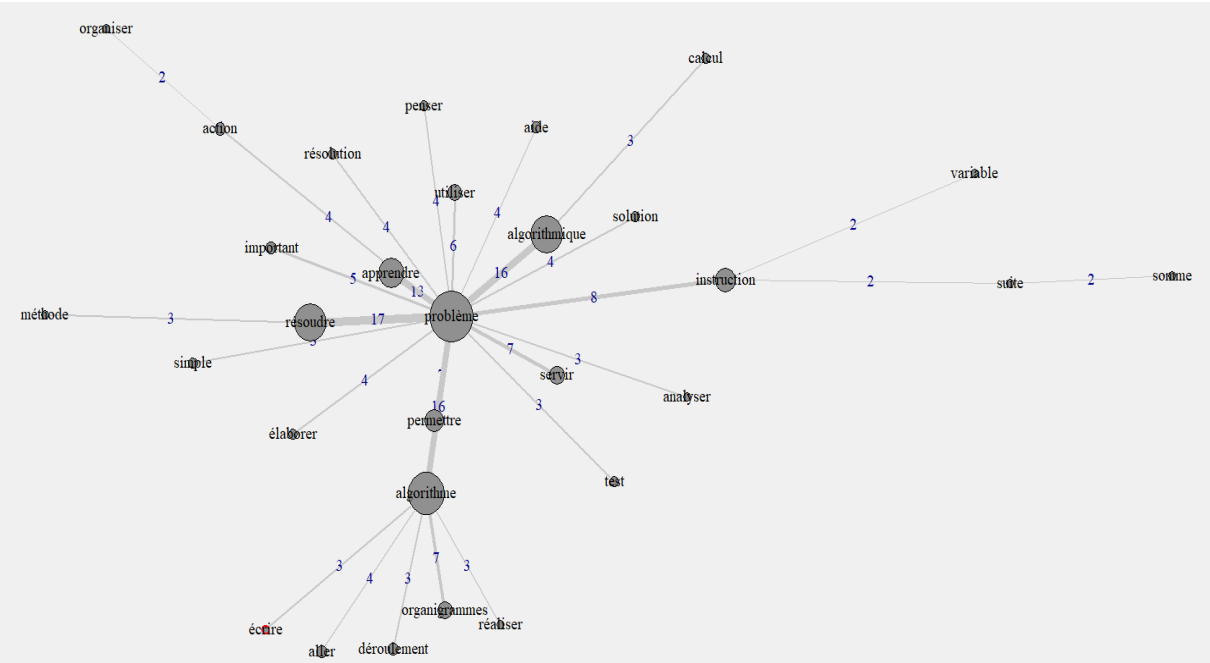



**Figure 30.** Graphe de la classe C2

Le tableau suivant synthétise les sémantiques des classes obtenues par la méthode CHD :

**Tableau 28.** Sémantiques des classes obtenues par l'analyse lexicale

| Classe | Sémantique de la classe |
|---|---|
| C1 | contenu construit en termes de concepts de l'algorithmique : « condition » et « boucle » et difficultés en lien avec ces deux concepts |
| C2 | l'algorithmique comme étant une démarche de résolution de problème |
| C3 | mobilisation des ressources pédagogiques (vidéo et quiz) pour s'approprier le contenu du MOOC |
| C4 | navigation dans le MOOC et difficultés rencontrées dans le MOOC |

## 2.5 Synthèse des résultats issus de l'analyse lexicale des entrevues

L'analyse lexicale des discours des étudiants met en évidence que le contenu du MOOC est majoritairement présent dans le discours des étudiants (classe C1, classe C2, classe C3). Ce contenu se présente clairement en deux formes : contenu construit en termes de savoirs conceptuels de l'algorithmique centrés sur les boucles et les conditions et un contenu en termes de savoirs procéduraux (démarche de résolution de problèmes : analyse d'un problème, exécuter un algorithme, etc.) qui sont construits ou qui décrivent les représentations des étudiants sur l'algorithmique. En naviguant dans le MOOC et pour une appropriation du contenu, des ressources pédagogiques (vidéo et quiz) dont la vidéo constitue l'élément central ont été mobilisées par les étudiants et ce en adoptant des stratégies d'apprentissage pendant et après leur visionnement (prendre de note, revenir aux vidéos, pause, etc.). Ce contenu construit par les étudiants et les stratégies d'apprentissage adoptées pour le construire étant mises en évidence à l'aide de l'analyse lexicale qu'en est-il de leurs caractéristiques principales ?

# Chapitre 7 : Mise en évidence de la construction du contenu : analyse thématique des entretiens et des posts de discussion

*Ce chapitre présente les résultats de l'analyse thématique des données issues des entretiens et des posts de discussion. Cette analyse présente d'une manière plus approfondie que celle décrite précédemment (analyse statistique du questionnaire et analyse lexicale des entretiens), les différentes performances didactiques manifestées par les étudiants, les concepts et les démarches de résolution construits ainsi que la nature des difficultés en lien avec le contenu ou les fonctionnalités et les outils du MOOC.*

**Indications méthodologiques**

Cette analyse faisant suite à l'analyse quantitative des réponses au questionnaire et à l'analyse lexicale des entretiens permet d'approfondir et d'enrichir les résultats obtenus précédemment. Nous nous appuyons sur la grille d'analyse thématique des 20 entretiens avec les étudiants (tableau 24) ainsi que la grille d'analyse thématique des posts de discussion décrite de manière détaillée dans le chapitre méthodologie de recherche. Nous rappelons que ces grilles contiennent des éléments qui découlent de l'opérationnalisation du cadre conceptuel mais également de l'analyse lexicale des réponses des étudiants. Ainsi, en examinant le discours des entretiens avec les étudiants (Annexe 5), nous explicitons les performances didactiques manifestées dans le discours des interviewés en termes de performances didactiques cognitives et techniques. Les entretiens ne permettent pas de juger de la manifestation ou non des performances didactiques sociales. Ensuite, nous décrivons le contenu construit en termes de savoirs conceptuels et procéduraux. Enfin, nous décrivons les difficultés rencontrées. En examinant les posts de discussion, nous décrivons les performances didactiques et les contenus construits.

# 1. Caractéristiques des performances didactiques cognitives manifestées dans le discours des étudiants

Il s'agit ici, dans un premier temps, de caractériser les performances didactiques cognitives déclarées dans le discours des étudiants. Puis, dans un deuxième temps, les savoirs conceptuels et procéduraux identifiées en analysant les performances didactiques cognitives sont décrits. Cette section vise à approfondir les résultats obtenus à partir du questionnaire et l'analyse lexicale du chapitre 5 (classes C1, C2 et C3).

## 1.1 Des performances didactiques cognitives focalisées sur l'utilisation des stratégies d'élaboration et d'organisation

Les entretiens avec les étudiants montrent que la performance didactique cognitive s'est manifestée à travers l'utilisation des stratégies d'élaboration et d'organisation. La stratégie d'élaboration « faire le lien entre le contenu et connaissances antérieures » a été adoptée par les étudiants pour mieux retenir les nouvelles connaissances et les rattacher à celles déjà bien apprises. Les étudiants établissent ces liens en comparant les nouvelles connaissances aux schèmes existants. Ainsi, par exemple pour assimiler la notion d'algorithme, deux étudiants font le lien avec les algorithmes issus de la vie quotidienne (Etudiant 4) ou des jeux vidéos (Etudiant 7).

> *« Etudiant 4 : euh….une fois que j'ai lu la définition d'un algorithme, je me suis donné des exemples concrets pour assimiler cette notion à savoir la description des étapes à suivre pour trouver un lieu avec Google Map »*

> *« Etudiant 7 : j'ai pensé automatiquement aux jeux qui permettent de programmer des personnes pourqu'elles fassent quelques choses monter un escalier, marquer un but, etc… »*

De même, pour comprendre la notion de tableau, l'étudiant 3 fait le lien avec les variables en décrivant sa démarche pour comprendre la notion de tableau en faisant le lien avec la notion de la variable :

> *« Etudiant 3 : pour assimiler la notion de tableau, je me suis posé la question* ***pourquoi on utilise un tableau alors que*** *l'on dispose déjà des variables »*

Cet étudiant recourt à cette stratégie cognitive afin de donner du sens aux activités d'apprentissage. Ainsi, ses lectures des vidéos est facilitée grâce à la mise en lien des nouveaux contenus aux contenus déjà acquis ou des expériences déjà vécues comme l'illustre cet extrait :

> *« lorsque je consulte une nouvelle vidéo j'essaye de faire appel à ce que je savais déjà comme ça…, euh…, je mémorise bien le concept et ça se grave dans ma mémoire parce que je sais* ***l'enchainement*** *entre les concepts »*

L'étudiant 3 a utilisé les trois stratégies d'élaboration : poser des questions, discuter les concepts et formuler les énoncés des consignes :

> *« je pose des questions dans les forums de discussion pour que l'équipe pédagogique ou les autres étudiants puisse me clarifier quelque chose que je n'ai pas comprise…et je procède en discutant par la suite de son examen minutieux »*

> *« je formule les tâches demandées à faire et les étapes à suivre pour résoudre un problème »*

L'analyse des entretiens montre que pour commencer la lecture du matériel pédagogique, les étudiants se sont posés des questions en lien avec le contenu. Ces questions sont mobilisées pour faire le lien avec les connaissances antérieures (Etudiant 4, Etudiant 14, Etudiant 15) ou les expériences antérieures (Etudiant 5, Etudiant 9, Etudiant 10, Etudiant 11, Etudiant 16). Le tableau ci-dessous présente des exemples d'extraits qui décrivent des questions posées pendant la découverte d'un concept en algorithmique :

**Tableau 29.** Exemples de questions posées pendant la découverte d'une notion

| **Questions pour solliciter ses connaissances antérieures** | **Questions pour solliciter ses expériences antérieures** |
|---|---|
| *«ETU4 : A quoi la notion abordée me fait-elle penser ? »* | *« ETU16 : Ai-je vu une situation semblable ? »* |
| *« ETU4 : Qu'est-ce qu'une instruction apporte de plus par rapport à une autre ? »* | *« ETU10 : Puis-je comparer le problème abordé à un autre déjà vu ? Si oui quels sont les étapes à décrire ? les données d'entrées et sorties ? etc »* |
| *« ETU14 : Est-ce que je connais la syntaxe des algorithmes utilisés ?* | *« ETU5 : Quels liens puis-je établir entre le problème et un autre problème déjà vu* » |
| *« ETU15 : Quels types de données et instructions utilisées dans les algorithmes présentés ?* | *« ETU9 : Est-ce que ces connaissances relèvent des expériences issues de la vie de tous les jours ou des autres matières ?* |

| | |
|---|---|
| *« ETU15 : Quels sont les données d'entrées et sorties du problème ? »* | *« ETU11 : Si je prends un exemple concret, dans ce cas comment je peux exécuter l'algorithme ? »* |

Les performances didactiques cognitives se sont manifestées également en termes de stratégies d'organisation adoptées par les étudiants pour percevoir et saisir des données, bien organiser les informations et bâtir des liens entre elles. Ces stratégies d'organisation sont exprimées principalement par la mobilisation des schémas sous formes d'organigrammes[23] pour comprendre l'enchaînement des algorithmes faisant appel aux conditions et boucles. Ainsi, par exemple ces organigrammes sont essentiellement utilisés, par les étudiants, avant de se lancer dans l'élaboration d'un algorithme, pour représenter les instructions de base, les structures de contrôle complexes (conditions et boucles) et l'exécution des algorithmes en cherchant toutes les erreurs qui pourront subvenir comme l'illustre ces extraits :

> *« Etudiant 5 : j'ai consulté les vidéos de la semaine 1 sur les instructions de base pour voir comment il est organisé ce MOOC… en même temps […] d'exécuter sous forme d'organigrammes les algorithmes pour comprendre parce que le prof va vite »*
>
> *« Etudiant 7 : oui j'ai essayé de faire des organigrammes pour comprendre la logique des algorithmes étudiés »*
>
> *« Etudiant 9 : j'utilise des organigrammes pour dérouler les algorithmes car imaginez un algorithme où on doit utiliser plusieurs conditions et boucles au même temps. C'est-à-dire une imbrication de plusieurs si et/ou boucles…, euh…, dans ce cas on doit faciliter un peu la tâche en organisant les étapes de déroulement de l'algorithme c'est-à-dire qu'est ce* ***qui va être en premier*** *afin de comprendre d'abord l'enchaînement des actions avant de procéder par la suite à l'écriture de l'algorithme et programme »*
>
> *« Etudiant 11 : j'ai vu le début et la fin de la vidéo […] puis j'ai dessiné des organigrammes pour exécuter les algorithmes et ne pas être perdu des instructions surtout composées »*

[23] Représentation graphique normalisée de l'enchaînement des opérations et des décisions effectuées par un programme d'ordinateur

Dans ce sens, la traduction des algorithmes en programmes exécutables sur une machine a été rapportée par un étudiant comme une stratégie nécessaire pour comprendre la logique des algorithmes :

> *« Etudiant 4 : oui je reprends les exemples des vidéos et je les note pour les traduire en programmes C et les compiler et les exécuter après pour comprendre pas à pas comment ils s'exécutent car sans faire ça sur une machine je ne peux pas imaginer leurs exécutions »*

L'organigramme a servi également comme un moyen qui permet une lecture aisée des algorithmes sans se soucier de la syntaxe des algorithmes (Etudiant 9)

> *« Etudiant 9 : l'organigramme c'est visuel, je préfère l'utiliser, c'est plus parlant qu'un pseudocode. Un dessin vaut mieux qu'un long pseudocode ».*

## 1.2 Nature des contenus identifiés dans le discours des entretiens

Afin de rendre compte du contenu construit par les étudiants, nous nous appuyons sur l'analyse des performances didactiques cognitives. L'analyse thématique du contenu nous permet d'en décrire deux types de savoirs construits par les étudiants : savoirs conceptuels et savoirs procéduraux. Le tableau ci-dessous présente une vision globale des résultats obtenus au regard de ce que les vingt interviewés construisent comme contenu au sein et en relation avec le MOOC étudié.

**Tableau 30.** Contenu construit par les étudiants

| **Types de savoirs** | **Contenu identifié** |
|---|---|
| Conceptuels | *Boucle (8)<br>*Elaborer des algorithmes mobilisant les tests (7)<br>*Lien entre variable et instructions de base (1) |
| Procéduraux | *La démarche à suivre pour arriver au résultat (13)<br>*Exécuter un algorithme (8)<br>*Réaliser un organigramme (8)<br>*Elaborer un algorithme (7)<br>*Décomposer le problème en sous problèmes plus simple à résoudre (1)<br>*Comprendre l'énoncé du problème (1)<br>*Analyser le besoin (1)<br>*Les données nécessaires pour résoudre un problème (1)<br>*Les données résultantes (1) |

En ce qui a trait aux savoirs conceptuels, huit étudiants ont mentionné les boucles comme concepts appris durant les semaines du MOOC, sept ont mentionné le concept de condition. Un étudiant a mentionné la mise en lien des deux concepts : instructions de base et variable.

Les étudiants interrogés décrivent les concepts construits de condition et boucle essentiellement de trois manières : en présentant seulement leurs utilités (Etudiant 1, Etudiant 4), en explicitant leurs syntaxes (Etudiant 3) ou en présentant leurs caractéristiques (Etudiant 14) :

> *« Etudiant 1 : une condition est une instruction qui permet de décider, quelle sera la ou les instructions à exécuter »*

> *« Etudiant 3 : pendant une semaine j'ai appris les conditions simples Si alors sinon Finsi et les conditions imbriquées qui sont des conditions composées des autres conditions simples »*

> *« Etudiant 4 : une boucle est une instruction qu'on utilise afin d'exécuter des opérations plusieurs fois »*

> *« Etudiant 14 : je ne sais pas quand est ce que je vais m'arrêter dans la boucle tant que c'est pas comme la boucle Pour Faire je sais exactement la condition d'arrêt »*

Relativement aux savoirs procéduraux, treize étudiants ont souligné la démarche de résolution d'un problème (sous forme d'étapes de résolution) et la démarche à suivre pour arriver au résultat, l'un a précisé explicitement cette démarche qui consiste à 1) comprendre l'énoncé du problème 2) décomposer le problème en sous-problèmes plus simples à résoudre, 3) associer à chaque sous problème, une spécification en termes de données nécessaires et données résultantes 4) partir d'un ensemble de données pour arriver au résultat. Huit ont souligné la réalisation d'un organigramme et sa transformation en un algorithme ainsi que l'exécution des algorithmes. Sept ont précisé des procédures d'élaboration des algorithmes.

En ce qui concerne les savoirs procéduraux, le discours des étudiants peut être regroupé en 2 catégories : résoudre un problème et exécuter un algorithme. La résolution d'un problème est décrite par l'étudiant 11 et l'étudiant 17 comme une démarche qui consiste à analyser un problème en spécifiant les données d'entrées et de sorties

> *« Etudiant 11 : hein…j'ai appris plusieurs choses, comment faire pour résoudre les problèmes en algorithmique à savoir comprendre l'énoncé du problème…décomposer le problème en sous-problèmes*

*plus simple à résoudre…associer à chaque sous problème, une spécification… les données nécessaires • les données résultantes…la démarche à suivre pour arriver au résultat en partant d'un ensemble de données en utilisant des organigrammes [logiques] »*

*« Etudiant 17 : je sais comment analyser un problème en termes de données d'entrées et sorties »*

Elle est également une démarche qui nécessite une décortication du problème (Etudiant 20) ou une division des tâches en sous tâches (Etudiant 17) :

*« Etudiant 20 : décortiquer le problème est l'élément le plus important dans l'algorithmique car sans lui on peut pas résoudre le problème »*

*«Etudiant 17 : selon mon expérience en algorithmique je considère que… l'affectation, lecture et écriture et conditions […] mais l'analyse d'un problème et la division d'un problème aussi importants car sans ça tu ne peux pas créer un algorithme »*

L'exécution des algorithmes est décrite par l'étudiant 9 comme la description une par une des actions de l'algorithme :

*« en organisant les étapes de déroulement de l'algorithme c'est-à-dire qu'est* ***ce qui va être en premier*** *afin de comprendre d'abord l'enchaînement des actions avant de procéder par la suite à l'écriture de l'algorithme et programme »*

L'exécution est décrite également par l'étudiant 4 comme un moyen pour vérifier l'algorithme conçu et chercher les erreurs en essayant d'exécuter l'algorithme avec des exemples de données d'entrées :

*« Etudiant 4 : j'ai essayé alors de voir comment s'exécute les boucles dans une machine et en testant ces programmes avec plusieurs données* ***j'ai commencé à saisir*** *le principe de fonctionnement »*

## 1.3 Caractéristiques des performances didactiques techniques manifestées dans le discours des étudiants

Nous caractérisons ici les performances didactiques cognitives déclarées dans le discours des étudiants. Puis, dans un deuxième temps, les savoirs conceptuels et procéduraux identifiées en

analysant les performances didactiques cognitives sont décrits. Cette section vise à approfondir les résultats obtenus à partir du questionnaire et l'analyse lexicale du chapitre 5.

**Des performances didactiques techniques centrées sur l'utilisation des vidéos et quiz**

L'analyse des entretiens montre que les performances didactiques techniques se manifestent chez les étudiants en termes de recours aux deux ressources : « vidéos » et « quiz » du MOOC pour réaliser des tâches. Ainsi, plusieurs répondants ont affirmé suivre le MOOC en visionnant des vidéos (lire, mettre en pause, télécharger, etc.) ou en répondent à des exercices automatiques (répondre à un QCM, texte à trou) comme l'illustre ces extraits :

> *« Etudiant 7 : j'ai regardé les deux vidéos de la semaine en essayant de télécharger d'abord les vidéos sur mon pc pour pouvoir les lire sans se soucier de la connexion internet pour me concentrer »*

> *« Etudiant 9 : pendant une semaine j'ai visualisé les vidéos et j'ai essayé de comprendre ce qui se dit dans ces vidéos »*

> *« Etudiant 10 : j'ai vu les vidéos en entier pour voir qu'est ce que [traite] comme information puis je suis revenu pour noter les exemples d'algorithmes »*

> *« Etudiant 10 : j'ai regardé les vidéos pour voir des exemples d'algorithmes proches de ceux vus dans le cours en classe »*

> *« Etudiant 20 : j'ai suivi les vidéos en faisant des pauses pour les vidéos qui durent longtemps je prends des captures d'algorithmes et j'essaye de les exécuter moi-même »*

> *« Etudiant 20 : je prends des captures d'algorithmes et j'essaye de les exécuter moi-même et de comprendre leurs fonctionnements. Enfin, j'ai fait les quiz »*

Certains étudiants utilisent d'autres ressources du MOOC en consultent une page web ou en postant sur les forums de discussion des questions ou des réponses aux questions :

> *« Etudiant 2 : pour moi, pour **les jeux sérieux** proposés dans la semaine 1, … ,euh,…, au début je ne comprenais pas comment résoudre les problèmes mais après avoir essayé de comprendre et relu les exemples [fournis] »*

*« Etudiant 4 : pendant une semaine j'ai appris la logique de la boucle Tant que faire, répéter jusqu'à et Pour faire, j'ai posé des questions liées au cours dans les forums de discussion à la fin j'ai réalisé des quiz »*

*« Etudiant 14 : non je n'ai pas regardé les vidéos…j'ai utilisé plutôt les forums de discussion pour poser directement mes questions »*

Cette consultation de ressource pédagogique par les étudiants s'est faite en naviguant dans le MOOC : passer d'une semaine à une autre, passer d'une activité à une autre. En effet, la majorité des étudiants ont déclaré suivre l'ordre des semaines proposées dans le MOOC. Néanmoins, deux étudiants ont déclaré ne pas respecter cet ordre en suivant uniquement quelques semaines du MOOC pour palier certaines difficultés (Etudiant 2) ou se familiariser avec la démarche de conception d'un algorithme (Etudiant 10) :

*« Etudiant 2 : non je n'ai pas suivi l'ordre fournit dans le MOOC, j'ai commencé par ce que je n'ai pas compris…, euh…, les boucle puis les conditions puis les tableaux »*

*« Etudiant 10 : j'ai suivi juste les activités de la première, la deuxième et la troisième semaine pour* ***comprendre la démarche de création*** *d'un algorithme de a à z »*

Pour chaque semaine du MOOC (les 8 semaines), la majorité des étudiants optent pour des activités (consulter une vidéo, page web, discuter dans les forums, etc.) puis ils réalisent les quiz. Or, cet ordre (vidéo puis quiz) n'a pas été toujours respecté. En effet, une minorité d'étudiants (2/20) ont mentionné qu'ils se contentent de réaliser directement les quiz sans consulter en premier les vidéos car ils maitrisaient déjà les bases de l'algorithmique (Etudiant 5) ou consulter uniquement une partie de la vidéo et passer aux quiz (Etudiant 1)

*« Etudiant 5 : non je fais uniquement des quiz pour avoir l'attestation de réussite par la suite »*

*« Etudiant 1 : je n'ai pas regardé toute la vidéo mais je regarde uniquement les parties où je ne comprends pas et parfois…au cas où je n'ai pas difficultés précises pour des concepts je ne regarde pas la vidéo je passe directement aux quiz »*

# 2. Mise en évidence des difficultés rencontrées dans le discours des étudiants

Dans cette section, nous décrivons les caractéristiques des difficultés rencontrées par les étudiants interviewés. Ces éléments découlent des données issues du questionnaire et de l'analyse lexicale (Classe C1 et C4). Nous notons les difficultés d'appropriation des savoirs conceptuels et procéduraux véhiculé dans le MOOC mais également des difficultés techniques en lien avec l'utilisation des outils de la programmation.

## 2.1 Des difficultés focalisées sur l'appropriation des savoirs conceptuels et procéduraux de l'algorithmique

Les entretiens nous ont permis de caractériser les difficultés en lien avec le contenu de l'algorithmique. Les difficultés que nous avons pu identifier se rapportent essentiellement aux concepts de variable, d'affectation et de traitements composés ainsi qu'aux démarches de résolution des problèmes. En ce qui a trait aux concepts construits, nous constatons que si le concept de boucle a été considéré facile par plusieurs étudiants, des difficultés liées à son imbrication restent assez rencontrées par les étudiants. Cette difficulté est exprimée par les étudiants d'une manière explicite en utilisant le terme *imbrication* ou d'une manière implicite en mentionnant les traitements complexes ou composés :

> *« Etudiant 2 : je comprends le déroulement d'une boucle mais une fois que je me trouve face à une imbrication de boucles, je bloque pire encore si je ne sais pas que je dois utiliser des boucles imbriquées si le problème nécessite ça ».*

> *« Etudiant 18 : j'ai trouvé des difficultés dans l'élaboration des algorithmes complexes qui compose des traitements complexes*

Plus particulièrement, parmi ces instructions répétitives, la boucle tant que faire semble être la plus difficile à comprendre chez l'étudiant 2 et l'étudiant 17 par rapport à la boucle pour faire. Toutefois, l'instruction répétitive répéter jusqu'à est considérée comme celle la plus facile à comprendre et la plus abordable pour élaborer des algorithmes :

*« Etudiant 2 : j'aime les vidéos qui sont très claires et me permet de comprendre la logique des boucles comment s'exécuter surtout la boucle tant que qui me posait problème dans [le cours] »*

*« Etudiant 17 : oui la manière d'explication des algorithmes est claire en fait grâce aux vidéos j'ai compris les deux boucles qui me posaient assez de problèmes euh…Tant que faire et répéter jusqu'à… »*

Dans ce sens, l'étudiant 6 exprime sa difficulté liée au traitement composé de plusieurs instructions :

*« Etudiant 6 : je peux résoudre les problèmes simples de somme, différence, produit, etc. mais une fois je me trouve avec des structures composées et traitements composés je me trouve coincé dans le processus de résolution »*

Autre difficulté particulière soulignée est la notion de variable ainsi que son affectation qui semble créer une confusion avec des connaissances mathématiques chez l'étudiant 11 :

*« Etudiant 11 : au début, je confonds la relation d'égalité et l'instruction d'affectation…alors, j'ai essayé de faire simple en prenant des exemples d'algorithmes et les traduire en programmes Pascal pour voir l'évolution des valeurs »*

En ce qui a trait aux démarches de résolutions construites, l'étudiant 10 a essayé de résoudre un problème sans le comprendre complètement. Cela s'est produit parce que l'étudiant a des difficultés d'interprétation de l'énoncé du problème et ces éléments (données et actions). Ainsi, ils n'interprètent pas correctement l'énoncé en décrivant le problème donné :

*« Etudiant 10 : parmi les difficultés que j'ai rencontrées dans ce MOOC est la saisie du problème d'autoroute, je n'ai pas compris les cas présentés pour payer la somme d'argent, il y a beaucoup de cas et je ne sais pas comment les formuler dans l'algorithme »*

D'ailleurs, la capacité de décomposition du problème et le passage de l'analyse du problème à une solution algorithmique semblent être plus difficiles chez beaucoup d'étudiants. Quelques exemples tirés de leurs déclarations sont donnés ici :

*« Etudiant 15 : Il y a beaucoup de logique beaucoup d'instructions… par exemple l'exemple de la suite numérique ou il y a le factoriel et la somme des nombres je ne sais pas comment je vais utiliser tout ce que*

*je sais sur ces deux problèmes déjà vus pour écrire [l'algorithme]…euh… je ne sais pas où je vais commencer et comment je peux faire »*

*« Etudiant 17 : j'ai trouvé des difficultés au niveau de la formulation des algorithmes car même si je sais… comment analyser un problème en termes de données d'entrées et sorties…euh… je ne peux pas combiner tout ça pour formuler un algorithme »*

*«Etudiant 20 : j'ai trouvé problème dans le problème de robot calcul nombre sublime, parfait, dilaté, etc. plus de calcul je ne sais pas comment je vais mobiliser les boucles , en fait je sais que je dois l'utiliser mais comment c'est ça le problème »*

L'étudiant 19 exprime un manque de transfert de connaissances. Cet étudiant justifie ce manque par une mauvaise mise en lien entre les problèmes déjà travaillés et le nouveau problème :

*« Etudiant 19 : dans les autres matières comme la physique et les sciences de la vie et de terre, on peut comprendre les concepts en recourant toujours aux analogies [par exemple] pour comprendre…, euh…, le circuit électrique on recourt au circuit d'eau, mais pour l'algorithmique c'est autre chose »*

Certes, les jeux sérieux ainsi que le problème d'automatisation de paiement dans les autoroutes montrant des situations issues de la vie quotidienne où les étudiants peuvent manipuler les notions de l'algorithmique ont été appréciés par la majorité d'étudiants, cependant une minorité d'étudiants (2/20) restent moins intéressés par l'algorithmique :

*« Etudiant 6 : je n'aime pas l'algorithmique [rires] car c'est différent des mathématiques, euh,…dans les mathématiques on résout les équations, il y a des calculs mais en algorithmique je ne vois pas de calcul »*

*« Etudiant 12: l'algorithmique c'est difficile, euh,… comment dirais-je… ben, je ne peux pas penser comment s'exécuter des programmes je n'ai pas l'imagination nécessaire pour penser à [ça] »*

## 2.2 Des difficultés centrées sur l'utilisation des outils de la programmation

L'analyse des discours des étudiants montrent que quelques étudiants ont rencontré des problèmes techniques liés plutôt à l'utilisation des outils de programmation que des

fonctionnalités du MOOC. En effet, nous remarquons que pratiquement aucun des interviewés n'a pris le temps de consulter la page web « prise en main des fonctionnalités du MOOC » qui décrit les bases de navigation dans la plateforme MUN. L'étudiant 1 justifie la non utilisation de cette page par le fait qu'ils font preuve d'autonomie technique et que l'utilisation de la plateforme ne nécessite pas des compétences techniques spécifiques comme indiqué dans cette citation :

> *« Etudiant 1 : je me suis débrouillé tout seul pour naviguer dans le MOOC [petits rires], je ne trouve aucune difficulté de passer d'une activité à une autre »*

En ce qui concerne les difficultés liées aux outils de développement du code, nous remarquons que certains étudiants ont exprimé leurs difficultés quant à l'utilisation des outils intégrés dans la plateforme. Ainsi, des étudiants se sont exprimés sur la difficulté d'utiliser et comprendre le fonctionnement du jeu sérieux « Jeux Blockly » et l'outil codecast :

> *« Etudiant 2 : pour moi, pour **les jeux sérieux** proposés dans la semaine 1, au début je ne comprenais pas comment résoudre les problèmes mais après avoir essayé de comprendre et relu les exemples fournis, j'ai compris la démarche et c'était vraiment motivant qu'un cours traditionnel…, euh…, c'est la première fois que je vois bien l'utilité des boucles et conditions »*

> *« Etudiant 2 :ben… j'ai eu des difficultés dans l'utilisation de l'outil codecast qui m'a pris du temps»*

> *« Etudiant 6 :en fait… j'ai des difficultés la manipulation de l'éditeur codecast qui m'a pris du temps…, euh.., je sais pas comment fonctionne ce truc…»*

L'étudiant 9 se sentait plus en difficulté pour utiliser l'outil de développement du code C en le considérant comme étant nouveau pour lui. Selon cet étudiant, si la découverte d'un nouveau outil pour programmer en C intégré dans le navigateur qui ne nécessite aucune installation était une bonne chose, il regrette le fait qu'il ne prend en charge qu'une partie du langage C et qu'il est nécessaire d'investir plus de temps pour comprendre son fonctionnement en se rendant sur d'autres site web externes alors qu'il est possible d'utiliser des outils standards déjà connus et qui prennent en charge toutes les parties du langage C :

> *« Etudiant 9 : c'est vrai que j'ai rien installé pour exécuter des programmes C, […] il y avait assez de documentation sur ce nouveau outil…cela a pris du temps pour chercher encore comment ça fonctionne à*

*savoir la syntaxe et les fonctions permises…, euh…, on aurait dû travailler avec des outils standards à savoir DEVC++ »*

Nous remarquons qu'un seul étudiant (étudiant 9) a exprimé des difficultés syntaxiques en algorithmique en utilisant la fonctionnalité quiz ayant pour but l'évaluation des algorithmes produits (compléter ou modifier des algorithmes) comme l'illustre cet extrait :

*« Etudiant 2 : la majorité des erreurs que j'ai eu dans le quiz surtout dans les conditions se sont des problèmes syntaxiques c'étaient des flèches, des points oubliés mais je comprenais la logique des algorithmes »*

# 3. Synthèse des résultats issus de l'analyse thématique des entretiens

Les résultats qui concernent les stratégies d'apprentissage déclarées être mobilisées dans les entrevues montrent que les étudiants ont recouru à la stratégie d'élaboration : *faire le lien entre le contenu et connaissances antérieures* pour mieux retenir les nouvelles connaissances et ce en les comparant aux schèmes existants. L'analyse des entrevues montre également que ces performances didactiques cognitives se sont manifestées en termes de stratégies d'organisation mobilisées principalement en utilisant des schémas sous formes d'organigrammes pour organiser les données des problèmes et leur articulation. Pour réaliser des tâches d'apprentissage dans le MOOC, les étudiants ont mobilisé des vidéos et des quiz tout en suivant majoritairement l'ordre proposé dans le MOOC. Ce processus d'apprentissage impliquant la visualisation des ressources pédagogiques du MOOC et l'utilisation des stratégies d'apprentissage posent aux étudiants deux types de difficultés : difficultés de l'appropriation du contenu et difficultés techniques. Les difficultés en lien avec le contenu s'agissent de l'appropriation aussi bien des savoirs conceptuels à savoir la boucle Tant que et les traitements composés que des savoirs procéduraux à savoir la décomposition du problème et le passage de l'analyse du problème à la conception de l'algorithme. Les difficultés techniques sont liées à l'utilisation des outils intégrés dédiés à l'édition des programmes à savoir codecast.

# 4. Performances didactiques des étudiants manifestées dans les posts de discussion

Les performances didactiques des élèves ont été manifestées en termes de performances cognitives et sociales. Les forums de discussion ne permettent pas de juger ou non de la manifestation des performances didactiques techniques. La figure 31 fait apparaître qu'il y a plus de performances cognitives (78.95%) manifestées chez les étudiants que de performances sociales (21,05%).

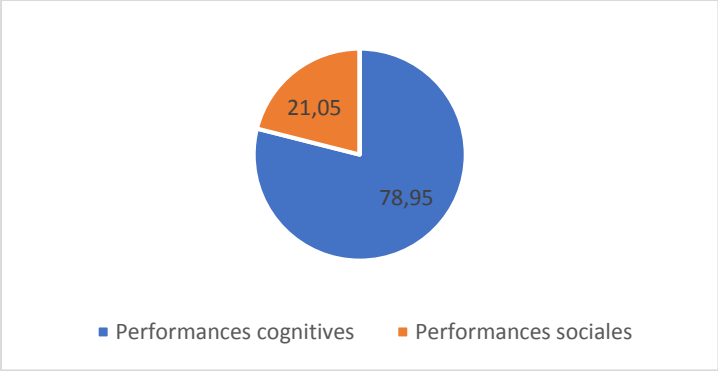



**Figure 31.** Total des occurrences des performances didactiques

## 4.1 Caractéristiques des performances didactiques cognitives manifestées dans les posts de discussion

Les performances didactiques cognitives sont explicitement manifestées par les étudiants dans les moments où ils ont interagi dans les forums de discussion avec l'équipe pédagogique ou avec d'autres étudiants, en posant une question, répondant aux questions des autres et faisant des remarques ou des commentaires focalisant sur le contenu d'algorithmique. Ainsi, par exemple, ces interactions se sont focalisées sur : la description des étapes d'un algorithme en faisant appel aux connaissances antérieures ou expériences vécues (démarche pour préparer un gâteau par exemple) ; la signification d'un concept (boucle, condition) ; la résolution d'un problème (algorithme du nombre parfait par exemple).

### 4.1.1 La description des étapes d'un algorithme

L'animateur pose une question dans le forum du MOOC sur les étapes d'élaboration d'un algorithme. Des étudiants en décrivent les étapes. L'animateur demande ensuite de clarifier chaque étape décrite.

> *Animateur : Question de synthèse : qui peut me résumer les étapes à suivre pour résoudre un problème en algorithmique ?*
>
> *Etudiant 1 : 1. Analyse du problème (variables d'entrés et sortie)*
>
> *2. formule de calcul*
>
> *3. choix des instructions*
>
> *4. tester l'algorithme*
>
> *Animateur : Bien!. Si quelqu'un d'autre a d'autres suggestions ?*
>
> *Etudiant 2 : la première étape est la pré-analyse (but du problème et données) la deuxième étape est l'analyse la dernière est l'algorithme*
>
> *Animateur : Si vous pouvez développer encore les étapes surtout qu'est-ce que vous voulez dire par l'analyse. Merci !*
>
> *Etudiant 2 : @ analyse. pour analyser un problème on pose 3 questions : quel est le résultat recherché, c'est à dire la sortie de notre algorithme ? Comment on obtient ce résultat, c'est à dire le traitement de notre algorithme ? Quelles sont les informations nécessaires ? C'est à dire les données d'entrées du problème*
>
> *Etudiant 3 : Salut, par exemple l'algorithme de préparation d'un gâteau, les variables d'entrées sont les oeufs, farine, chocoloat, etc, le résultat est le gâteau le traitement est le fait de de prendre les œufs, la farine, beurre et sucre et mélanger le tout et mettre au four une petite demi-heure.*

Nous constatons que quelques étudiants (Etudiant 1, Etudiant 2, Etudiant 3) tentent de faire une synthèse des étapes d'un algorithme. Après avoir relancé, par l'animateur, les idées énoncées par les étudiants 1 et étudiant 2 en leur demandant de développer encore les réponses

à la question posée, on voit bien que l'étudiant 2 essaye directement de répondre à la relance. Quant à l'étudiant 3, il fait appel à son expérience antérieure (préparation d'un gâteau) pour illustrer les étapes d'analyse d'un problème. Il se réfère donc à un contenu construit dans la vie courante.

### 4.1.2 La signification d'un concept

L'étudiant pose une question sur l'utilité des tableaux considérés complexes (par l'étudiant). L'animateur en donne un exemple simple d'algorithme dans lequel il démontre clairement la limite de l'utilisation de la notion de variable. Il continue de préciser d'autres utilités des tableaux.

> *Etudiant 5 : Pourquoi ne pas utiliser des variables au lieu des tableaux compliqués ?*
>
> *Animateur : Bonjour, l'exemple simple que j'ai donné dans l'introduction de la semaine 4 sur les tableaux à une dimension consiste en la saisie des notes des élèves d'une classe. Imaginons que nous voulons calculer les notes globales obtenues de 100 étudiants Note 1, Note 2, Note 3 .... Note 100 Alors comment faire ? Avec les variables on peut bien sûr résoudre ce problème en procédant comme suit : Var Note 1, Note 2 et on continue comme ça jusqu'a Note 100. Et on continue comme ça jusqu'a Ecrire ('donner Note 100'); Lire (Note 100); Ce qui est très long et pas pratique. Donc la solution est d'utiliser un tableau. Notre tableau va regrouper toutes les notes dans une seule variable composée de 100 cases juxtaposées et de même type réel dans notre cas. Donc on va procéder comme suit: Var Note: tableau [1...100] de réels; Pour i allant de 1 à 100 faire Ecrire ('donner la note', i); Lire (Note [i]); Fin Pour Donc voyez tout simplement on lit note par note avec trois lignes de pseudocode Note [1], Note [2], Note[3], ... Note[100]*
>
> *Animateur : Je reviens pour éclairer encore l'utilité des tableaux. Imaginez, dans le même exemple, si vous voulez accéder à la ième note donc avec les tableaux la tâche devient facile on accède tout simplement à cette note en écrivant Note [i]. Voilà !*

On constate que la performance didactique cognitive de cet étudiant dans ce post de discussion consiste donc à poser une question pour tenter de stabiliser la notion de tableau (sous entendue la notion de variable aussi). Cependant, il ne réagit pas à l'explication fournie par l'animateur du MOOC. Ceci peut être expliqué par un silence permettant à cet étudiant de faire face à un trou de mémoire (Rousseaux, 2003).

### 4.1.3 La mobilisation des concepts dans un algorithme

Les étudiants posent des questions sur la mobilisation des concepts des boucles (Pour Faire) et conditions imbriquées. L'animateur fait un rappel de l'utilité des instructions répétitives en expliquant en détail le déroulement des algorithmes mobilisant ces deux concepts.

*Etu 1 : Bonjour, j'ai pas compris pourquoi on n'a pas utilisé boucle for pour calcul pgcd ?*

*Etu 2 : bj, car le nombre d'itérations n'est pas connu*

*Animateur : Bonjour, pour le problème de PGCD on n'a pas utilisé la boucle Pour Faire car le nombre d'itérations n'est pas connu à l'avance. Rappelons l'algorithme d'Euclide pour calculer le Pgcd : on a utilisé l'instruction Tant que : Tant que la condition : le reste r de la division de a par b r<>0 faire a⇐b; b⇐r; r⇐a%b; Fin Tantque. Nous avons vu dans la vidéo sur les instructions répétitives que les instructions a⇐b; b⇐-r; r⇐a%b; se répètent un nombre de fois qu'on ne sait pas à l'avance. Par exemple si a=10 et b=6, ces instructions sont répétées exactement 2 fois. r=10%6=4 Etape 1 : a=6 b=4 r=2 Etape 2: a=4 b=2 r=0*

*Etu 3 : bonjour je n'ai pas bien compris dans quiz 1 pourquoi l'algorithme n'affiche pas cond3 ?*

*Animateur : Bonjour, l'algorithme affiche uniquement cond 2. En effet, on ne va pas exécuter l'instruction qui vient après sinon si (Ecrire (cond3)) puisque l'instruction qui est juste avant sinon si est déjà vraie : b=9. On exécute sinon si que si l'instruction qui est avant n'est plus vérifiée.*

On constate que les performances cognitives des étudiants dans ces discussions ont donc consisté à poser des questions par rapport aux tâches à réaliser pour trouver des éléments de réponses à des difficultés en lien avec le contenu (les notions de l'algorithmique).

### 4.1.4 Nature des contenus identifiés dans les forums de discussion

Les contenus algorithmiques identifiés varient d'un étudiant à un autre : ils vont de la notion de variable aux instructions répétitives en passant par les instructions de base utilisées pour résoudre des problèmes. Plus particulièrement dans les forums de discussion, les contenus sont présentés en trois formes : les savoirs conceptuels et les savoirs procéduraux (Tableau 31). Les savoirs conceptuels comportent les savoirs théoriques de base en algorithmique à savoir les

variables, l'affectation, la lecture, l'écriture, les boucles, etc. Les savoirs procéduraux renvoient aux procédures à suivre pour réaliser des algorithmes.

**Tableau 31.** Savoirs identifiés dans les forums de discussion

| **Catégorie** | **Savoir** | **Extraits du corpus correspondant aux savoirs en jeu** |
|---|---|---|
| Savoirs conceptuels | • Variable<br>• Tableau<br>• Lecture<br>• Ecriture<br>• Condition<br>• Boucle Pour Faire | *« Pourquoi ne pas utiliser des variables au lieu des tableaux compliqués ? »*<br><br>*« Pourquoi dans les quiz vous n'avez pas mis dans l'algo Ecrire (''donner la valeur'') ; vous avez mis uniquement Lire (variable) »* |
| Savoirs procéduraux | • Démarche de résolution de problèmes | *« Pour analyser un problème on pose 3 questions : Quel est le résultat recherché ? c'est à dire la sortie de notre algorithme ? Comment s'obtient ce résultat ? c'est à dire le traitement de notre algo ? Quelles sont les informations nécessaires ? c'est à dire les données d'entrées du problème »*<br><br>*« Pour écrire un algorithme on procède par trois étapes : analyse problème, choix d'instructions et exécution de l'algorithme*<br><br>*Salut, par exemple l'algorithme de préparation d'un gâteau, les variables d'entrées sont les oeufs, farine et chocoloat, etc,… le résultat est le gâteau le traitement est le fait de de prendre les œufs, la farine, beurre et sucre et mélanger le tout et mettre au four une petite demi-heure »* |

## 4.2 Caractéristiques des performances didactiques sociales

Les Performances didactiques sociales ont consisté en des interactions dans les forums de discussion entre les étudiants ou avec l'équipe pédagogique, sans rapport direct avec le contenu. Plus spécifiquement ces interactions se focalisent sur le point de vue des étudiants sur la présentation du contenu et sa difficulté ou le remerciement de l'enseignant pour la réponse à une question. Ainsi, par exemple un étudiant exprime sa difficulté au regard du concept de la boucle au début et remercie l'animateur à la fin :

*Etu 9: je dois vous avouer d'être perdu depuis le début des instructions de boucles. je ne comprends pas vraiment les boucles surtout l'algorithme de nombre parfait*

*Animateur : Bonjour, d'abord un petit rappel concernant l'utilité des instructions répétitives : on les utilise dans toute situation où on trouve une répétition d'un bloc d'instructions un certain nombre de fois, au lieu d'utiliser des instructions de base (lecture par exemple) on utilise une boucle permettant de gagner du temps dans l'écriture d'un algorithme et l'exécution du programme associé. L'exemple le plus simple est l'algorithme qui écrit 100 fois bonjour alors si nous élaborons l'algorithme correspondant en utilisant uniquement les instruction de base on doit procéder comme ça: Ecrire ('bonjour'); Ecrire ('bonjour'); Ecrire ('bonjour'); et on continue comme ça jusqu' Ecrire ('bonjour'); 100 lignes d'écritures ce qui va rendre l'algorithme très long et pas pratique donc la solution est d'utiliser la boucle Pour Faire par exemple: Pour i allant de 1 à 100 faire Ecrire ('bonjour'); Fin Pour voyez c'est très simple trois lignes de pseudo code et voilà bonjour est affiché 100 fois J'espère que vous avez compris en gros l'utilité des instructions répétitives! Si vous avez d'autres questions n'hésitez pas!*

*Etudiant 9 : Merci bien pour les explications !*

Cette performance sociale est manifestée également par quelques étudiants dans les forums de discussion en demandant des liens pour le téléchargement des outils de développement des programmes en langage C ou exprimant des difficultés quant à l'utilisation d'un outil intégré dans la plateforme du MOOC :

*« Etudiant 5 : Svp le lien d'installation dev c++ merci »*

*« Etudiant6 : bonjour, le site Jeux Blockly n'est plus affiché. Comment faire ?Mrc »*

*« Etudiant7 : Bj, l'outil codecast ne s'affiche pas comment faire pour l'afficher »*

## 4.3 Synthèse des résultats provenant de l'analyse des posts de discussion

Les résultats obtenus via l'analyse des posts de discussion nous permettent de caractériser quelques performances didactiques manifestées par les étudiants dans les forums de discussion. Plus précisément, ces performances mettent en évidence les stratégies cognitives et sociales adoptées par les étudiants pour s'approprier les concepts et les procédures de l'algorithmique. Toutefois, ces performances ne concernent qu'une partie des étudiants actifs dans les forums

de discussion. De plus, les forums ne mettent en exergue que deux types de performances : performances sociales et cognitives. En effet, les performances techniques n'ont pas pu être identifiées. Chaque participant doit suivre les activités du MOOC et en particulier faire les quiz pour avoir une attestation de réussite. Cependant, même si la plateforme dispose des forums de discussion qui peuvent être adoptés pour travailler en groupe ou partager des ressources qui s'avèrent utiles, nous avons constaté que les forums de discussion sont plutôt utilisés par les étudiants pour communiquer avec les animateurs du MOOC dans le but de trouver des réponses à leurs questions. Ainsi, nous avons constaté que les communications entre les étudiants sont peu fréquentes.

# Chapitre 8 : Discussion, conclusion et perspectives

*Dans les deux chapitres précédents, nous avons présenté les principales contributions qui se dégagent de l'analyse du questionnaire, des entretiens et des traces de données des étudiants. Dans le présent chapitre, nous allons discuter les résultats significatifs aussi bien de l'élaboration du contenu en ce qui concerne les effets des fonctionnalités du MOOC et de la massification sur les principes d'élaboration du contenu, que de la construction de ce contenu en termes de performances didactiques manifestées, des différents contenus construits et des difficultés rencontrées.*

# 1. Discussion des résultats

## 1.1 Adaptation du contenu aux fonctionnalités du MOOC et son caractère massif

Les entretiens avec les concepteurs du contenu révèlent qu'ils ont 1) identifié les concepts de base en algorithmique jugés nécessaires à s'approprier (variable, instructions de base, conditions, boucles, tableaux), 2) scénarisé le cours en formulant les objectifs pédagogiques, découpant et organisant le contenu en unités d'apprentissages, 3) produit des ressources pédagogiques. Plus spécifiquement, pour garantir l'atteinte des objectifs pédagogiques, les concepteurs ont formalisé le scénario pédagogique en décrivant en détail le déroulement des séquences de la formation (les tâches d'apprentissage, les ressources, la durée des séquences, l'organisation des séquences, etc.).

Les résultats de l'étude menée soulignent également que si le contenu reste identique à celui d'un cours universitaire, sa manière de présentation a été adaptée. En effet, les concepteurs ont procédé à une médiatisation du cours déjà existant qui est diffusé sur Moodle. Ce résultat est en accord avec celui de l'étude de Cisel et Leh (2017) qui indiquent que les cours, déjà existants, sont principalement diffusés dans les plateformes des MOOC en procédant à leurs transpositions par une simple médiatisation des ressources.

Toutefois, la manière de présentation du contenu du MOOC a été changée en tenant compte des fonctionnalités de la plateforme edx. En effet, les concepteurs ont aussi bien introduit des animations vidéos décrivant l'exécution pas à pas des algorithmes que détourné les fonctionnalités du MOOC pour évaluer des algorithmes produits par les étudiants. Inversement, Chotel (2017) met en évidence l'implication du contenu quant aux choix des fonctionnalités du MOOC. Cette auteure souligne qu'étant donné que le MOOC ne dispose pas d'une fonctionnalité permettant d'entamer la tâche ouverte de production orale, les concepteurs du MOOC ont fait appel à un autre outil externe à la plateforme

Afin de concevoir le contenu, les concepteurs de MOOC ont adapté le contenu au caractère massif du MOOC. En effet, ces concepteurs mettent en évidence que le cours est adapté à la massification des audiences en diminuant la charge horaire des semaines et imposant un

minimum de prérequis essentiels. Cela peut être expliqué par le fait que les concepteurs envisagent d'accumuler un nombre élevé d'inscrits et ont pris en compte les difficultés liées à la persistance dans les MOOC et au faible taux de certification (Cisel et Leh, 2017). En revanche, la gestion des discussions en termes d'échanges en ligne et d'accompagnement ne posait pas de problème vu le nombre réduit des étudiants actifs dans les discussions.

Dans le même sens, en examinent comment les concepteurs pédagogiques conçoivent le contenu du MOOC « Humain traficking », l'étude de Watson, Loizzo et al. (2016) montre que l'équipe pédagogique du MOOC a choisi d'établir un objectif général qui répond à une variété de besoins des apprenants. En outre, le MOOC a été conçu pour offrir deux pistes distinctes : une piste « grand public » et une piste « assistant social ». Ces deux pistes se caractérisant par des ressources et des discussions distinctes. Pour sa part, Chotel (2017) souligne que la conception du MOOC « *Exploring English : Language and Culture* » s'est menée en exploitant les apports didactiques et pédagogiques de recherche. Ainsi, sont proposées aux apprenants de ce MOOC, des tâches adaptées au contexte massif interculturel : des tâches ouvertes centrées plutôt sur l'aspect narratif pour travailler la langue et la culture anglaise afin de susciter l'interaction entre les différents participants en favorisant l'échange des opinions et des informations tout en laissant aux apprenants une certaine liberté.

## 1.2 Construction du contenu du MOOC

### 1.2.1 Des performances didactiques cognitives des étudiants en termes d'utilisation des stratégies d'élaboration et d'organisation

A notre connaissance, aucune étude n'a identifié de manière explicite les performances didactiques manifestées par les étudiants dans un MOOC d'algorithmique et/ou de programmation. Les résultats de notre étude révèlent que les étudiants utilisent des stratégies cognitives de mémorisation, d'élaboration (à savoir poser des questions, faire le lien entre le contenu et les connaissances antérieures) et d'organisation (à savoir utiliser des diagrammes ou des tableaux) pour construire le contenu d'algorithmique.

Si la caractérisation de la construction du contenu ne constitue pas un des objectifs principaux des recherches antérieurs (citées dans le chapitre 1 « tendances de recherches sur les MOOC »), cette construction est néanmoins mentionnée implicitement dans plusieurs de ces recherches (Andersen et Ponti, 2014 ; Chen et Chen, 2015 ; Cohen et Magen-Nagar, 2016 ; Jézégou, 2015 ; Li et al., 2014 ; Miligan et Littlejohne, 2016 ; Watson, Kim et Watson, 2016 ; Veletsianos et al., 2015). Ainsi, dans le cadre d'une étude focalisant sur l'investigation des processus d'interactions des étudiants dans le cMOOC de programmation avec Javascript, Andersen et Ponti (2014) rapportent à travers l'analyse de 160 posts de discussions issus du MOOC que deux stratégies cognitives ont été identifiées : « l'identification d'un problème » qui est visualisée comme étant principalement axée sur les utilisateurs : les étudiants discutent de leurs problèmes ainsi que les tâches du cours de Javascript et « la co-création des tâches » d'apprentissage qui consiste en la collaboration entre les organisateurs du MOOC et les utilisateurs qui élargissent leurs zones proximales de développement (en échangeant avec les utilisateurs plus expérimentés).

Par ailleurs, les études de Cohen et Magen-Nagar (2016) et Jézégou (2015) examinent les stratégies d'autorégulation de l'apprentissage des étudiants dans le MOOC. Ainsi, Jézégou (2015) relate des résultats d'une recherche qui porte sur les stratégies mise en œuvre par les étudiants pour diriger eux-mêmes leurs activités d'apprentissage par et dans le cMOOC « Internet Tout Y est Pour Apprendre ». Cette auteure distingue cinq processus d'autorégulation adoptés par les participants de cMOOC : réflexion dont deux on peut les considérer comme stratégies cognitives : « recherche et capitalisation personnelle d'informations » et « consultation et appropriation des productions individuelles et collectives ».

Contrairement à l'étude de Cohen et Magen-Nagar (2016) qui relate que les participants du MOOC utilisent faiblement les stratégies cognitives d'apprentissage, notre étude montre que les étudiants mobilisent davantage la stratégie d'élaboration « la mise en lien du contenu avec les connaissances antérieures » et la stratégie d'organisation « l'utilisation des organigrammes » pour construire le contenu d'algorithmique, essentiellement les boucles et les conditions. Nous proposons deux interprétations de ce résultat. La première met en avant que

les étudiants visent un apprentissage durable qu'un apprentissage à court termes orienté vers la réussite des examens (à l'instar des cours en présentiel). La deuxième est liée à la nature abstraite de l'algorithmique. En effet, les étudiants sont conscients des stratégies qui sont adaptées pour apprendre les concepts abstraits de l'algorithmique et qu'une simple répétition ou un apprentissage par cœur des concepts ne permettent pas d'assimiler les fondements de cette matière (Bey, 2013).

D'ailleurs, l'analyse des posts de discussion met en évidence que les performances didactiques cognitives des étudiants ont consisté majoritairement à poser des questions dans les forums de discussion pour pallier des difficultés rencontrées dans le MOOC qui sont en lien avec les trois concepts de l'algorithmique : boucle, condition imbriquée et tableau. Toutefois, l'étude des forums de discussion ainsi que les entretiens, révèle des lacunes liées aux stratégies cognitives de la pensée critique (à savoir l'examen minutieux des concepts en discutant le contenu ou en considérant quelque chose comme peu certain dans le cours). Ainsi, des échanges ont eu lieu, cependant ils ne concernent qu'une partie des étudiants actifs. De plus, on observe que ces échanges sont courts et que la plupart des messages se focalisent sur des questions/réponses entre les étudiants et l'équipe pédagogique afin d'obtenir une réponse à une question spécifique.

### 1.2.2 Des performances didactiques techniques des étudiants en termes de mobilisation des vidéos

Les performances didactiques techniques déclarées dans le questionnaire et les entretiens avec les étudiants sont des performances techniques centrées sur la mobilisation des ressources pédagogiques en naviguant dans le MOOC. Plus particulièrement, les étudiants utilisent des vidéos pour construire essentiellement les deux concepts de l'algorithmique : boucle et condition. Les étudiants mobilisent des stratégies d'apprentissage pendant et après le visionnement de ces vidéos à savoir prendre des notes, prendre des captures d'écran, travailler des exemples d'algorithmes et retourner aux vidéos.

Certaines études, évoquent des résultats dans le même sens. Ainsi, Chen et Chen (2015) énoncent que les participants d'un MOOC sur Coursera ont mentionné recourir aux stratégies

d'apprentissage dans les forums de discussion. En effet, ces participants ont déclaré, avant le visionnement des vidéos, télécharger et lire les légendes des vidéos afin de comprendre le contenu du cours. D'autres participants ont énoncé passer d'un quiz à un autre et regarder les vidéos pour résoudre rapidement les quizz du MOOC. Dans ce sens, l'étude de Li et al. (2014) indique que l'interaction avec les vidéos du MOOC consiste en l'usage des différents types d'actions adoptées pendant le visionnement des vidéos à savoir mettre la vidéo en pause pour noter les éléments importants, revenir en arrière, avancer la vidéo.

Watson, Kim et Watson (2016) expliquent cette mobilisation fréquente des vidéos par le fait qu'elles se basent sur des approches, différentes des cours magistraux, qui assurent une certaine interactivité permettant aux étudiants de vérifier leurs connaissances et de choisir la durée de visionnement des vidéos. De plus, même si le contenu des vidéos du MOOC relève du cours magistral, il est différent dans sa manière de présentation.

Malgré le fait que la plateforme de notre MOOC « Algorithmique : concepts de base et applications » n'intègre pas une fonctionnalité de prise de note, on constate que les étudiants ont déclaré prendre des notes pendant ou après le visionnement des vidéos. L'étude de Milligan et Littlejohn (2016) faisait le même constat et rapportait que l'apprentissage dans le MOOC n'est plus simplement confiné à la visualisation des vidéos, mais il implique une prise de notes et réalisation des quiz. Considérées comme un moyen de renforcer leurs capacités de compréhension du contenu des vidéos, ces auteurs soulignent que les étudiants ont utilisé les prises de notes en déployant des stratégies apprises à l'université.

Veletsianos et al. (2015) apportent des précisions quant à la démarche de prise de note par les étudiants d'un MOOC. Ainsi, en analysant les entrevues de 13 participants d'un MOOC, ces auteurs décrivent de manière détaillée comment les étudiants ont pris des notes dans le MOOC. En effet, deux manières ont été identifiées : prise de notes sur un papier et prise de note numériques. Plus particulièrement, ces étudiants qui prennent des notes numériquement utilisent des logiciels de traitement de texte ou prennent des captures d'écran. D'autres étudiants ont pris directement les notes à partir des extraits de transcription des vidéos du MOOC. Ces résultats, montrant l'utilisation des prises de note, s'expliquent par l'utilité perçue

(par les étudiants) de la stratégie de prise de note pour comprendre le contenu des vidéos (Miligan et Littlejohne, 2016).

### 1.2.3 Des performances didactiques sociales des étudiants en termes d'interactions avec les étudiants et/ou l'équipe pédagogique

Les résultats de l'analyse du questionnaire et des posts de discussion montrent que les étudiants manifestent faiblement des performances didactiques sociales en termes d'interactions entre eux ou avec l'équipe pédagogique du MOOC, sans rapport direct avec le contenu d'algorithmique : exprimer son point de vue quant à la présentation du contenu ; commenter la difficulté d'une activité spécifique ; remercier l'équipe pédagogique ; demander des liens de téléchargement des outils de développement des programmes en langage C.

Notre étude montre également que les étudiants manifestent plus de performances didactiques cognitives et techniques que de performances sociales. Une explication de ce résultat peut résider dans la perception de l'apprentissage que se font les étudiants. En effet, on peut supposer que tout au long de leurs expériences antérieures, ils ont développé une représentation de ce qu'est « apprendre » en se focalisant plutôt sur des sujets qui portent directement sur le contenu en question. Une autre hypothèse possible réside dans le fait que les étudiants considèrent que les stratégies sociales sont moins indispensables pour réussir dans le MOOC que des stratégies cognitives et techniques qui sont en lien avec des objectifs à savoir réussir une activité d'apprentissage (Cartier, 2006).

### 1.2.4 Contenu construit par les étudiants en termes de savoirs conceptuels et procéduraux

Le MOOC conçu visait à ce que les étudiants développent pas à pas la compétence d'élaboration des algorithmes. Au regard de cet objectif, les étudiants ont construit des savoirs conceptuels et procéduraux. Particulièrement, en mobilisant des vidéos du MOOC et/ou en adoptant des stratégies cognitives à savoir la mise en lien des concepts avec les expériences antérieures ou l'utilisation des organigrammes, les étudiants construisent essentiellement les

deux concepts de l'algorithmique considérés également par les concepteurs du contenu comme incontournables pour apprendre l'algorithmique : les boucles et les conditions.

En s'intéressant à un niveau complexe de programmation, d'autres concepts ont été soulignés dans l'étude d'Andersen et Ponti (2014). En effet, ces deux auteurs déclarent que les participants du cMOOC de javascript cocréent des tâches d'apprentissage pour introduire les concepts fondamentaux de javascript : fonction et fermeture[24]. Dans ce sens, dans un contexte d'apprentissage présentiel, l'étude de Nijembere (2015) montre que les concepts de boucle et variable sont considérés comme fondamentaux en algorithmique et programmation.

On peut néanmoins penser que même si les étudiants mentionnent, dans notre recherche, construire principalement les deux concepts de boucle et de condition, ils ont implicitement construit d'autres concepts liés aux conditions et boucles à savoir les variables, les instructions de base (l'affectation, la lecture et l'écriture). En effet, comme le souligne Nijembere (2015), les concepts de l'algorithmique sont inter-reliés même s'il y a qui sont incontournables plus que d'autres. Ainsi, par exemple on ne peut pas parler du concept de l'algorithme sans parler des données d'entrées et de sorties, du traitement et de données de sortie. De même, les concepts de boucles, variables et instructions de base se retrouvent dans une même instruction d'un algorithme.

Les résultats de ces recherches antérieures présentés ci-dessus tendent à montrer que les étudiants accordent moins d'importance aux savoirs procéduraux relativement aux savoirs conceptuels. Notre recherche met en évidence de nouveaux éléments construits par les étudiants dans le MOOC d'algorithmique. En effet, les résultats montrent que les étudiants ont construit essentiellement deux types de savoirs procéduraux : la démarche à résoudre un problème et l'exécution des algorithmes. Ce résultat peut être expliqué par le fait que les étudiants sont conscients de la complexité de l'algorithmique qui nécessite en plus des savoirs conceptuels des savoirs procéduraux à savoir la démarche de résolution d'un problème en

[24] C'est une fonction qui fait utiliser des variables indépendantes (utilisées localement mais définies dans la portée englobante).

termes d'analyse et de décomposition d'un problème en sous problèmes. Selon Bey (2012) pour qu'ils conçoivent facilement des algorithmes, les étudiants doivent diviser le problème en sous problèmes. En effet, la division de la tâche à faire en une suite d'étapes est indispensable dans la formulation d'un algorithme.

### 1.2.5 Difficultés rencontrées par les étudiants

Les résultats de cette étude révèlent également que si les étudiants sont motivés par l'intégration de l'informatique dans leurs apprentissages en considérant que l'algorithmique permet de résoudre des problèmes et d'élaborer des solutions qui servent d'avantage dans la phase de programmation, il est néanmoins une matière qui leur posent des difficultés du contenu liées aussi bien aux savoirs conceptuels tels que les boucles et leurs imbrications qu'aux savoirs procéduraux à savoir le passage de la phase de l'analyse d'un problème en un algorithme qui le résout. Les difficultés dans l'apprentissage de l'algorithmique et de la programmation sont connues dans les recherches antérieures. En effet, à côté de ces éléments rapportés majoritairement par les étudiants comme difficiles, d'autres concepts et procédures ont été mis en évidence dans la même étude d'Andersen et Ponti (2014) citée précédemment. Ainsi, ces deux auteurs identifient les trois concepts de fonction, portée[25] et fermeture ainsi que la procédure d'exécution qui posent problèmes aux participants du MOOC. En cocréant le contenu, ces participants suggèrent un cours basé sur plusieurs exemples pratiques de programmes en Javascript mobilisant ces éléments.

Dans ce sens, Medeiros, Ramalho et Falcão (2018), dans une revue de littérature portant sur l'enseignement et l'apprentissage de l'algorithmique dans l'enseignement supérieur, explorent les différentes difficultés que les apprenants rencontrent en programmation. Ces auteurs soulignent que le raisonnement algorithmique y compris l'analyse des algorithmes donnés, la précision du problème, la détermination des actions de base adéquates pour résoudre un problème peuvent empêcher ces apprenants de construire un modèle viable de l'ordinateur et

[25] La portée d'une variable est l'espace du script dans laquelle une variable elle va être accessible.

de penser en tant que machine. Ces deux auteurs ont constaté que la résolution de problèmes, en termes de compréhension du contexte d'un problème, d'identification des données clés de ce problème et d'élaboration d'un plan pour le résoudre est l'une des compétences les plus citées dans les 100 recherches qu'ils ont analysées. Un manque de maîtrise de ces techniques rend difficile l'appréhension de la programmation. Le manque de l'habileté de résolution mathématique est considéré aussi comme étant l'une des sources de difficultés rencontrées par les novices. Mansouri (2008) faisait le même constat et énonçait que les étudiants passent plus de temps dans la phase d'écriture de programmes en se focalisant sur la syntaxe des programmes et marginalisent ainsi la phase d'analyse (compréhension du problème, détermination des objets d'entrées et sorties et les traitements). C'est dans ce sens que Bey (2012) note que l'ignorance de la phase de conception avant le codage rend la phase de conception assez compliquée en créant une surcharge cognitive chez l'étudiant.

L'ensemble des recherches que nous venons de présenter ci-dessus pourraient apporter un éclairage au fait que les étudiants rencontrent des difficultés conceptuelles et procédurales liées au contenu de l'algorithmique. Cependant, elles ne permettent pas d'appréhender totalement les différentes difficultés que pose l'appropriation d'un contenu dans un dispositif MOOC. En effet, le questionnaire et les entretiens avec les étudiants de notre étude révèlent qu'ils ont rencontré également des difficultés liées aux outils de développement du code. Ces difficultés concernent essentiellement l'utilisation des jeux blocky (jeu sérieux) et l'outil codecast intégré dans la plateforme du MOOC. Dans ce sens, Liyanagunawardena et al. (2015) constatent que la majorité des participants du MOOC « Begin programming : build your first mobile game », focalisé sur la programmation des applications mobiles (Android), avaient des difficultés techniques liées non seulement à la gestion du jeu en raison de la configuration requise du système mais également aux problèmes de connexion internet et de téléchargement pour exécuter les applications mobiles produites. Dans ce sens, Watson, Loizzo et al. (2016) rapportent que les participants du MOOC rencontrent des difficultés techniques en lien avec les fonctionnalités de la plateforme : les participants considèrent que le nombre de tentatives permises est trop restrictif (2 tentatives). Ce qui a amené l'équipe pédagogique à reconcevoir les quiz du MOOC de telle manière à permettre plus de tentatives.

# 2. Conclusion et perspectives

Le questionnement au cœur de cette thèse trouve ses origines dans le besoin de concevoir un MOOC d'algorithmique au profit des étudiants de premier cycle universitaire qui permet aussi bien d'assurer au mieux l'accueil d'un large public qu'une ouverture en confrontant des étudiants à d'autres public et en favorisant des interactions.

L'état de la recherche sur les MOOC, nous a permis de montrer le peu de recherches focalisant sur l'étude didactique des MOOC. Plus précisément, les études antérieures se sont préoccupées d'examiner le processus d'apprentissage, la conception des MOOC, l'expérience d'apprentissage et les prédicteurs de la rétention. Paradoxalement, tout en donnant beaucoup d'importance, aux apprentissages (processus d'apprentissage et expérience d'apprentissage), les recherches antérieures se focalisent moins sur le contenu et sur l'évaluation des apprentissages via des MOOC comme objets de recherche. En effet, un nombre réduit de recherche a examiné les conditions d'élaboration ou de transmission d'un contenu (présentation, interaction avec le contenu et facilitation de sa transmission) ou encore les difficultés rencontrées par les étudiants pour apprendre un contenu spécifique. Ces observations nous ont mené à poser ces questions de recherche : Comment le MOOC spécifie et transforme le contenu véhiculé ? Comment les étudiants construisent le contenu dans le MOOC ?

Le cadre théorique nous a permis de cibler les éléments adéquats pour l'étude didactique du MOOC. Ainsi, c'est le cadre didactique curriculaire (Lebeaume, 2000 ; Martinand, 2012 ; Zaid, 2017) qui a été retenu pour se focaliser sur le contenu du MOOC. Ce cadre a mis en évidence que le MOOC peut être considéré comme un dispositif didactique (Zaid, 2017) étudié d'une part, selon une dimension technique qui consiste à une étude épistémique, didactique et pédagogique pour examiner les démarches d'élaboration du contenu et d'autres part, selon une dimension subjective qui consiste à examiner les performances didactiques cognitives, techniques et sociales des apprenants.

Cette recherche approfondit les recherches antérieures portant aussi bien sur le processus d'élaboration du contenu que sur l'apprentissage des étudiants dans le MOOC. Les recherches

antérieures discutées dans ce chapitre mettent en exergue quelques stratégies d'apprentissage adoptées par les étudiants dans les MOOC étudiés. Or elles ne décrivent pas en profondeur le contenu construit via ces démarches d'apprentissage et les difficultés rencontrées par les étudiants dans les MOOC étudiés. En entrant par le contenu du MOOC, notre travail permet d'avoir une description détaillée de sa construction qui rend compte aussi bien des performances didactiques cognitives, techniques et sociales adoptées que des contenus construits. En effet, aucune de ces études antérieures n'a précisé quels concepts ou procédures spécifiques au contenu véhiculé dans le MOOC ont été construits et quelles stratégies ont été adoptées pour le comprendre.

La combinaison de nos trois outils de collecte de données (questionnaire, entretiens et traces de données) nous a fourni un regard global des processus d'élaboration du contenu et d'apprentissage des étudiants. Les principaux résultats soulignent que les concepteurs de MOOC ont procédé par une étude didactique et pédagogique du contenu en élaborant le modèle cognitif qui consistait à décrire le référentiel de connaissances de l'algorithmique et le modèle pédagogique qui décrivait les activités d'apprentissages produiront des résultats (formulés sous formes d'objectifs d'apprentissages). Cette démarche adoptée pour concevoir le contenu peut offrir aux formateurs et aux concepteurs pédagogiques novices dans le domaine des MOOC, des indications détaillées sur l'élaboration d'un contenu dédié au MOOC.

Les résultats mettent également en évidence que les performances didactiques permettent d'inférer aussi bien le contenu construit par les étudiants que leurs démarches adoptées pour se l'approprier au sein et en relation avec le dispositif MOOC. Ainsi, les étudiants ont acquis aussi bien des savoirs conceptuels à savoir les conditions et les boucles que des savoirs procéduraux à savoir les démarches à suivre pour concevoir des algorithmes. La majorité des interactions qui se tissent entre les étudiants et le MOOC se sont focalisées plutôt sur le contenu d'algorithmique. Plus spécifiquement, les performances manifestées par les étudiants mettent en évidence que la majorité des étudiants privilégient les stratégies d'élaboration en mettant en lien le contenu avec les connaissances déjà acquises et les stratégies d'organisation en utilisant des organigrammes pour s'approprier les éléments qu'ils jugent de base en algorithmique.

Les étudiants inscrits dans le MOOC sont en général capables d'exécuter des algorithmes qui normalement posent des difficultés aux novices (Babori, Firhi, Hariri, Bideq, Zaid., 2016 ; Benabbou et Hanoune, 2006). Les multiples occasions de manipulation montrant le déroulement pas à pas des algorithmes à travers diverses ressources pédagogiques dans le MOOC (animation vidéo, quizz) ont contribué à ce qu'il soit approprié par les étudiants. Toutefois, décortiquer le problème et le passage de la phase d'analyse à la phase d'élaboration de la solution algorithmique restent assez difficiles à maîtriser chez la majorité des étudiants.

## 2.1 Implications pour la conception d'un MOOC d'algorithmique

Les résultats montrent que l'imbrication des boucles, le traitement composé et la décomposition d'un problème en sous problèmes sont perçus comme éléments difficiles par les étudiants mais importants par les concepteurs du contenu du MOOC. Ainsi, il serait nécessaire de procéder à une remédiation qui sert à montrer d'une manière explicite avec des exemples, les exécutions pas à pas des algorithmes qui mobilisent les traitements composés de plusieurs conditions et boucles mais également les étapes à suivre pour résoudre un problème tout en aidant les étudiants à développer des stratégies de résolution de problème à savoir la décomposition du problème en sous problèmes : la décomposition des tâches complexes en succession de tâches simples en passant graduellement d'une description abstraite de la solution du problème en un algorithme qui le résout. Des exercices interactifs à l'instar du site code.org[26] peuvent également être utiles dans ce sens en proposant directement des aides dans le MOOC et en surveillant la progression des étudiants pour pouvoir intervenir quand un exercice a été mal réussi, par exemple quand une boucle n'a pas été bien utilisée.

Les concepteurs du contenu pointent certaines limites liées aux fonctionnalités de la plateforme edx à savoir l'évaluation des algorithmes « pseudo code ». Si certains outils d'évaluation du code source ont été développés et utilisés par l'association France IOI à savoir Taskgrader, ils restent néanmoins centrés sur l'édition, la compilation et l'évaluation des programmes en

[26] Code.org est un groupement non-lucratif ayant pour but de promouvoir l'accès à la programmation à tous les élèves du monde.

langage C (et non des algorithmes) et que même si ces outils d'édition du code source à savoir codecast ne nécessite aucune installation sur leurs ordinateurs, certains étudiants reprochent le fait qu'ils demandent plus de temps à manipuler. Ainsi, développer et intégrer d'autres outils d'édition et d'évaluation des algorithmes serait à mener. Bien entendu, cela demande un temps de conception et développement de l'outil et engendre ainsi des coûts supplémentaires.

Les concepteurs du contenu pourraient envisager également des conceptions qui tiennent compte aussi bien des connaissances préalables des étudiants en algorithmique et programmation que de la durée du MOOC. Les concepteurs pourraient proposer ainsi des pistes de MOOC aux étudiants qui leur permettent d'avancer à leur propre rythme (Bejaoui et al., 2017). Il est intéressant également, dans la conception, de prendre en compte les discussions du MOOC (Almatrafi et al., 2018 ; Wise et al., 2017). Une attention particulière devrait être portée pour rendre les discussions productives en recrutant plusieurs animateurs des forums de discussion comme nous y invitent Watson, Watson, Janakiraman et Richardson (2017)

De plus, certes les forums de discussion permettent une interaction malgré les barrières de lieu ou de temps, cependant, selon les entretiens, ils ne proposent pas une expérience utilisateur satisfaisante et se basent sur des conversations asynchrones qui ne permettent pas une collaboration directe entre les étudiants, ni d'activités en temps réel. C'est ce que souligne Dussarps (2018) qui déclare que, les apprenants souhaitent se rencontrer, en formation à distance, idéalement physiquement, sinon virtuellement, pour discuter le contenu véhiculé dans le MOOC. Ainsi, l'intégration des moyens de communication synchrones à savoir les réseaux sociaux, le chat, ou bien d'autres outils d'échanges dans le MOOC, serait d'une grande utilité pour favoriser une discussion profonde du contenu véhiculé.

Les résultats de ce travail de thèse montrent également que les étudiants adoptent faiblement des stratégies de planification. Or cette stratégie est importante pour réussir le processus d'apprentissage dans le MOOC qui demande plus d'autonomie. En effet, l'absence d'une planification efficace de son apprentissage peut avoir pour conséquence un cours désorganisé qui ne suscite pas un intérêt pour le contenu véhiculé dans le MOOC. Ainsi, en plus du contenu à enseigner, faire apprendre aux inscrits des MOOC, les stratégies de planification en fonction des nouvelles exigences du MOOC (cours en ligne et massif, des horaires, discussion avec les

autres, etc.) à savoir présenter sous forme d'échéancier ou de diagramme de Gant, les activités d'apprentissage serait d'une grande utilité aux inscrits pour une meilleure organisation de la participation à un MOOC

Pour gérer l'environnement d'apprentissage, les étudiants mentionnent avoir recours aux stratégies liées à la gestion de la concentration et les ressources matérielles y compris les outils et les fonctionnalités de la plateforme. Toutefois, à l'instar des stratégies métacognitives, des lacunes au niveau des stratégies de gestion de temps ont été relevées. Considérée comme une clé de la réussite d'un travail, une meilleure gestion du temps d'étude est essentielle pour avancer dans le MOOC (Mayrand, 2017). Ainsi, il est primordial de savoir planifier ses tâches et gérer son temps en s'appuyant sur des outils organisationnels. Une intégration des outils dans le MOOC à savoir l'agenda électronique, l'échéancier sur une base journalière ou hebdomadaire et le checklist s'avère ainsi utile pour aider les participants à se motiver et bien s'organiser dans le MOOC.

## 2.2 Limites et perspectives de recherche

Dans ce présent travail, nous avons identifié les démarches adoptées pour élaborer le contenu d'algorithmique ainsi que l'influence des fonctionnalités du MOOC et la massification quant aux principes d'élaboration de ce contenu. Nous avons décrit également la manière dont les étudiants construisent ce contenu au sein et en relation avec ce dispositif. Néanmoins, les résultats de ce présent travail nous incitent à relever certaines de ses limites, et pourraient constituer les bases de futures recherches. D'abord, la question de l'influence des fonctionnalités du MOOC et de la massification sur les principes d'élaboration du contenu n'a été que partiellement traitée, et suscite des approfondissements en posant des questions telles que : Est-ce qu'un contenu spécifique véhiculé par un MOOC prend en compte que les fonctionnalités et les outils du MOOC transforment, à l'instar des manières de faire et des pédagogies, les contenus qu'il véhicule ? Est-ce que le contenu influence le choix des fonctionnalités du MOOC ? Ensuite, un seul MOOC a été étudié et le recrutement des participants ne concerne que les étudiants inscrits à la Faculté des Sciences et Techniques de Settat. Sans répéter l'étude dans d'autres contextes du MOOC (d'autres contenus et d'autres étudiants), il ne serait pas possible de généraliser les résultats obtenus, en termes de

performances didactiques observées, à d'autres contextes. En perspective, nous proposons donc d'autres implémentations (étude didactique et conception des MOOC) sur d'autres modules de formations universitaires comme la mécanique, les bases de données, la gestion, l'analyse, l'algèbre, etc. qui posent en effet particulièrement problème aux étudiants.

Les résultats obtenus sur le recours à une stratégie d'apprentissage (et sa fréquence d'utilisation) par les étudiants peuvent être impactés par le phénomène de désirabilité sociale vue comme la tendance à montrer les meilleures apparences de sa personnalité pour se donner une image. Enfin, le choix des traces de données nous amène à préciser que d'autres types de traces seraient nécessaires afin de mieux comprendre le processus d'apprentissage des étudiants durant leurs interactions avec le dispositif MOOC. En effet, les traces issues des forums de discussion nous permettent d'identifier quelques performances didactiques (cognitives et sociales) mais ne nous informent pas de la fréquence de consultation des ressources (consultations des vidéos, des pages web, clique sur des liens, etc.). Il serait ainsi intéressant de combiner les différents types de traces afin de déterminer les facteurs découlant des actions de l'étudiant dans la plateforme via les fichiers logs qui seraient susceptibles d'influencer les performances didactiques des étudiants.

D'ailleurs, la description de ce que les étudiants mentionnent faire lorsqu'ils apprennent dans le MOOC est utile dans le sens où les chercheurs peuvent se demander : Quels sont les facteurs qui influencent la manifestation d'une performance didactique ? Quel est le lien entre les performances didactiques manifestées par les étudiants et la réussite scolaire ? Est-ce que le contexte du MOOC favorise des difficultés d'apprentissage spécifiques ? De même, vu que les savoirs procéduraux construits de l'algorithmique sont peu investigués dans les recherches antérieures, il serait intéressant de réaliser des études portant sur l'apprentissage de la démarche de résolution des problèmes pour comprendre en profondeur comment les étudiants construisent cette démarche dans le MOOC.

Enfin, sur un plan méthodologique, notre analyse met en évidence que si la description des types de traces, recueillies via les plateformes supportant les MOOC, est souvent détaillée dans les articles ayant recours aux traces, les auteurs justifient rarement leur usage. Wise et al. (2017) constituent une exception en ce sens qu'ils énoncent clairement les raisons du choix des posts

de discussion comme données : le post de départ reflète l'intention principale de l'initiateur du fil et, en général, couvre largement le contenu des réponses ultérieures ; tandis que les posts de début de discussion contiennent plus de messages liés au contenu. Le fait qu'aujourd'hui le suivi des apprenants dans ces dispositifs de formation ouverts et massifs bénéficie du développement d'outils et méthodes de fouille systématique de textes (Text Mining), traitement automatique des langues et génération de recommandations… combinant profils utilisateurs, descriptions de contenus, classification, filtrage et autres analyses sémantiques, une étude approfondie des traces mérite une attention particulière dans les recherches à venir. L'interrogation pourrait porter alors, d'une part, sur le passage des données individuelles et métadonnées, standardisées sur les plateformes, aux données de recherche visant à construire des faits. Cela permettrait de faire face à l'écueil de mobiliser quasiment les mêmes types de trace (par exemple les taux de participation à une discussion ou de réponse à des quiz) dans des recherches aussi diverses qu'étudier la rétention du point de vue des usages des participants (Perna et al., 2014) et caractériser l'expérience de l'apprentissage dans un MOOC (Liu et al., 2016). D'autre part, le passage des contextes pédagogiques ordinaires aux contextes pédagogiques virtuels (Hine, 2000 ; Metiu, 2008) mériterait d'être interrogé d'un point de vue méthodologique au lieu de projeter des interprétations habituellement construites par rapport aux premiers sur les derniers. Il nous semble nécessaire de reconstruire les contextes pédagogiques virtuels par des triangulations entre traces, questionnaires mais également entretiens d'auto-confrontation avec des traces pertinentes.

# Références bibliographiques

Adams, C., Yin, Y., Vargas Madriz, L. F., & Mullen, C. S. (2014). A phenomenology of learning large: The tutorial sphere of xMOOC video lectures. *Distance Education, 35*(2), 202-216.

Admiraal, W., Huisman, B., & Pilli, O. (2015). Assessment in Massive Open Online Courses. *Electronic Journal of e-Learning*, *13*(4), 207-216.

Admiraal, W., Huisman, B. & Van de Ven, M. (2014). Self- and peer assessment in massive open online courses. *International Journal of Higher Education*, *3*(4), 119–128.

Agamben, G. (2007). Qu'est-ce qu'un dispositif ? (traduit de l'italien par Martin Rueff), Paris, Payot et Rivages.

Alario-Hoyos, C., Estévez-Ayres, I., Pérez-Sanagustín, M., Kloos, C. D., & Fernández-Panadero, C. (2017). Understanding learners' motivation and learning strategies in MOOC. *TheInternational Review of Research in Open and Distributed Learning*, *18*(3), 120-137. doi: 10.19173/irrodl.v18i3.2996

Alario-Hoyos, C., Pérez-Sanagustín, M., Delgado-Kloos, C., Parada, H. A., Muñoz-Organero, M. et Rodríguez-de-las-Heras, A. (2013). Analysing the impact of built-in and external social tools in a MOOC on educational technologies. Dans D. Hernández-Leo, T. Ley, R. Klamma et A. Harrer (dir.), *Scaling up learning for sustained impact* (p. 5-18). Berlin, Allemagne: Springer Berlin Heidelberg.

Almatrafi, O., Johri, A., & Rangwala, H. (2018). Needle in a haystack: Identifying learner posts that require urgent response in MOOC discussion forums. *Computers & Education, 118*, 1-9. doi: 10.1016/j.compedu.2017.11.002

Andersen, R., & Ponti, M. (2014). Participatory pedagogy in an open educational course: challenges and opportunities. *Distance Education*, *35*(2), 234-249. doi: 10.1080/01587919.2014.917703

Andrade, H. G. (2005). Teaching with rubrics: The good, the bad, and the ugly. College Teaching, 53, 27

Andreani, J.C. et Conchon F. (2005), Fiabilité et validité des enquêtes qualitatives: Un état de l'art en marketing, *Revue Française du Marketing*, *201*, 5-21.

Appleton, J. J., Christenson, S. L. & Furlong, M. J. (2008). Student engagement with school: critical conceptual and methodological issues of the construct. *Psychology in the Schools,45*, 369–386

Arora, S., Goel, M., Sabitha, A. S., & Mehrotra, D. (2017). Learner groups in massive open online courses. *American Journal of Distance Education,31*(2), 80-97. doi: 10.1080/08923647.2017.1300461

Ashby, A. (2004). Monitoring student retention in the open university: Definition, measurement, interpretation and action. *Open Learning, 19*(1), 63–78

Ashton, S., & Davies, R. S. (2015). Using scaffolded rubrics to improve peer assessment in a MOOC writing course. *Distance Education, 36*(3), 312-334. doi: 10.1080/01587919.2015.1081733

Ajzen, I., & Fishbein, M. (1977). Attitude-behavior relations: A theoretical analysis and review of empirical research. *Psychological Bulletin*, *84*(5), 888–918.

Ajzen, I., & Madden, T. J. (1986). Prediction of goal-directed behavior: Attitudes, intentions, and perceived behavioral control. *Journal of experimental social psychology*, *22*(5), 453-474.

Babori, A., Fassi, H. F., Hariri, A., & Bideq, M. (2016). An E-Learning Environment for Algorithmic: Toward an Active Construction of Skills. *World Journal on Educational Technology: Current Issues, 8*(2), 82-90.

Babori, A., Fassi, H. F., Hariri, A., Bideq, M., & Zaid, A. (2016). Using problem based learning environment to enhance algorithmic problem solving skill. *In 2016 Global Summit on Computer & Information Technology (GSCIT) (pp. 60-65)*. IEEE.

Babori, A., Zaid, A., & Fassi, H. F. (2019). Research on MOOC in Major Referred Journals. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 20*(3), 222-247.

Barak, M., Watted, A., & Haick, H. (2016). Motivation to learn in massive open online courses: Examining aspects of language and social engagement. *Computers & Education, 94*, 49–60

Bardin, L. (1977). L'Analyse de Contenu. sl: Presses Universitaires de France.

Bejaoui, R., Paquette, G., Basque, J., & Henri, F. (2015). Comment personnaliser l'apprentissage dans un cours en ligne ouvert et massif (CLOM)(MOOC)?.

Benabbou, F., Hanoune M. (2007), Utilisation des NTICs pour l'apprentissage et l'autoévaluation de l'algorithmique. SETIT 2007.

Bey, A., & Bensebaa, T. (2012). Towards an e-assessment approach of algorithmic problem-solving skills using plan-based program understanding approach. *In International Conference on Education and e-Learning Innovations* (pp. 1-4). IEEE.

Bey, A. (2013). Un Système d'Évaluation du Savoir-faire. Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar-Annaba.

Bosson, M. S., Hessels, M. G., & Hessels-Schlatter, C. (2009). Le développement de stratégies cognitives et métacognitives chez des élèves en difficulté d'apprentissage. *Développements*, (1), 14-20.

Bozkurt, A., Akgün-Özbek, E., & Zawacki-Richter, O. (2017). Trends and patterns in massive open online courses: Review and content analysis of research on MOOC. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 18*(5), 119-147.*doi:* 10.19173/irrodl.v18i5.3080

Briant, N. (2013). Étude didactique de la reprise de l'algèbre par l'introduction de l'algorithmique au niveau de la classe de seconde du lycée français. Thèse Université Montpellier II - Sciences et Techniques du Languedoc.

Canbek, N. G., & Hargis, J. (2015). Educational innovation in e-learning : MOOC and OER movements in Turkey. *Glokalde*, *1*(1), 19-32. Retrieved from: http://www.glokalde.com/

Cartier, S. (2006). Stratégies d'apprentissage par la lecture rapportées par des élèves en difficulté d'apprentissage de première secondaire en classe de cheminement particulier de formation. *Revue des sciences de l'éducation, 32*(2), 439-460.

Cazes, A., Delacroix, J. (2011), Architecture des machines et des systèmes informatiques, Paris, Dunod.

Chang, R. I., Hung, Y. H., & Lin, C. F. (2015). Survey of learning experiences and influence of learning style preferences on user intentions regarding MOOC. *British Journal of Educational Technology*,*46*(3), 528-541. doi: 10.1111/bjet.12275

Chen, Y. (2014). Investigating MOOC through blog mining. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 15*(2), 86-106. doi: 10.19173/irrodl.v15i2.1695

Chen, Y. H., & Chen, P. J. (2015). MOOC study group: Facilitation strategies, influential factors, and student perceived gains. *Computers & Education, 86*, 55-70. doi: 10.1016/j.compedu.2015.03.008

Cheng, J. C. (2014). An exploratory study of emotional affordance of a massive open online course. *European Journal of Open, Distance and E-learning, 17*(1), 43-55. doi: 10.2478/eurodl-2014-0003

Chiappe-Laverde, A., Hine N. et Martínez-Silva J-A. (2015). Literature and Practice: A Critical Review of MOOC. *Comunicar*, 44, XXII, 2015, 1988-3293.

Cho, M. H., & Byun, M. K. (2017). Nonnative English-Speaking Students' Lived Learning Experiences With MOOC in a Regular College Classroom. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning,18*(5), 174-190. doi: 10.19173/irrodl.v18i5.2892

Chotel, L. (2017). Analyser la conception pédagogique d'un MOOC de langue sous l'angle de la «massivité». *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation*, *24*(2), 113-147.

Cisel, M., Bruillard, É. (2012). Chronique des MOOC. *Revue STICEF*. 19. En ligne : http://sticef.org.

Cisel, M., & Leh, A. (2017). Les MOOC, entre transposition de cours universitaires et adaptation à la massification des audiences. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire, 14*(3), 35-47.

Cohen, L., & Magen-Nagar, N. (2016). Self-Regulated Learning and a Sense of Achievement in MOOC Among High School Science and Technology Students. *American Journal of Distance Education,30*(2), 68-79. doi: 10.1080/08923647.2016.1155905

Costley, J., & Lange, C. H. (2017). The effects of lecture diversity on germane load. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 18*(2). doi: 10.19173/irrodl.v18i2.2860

Couderette, M. (2016). Enseignement de l'algorithmique en classe de seconde. Une introduction curriculaire problématique. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives, 21*, 267-296. http://hdl.handle.net/20.500.12162/1908

Daunay, B. (2008). Performances et apprentissages disciplinaires. *Les Cahiers Théodile,* (8), 7-23.

Davis, D., Chen, G., Hauff, C., & Houben, G. J. (2018). Activating learning at scale: A review of innovations in online learning strategies. *Computers & Education,125*, 327–344. doi: 10.1016/j.compedu.2018.05.019

Delcambre, I. (2013). Contenus d'enseignement et d'apprentissages. In: Y. Reuter, C. Cohen-Azria, B. Daunay and D. Lahanier-Reuter, ed.,*Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques.* [online] De Boeck Supérieur, pp.43-48. Available at :https://www.cairn.info/ dictionnaire-des-concepts-fondamentaux-des-didacti 9782804169107.htm [Accessed 1 Oct. 2018].

de Lima, M., & Zorrilla, M. E. (2017). Social Networks and the Building of Learning Communities: An Experimental Study of a Social MOOC. *The International Review*

*of Research in Open and Distributed Learning, 18*(1), 40-64. doi: 10.19173/irrodl.v18i1.2630

Derus, S. R. M., & Ali, A. Z. M. (2012). Difficulties in learning programming: Views of students. *In 1st International Conference on Current Issues in Education (ICCIE 2012)* (pp. 74-79).

Deshpande, A., and Chukhlomin, V. 2017. What Makes a Good MOOC: A Field Study of Factors Impacting Student Motivation to Learn. *American Journal of Distance Education*, *31*, 4 (2017), 275-293. Doi: 10.1080/08923647.2017.1377513

De Wever, B., Van Keer, H., Schellens, T. & Valcke, M. (2010). Roles as structuring tool in online discussion groups: The differential impact of different roles on social knowledge constructions. *Computers in Human Behavior, 26*(4), 516-523

Downes, S. (2011). '*Connectivism' and connective knowledge* [billet de blogue]. En ligne: http://huffingtonpost.com

Duncan, T. G. & McKeachie, W.J. (2005). The Making of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire. *Educational Psychologist*, *40* (2), 117-128.

Dussarps, C. (2018). Faut-il (ré) humaniser les MOOC?.*Revue française des sciences de l'information et de la communication*, (12).

Dweck, C. S. (2012). Implicit theories. In P. A. M. Van Lange, A. W. Kruglanski, & E. T. Higgins (Eds.), *Handbook of theories of social psychology* (pp. 43–62). Thousand Oaks, CA: Sage Publications

Ebben, M., & Murphy, J. S. (2014). Unpacking MOOC scholarly discourse: a review of nascent MOOC scholarship. *Learning, Media and Technology*, *39*(3), 328-345. Retrieved from: https://www.tandfonline.com/loi/cjem20

Engle, D., Mankoff, C., & Carbrey, J. (2015). Coursera's introductory human physiology course: Factors that characterize successful completion of a MOOC. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, *16*(2), 46-68. doi: 10.19173/irrodl.v16i2.2010

Evans, S., & Myrick, J. G. (2015). How MOOC instructors view the pedagogy and purposes of massive open online courses. *Distance Education, 36*(3), 295-311. doi: 10.1080/01587919.2015.1081736

Firmin, R., Schiorring, E., Whitmer, J., Willett, T., Collins, E. D., & Sujitparapitaya, S. (2014). Case study: Using MOOC for conventional college coursework. *Distance Education, 35*(2), 178-201. doi: 10.1080/01587919.2014.917707

Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, MA: Addison-Wesley

Fishbein, M., & Ajzen, I. (2010). *Predicting and changing behavior: The reasoned action approach*. New York, NY: Taylor & Francis. doi:10.4324/9780203838020

Fluckiger, C., & Reuter, Y. (2014). Les contenus «informatiques» et leur (s) reconstruction (s) par des élèves de CM2. Etude didactique. *Recherches en éducation, 18,* 64-78. Retrieved from : https://hal.univ-lille3.fr/

Formanek, M., Wenger, M. C., Buxner, S. R., Impey, C. D., & Sonam, T. (2017). Insights about large-scale online peer assessment from an analysis of an astronomy MOOC. *Computers & Education,113*, 243-262. doi: 10.1016/j.compedu.2017.05.019

Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C. & Paris, A. (2004). School engagement: potential of the concept: state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74, 59–119.

Freeman, L. C. (1977). A set of measures of centrality based on betweenness. *Sociometry, 40*(1), 35-41. http://dx.doi.org/10.2307/3033543

Gagnière, L. 2010, Comment inciter les régulations métacognitives pour favoriser la résolution de problèmes mal structurés ?, Thèse de doctorat en pychologie, Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation de l'Université de Genève

Gameel, B. G. (2017). Learner satisfaction with massive open online courses. *American Journal of Distance Education, 31*(2), 98-111. doi: 10.1080/08923647.2017.1300462

Garland, M. (1992). Variables affecting persistence in distance education in the natural resource sciences (these de doctorat, University of British Columbia, Canada). Récupéré du répertoire cIRcle : http://open.library.ubc.ca/cIRcle

Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. (1999). Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education model. *The Internet and Higher Education, 2*(2–3), 87–105. doi:10.1016/S1096-7516(00)00016-6

Garrison, D. R., Anderson, T. & Archer, W. (2001). Critical thinking, cognitive presence, and computer conferencing in distance education. *American Journal of Distance Education, 15*(1), 7–23. doi: 10.1080/08923640109527071

Gasevic, D., Kovanovic, V., Joksimovic, S., & Siemens, G. (2014). Where is research on massive open online courses headed? A data analysis of the MOOC Research Initiative. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 15*(5), 135-176. doi: 10.19173/irrodl.v15i5.1954

Gil-Jaurena, I., Callejo-Gallego, J., &Agudo, Y. (2017). Evaluation of the UNED MOOC implementation: demographics, learners' opinions and completion rates. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning,18*(7),142-168. doi: 10.19173/irrodl.v18i7.3155

Gillani, N., &Eynon, R. (2014). Communication patterns in massively open online courses. *The Internet and Higher Education, 23*, 18-26. doi: 10.1016/j.iheduc.2014.05.004

Glance, D. G., Forsey, M. et Riley, M. (2013). The pedagogical foundations of massive open online courses. *First Monday, 18*(5-6). En ligne : http://firstmonday.org.

Guibert, N., Guittet, L., & Girard, P. (2005, September). Validation d'une approche «basée sur exemples» pour l'apprentissage de la programmation. *In Proceedings of the 17th Conference on l'Interaction Homme-Machine* (pp. 147-154). ACM.

Guillemette, F. & J. Luckerhoff, 2016, « Notes sur la Méthodologie de la Théorisation Enracinée ». Université du Québec à Trois-Rivières, Atelier sur la MTE du 7 novembre 2016.

Gunawardena, C.N.; Carabajal, K.; Lowe, C.A. (2001). *Critical analysis of models and methods used to evaluate online learning networks*. Roundtable discussion at the 2001 Annual Meeting of the American Educational Research Association, Seattle, Washington

Gomes, A., & Mendes, A. (2014). A teacher's view about introductory programming teaching and learning: Difficulties, strategies and motivations. *In 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings (pp. 1-8)*. IEEE.

Gonthier, F. (2004). Weber et la notion de «compréhension». *Cahiers internationaux de sociologie*, (1), 35-54.

Greene, J. A., Oswald, C. A., & Pomerantz, J. (2015). Predictors of retention and achievement in a massive open online course. *American Educational Research Journal, 52*(5), 925-955. doi: 10.3102/0002831215584621

Halasek, K., McCorkle, B., Selfe, C. L., DeWitt, S. L., Delagrange, S., Michaels, J., & Clinnin, K. (2014). A MOOC with a view: How MOOC encourage us to reexamine pedagogical doxa. In S. D. Krause, & C. Lowe (Eds.). *Invasion of the MOOC: The promises and perils of massive open online courses*. Anderson, South Carolina: Parlor Press

Hartnett, M., St. George, A., & Dron, J. (2011). Examining motivation in online distance learning environments: Complex, multifaceted, and situation-dependent. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 12*(6), 20–38. doi: https://doi.org/10.19173/irrodl.v12i6.1030

Haspekian, M., & Nijimbere, C. (2012). Les enseignants face à l'entrée de l'algorithmique dans l'enseignement des mathématiques au lycée scientifique en France. *M., Gandit & B., Grugeon-Allys. CORFEM: Actes des 17e et 18e colloques*, 265-285.

Henderikx, M. A., Kreijns, K., & Kalz, M. (2017). Refining success and dropout in massive open online courses based on the intention–behavior gap. *Distance Education, 38*(3), 353-368. doi: 10.1080/01587919.2017.1369006

Henri, F. (1992). Computer conferencing and content analysis. In A. R. Kaye (Eds.), *Collaborative learning through computer conferencing: The Najaden papers*, (pp. 115-136). New York: Springer.

Hew, K. F., & Cheung, W. S. (2014). Students' and instructors' use of massive open online courses (MOOC): Motivations and challenges. *Educational research review, 12*, 45-58.

Hew, K. F. (2016). Promoting engagement in online courses: What strategies can we learn from three highly rated MOOC.*British Journal of Educational Technology*, *47*(2), 320-341. doi: 10.1111/bjet.12235

Higashi, R. M., Schunn, C. D., & Flot, J. B. (2017). Different underlying motivations and abilities predict student versus teacher persistence in an online course. *Educational Technology Research and Development*,*65*(6), 1471-1493. doi: 10.1007/s11423-017-9528-z

Higgins, E. T. (1997). Beyond pleasure and pain. *American Psychologist, 52*(12), 1280-1300.

Higgins, E. T. (1998). Promotion and prevention: Regulatory focus as a motivational principle. *Advances in Experimental Social Psychology*, *30,* 1-46.

Hone, K. S., & El Said, G. R. (2016). Exploring the factors affecting MOOC retention: A survey study. *Computers & Education, 98*, 157-168. doi: 10.1016/j.compedu.2016.03.016

Hood, N., Littlejohn, A., & Milligan, C. (2015). Context counts: How learners' contexts influence learning in a MOOC. *Computers & Education*, 91, 83-91

Huisman, B., Admiraal, W., Pilli, O., van de Ven, M., & Saab, N. (2018). Peer assessment in MOOC: The relationship between peer reviewers' ability and authors' essay performance. *British Journal of Educational Technology, 49*(1), 101-110. doi: 0.1111/bjet.12520

Hyman, P. (2012). In the year of disruptive education. *Communications of the ACM*, *55*, 12, 20-22.

Israel, M. J. (2015). Effectiveness of integrating MOOC in traditional classrooms for undergraduate students. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, *16*(5), 102-118. doi: 10.19173/irrodl.v16i5.2222

Jacoby, J. (2014). The disruptive potential of the Massive Open Online Course: A literature review. *Journal of Open, Flexible and Distance Learning*, *18*(1), 73-85. Retrieved from: http://www.jofdl.nz/

Jézégou, A. (2015). Diriger soi-même ses activités d'apprentissage par et dans un Mooc de type connectiviste. *International Journal of E-Learning & Distance Education, 30*(1). Retrieved from: http://ijede.ca/

Jiang, S., Williams, A. E., Warschauer, M., He, W., & O'Dowd, D. K. (2014). Influence of incentives on performance in a pre-college biology MOOC. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 15*(5), 100-112. doi: 10.19173/irrodl.v15i5.1858

Kaasboll, J. (2002). Learning programming. University of Oslo.

Kahan, T., Soffer, T., & Nachmias, R. (2017). Types of Participant Behavior in a Massive Open Online Course. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning,18*(6), 2-18. doi: 10.19173/irrodl.v18i6.3087

Kamradt, T. F., & Kamradt, E. J. (1999). Structured design for attitudinal instruction. *In C. M. Reigeluth (Ed.), Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Karsenti, T. (2013). MOOC: Révolution ou simple effet de mode?/The MOOC: Revolution or just a fad?. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire/International Journal of Technologies in Higher Education, 10*(2), 6-37.

Kellogg, S., Booth, S., & Oliver, K. (2014). A social network perspective on peer supported learning in MOOC for educators. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 15*(5), 264-289. doi: 10.19173/irrodl.v15i5.1852

Kennedy, J. (2014). Characteristics of massive open online courses (MOOC): A research review, 2009-2012. *Journal of Interactive Online Learning,13*(1). Retrieved from: http://www.ncolr.org/

Kizilcec, R. F., Pérez-Sanagustín, M., & Maldonado, J. J. (2017). Self-regulated learning strategies predict learner behavior and goal attainment in Massive Open Online Courses. *Computers & education, 104*, 18-33. doi: 10.1016/j.compedu.2016.10.001

Knuth, D. E. (1998). The art of computer programming: sorting and searching (Vol. 3). Pearson Education.

Kop, R., & Carroll, F. (2011). Cloud computing and creativity: Learning on a massive open online course. *European Journal of Open, Distance and E-learning, 14*(2). Retrieved from: http://www.eurodl.org/

Koutropoulos, A., Gallagher, M. S., Abajian, S. C., de Waard, I., Hogue, R. J., Keskin, N. Ö., & Rodriguez, C. O. (2012). Emotive vocabulary in MOOC: Context & participant retention. *European Journal of Open, Distance and E-Learning, 15*(1)

Kwak, S. (2017). Approaches Reflected in Academic Writing MOOC. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 18*(3), 139-155. doi: 10.19173/irrodl.v18i3.2845

Lahanier-Reuter, D., (2008). Performances et apprentissages en didactique des mathématiques. Les Cahiers THEODILE, (9), 45-60.

Lebeaume, J. (2000). L'éducation technologique. Histoires et méthodes. Issy-Les-Moulineaux, ESF.

Lebeaume, J. (2011). Nouveaux programmes de technologie en France : regard d'un didacticien. Dans J.LEBEAUME, A. HASNI et I. HARLÉ (dir.), Recherches et expertises pour l'enseignement scientifique (p. 91- 99).Bruxelles, De Boeck.

Lee, D., Watson, S. L., & Watson, W. R. (2019). Systematic literature review on self-regulated learning in massive open online courses. *Australasian Journal of Educational Technology, 35*(1), 28-41. doi: 10.14742/ajet.3749

Lenoir, Y. (1996). Médiation cognitive et médiation didactique. Le didactique au-delà des didactiques. Débats autour de concepts fédérateurs, 223-251.

Li, N., Verma, H., Skevi, A., Zufferey, G., Blom, J., & Dillenbourg, P. (2014). Watching MOOC together: Investigating co-located MOOC study groups. *Distance Education, 35*(2), 217-233. doi: 10.1080/01587919.2014.917708

Littlejohn, A., Hood, N., Milligan, C., & Mustain, P. (2016). Learning in MOOC: Motivations and self-regulated learning in MOOC. *The Internet and Higher Education, 29*, 40-48. doi : 10.1016/j.iheduc.2015.12.003

Liu, M., Kang, J., Cao, M., Lim, M., Ko, Y., Myers, R., & Schmitz Weiss, A. (2014). Understanding MOOC as an emerging online learning tool: Perspectives from the students. *American Journal of Distance Education, 28*(3), 147-159. doi: 10.1080/08923647.2014.926145

Liu, M., McKelroy, E., Kang, J., Harron, J., & Liu, S. (2016). Examining the Use of Facebook and Twitter as an Additional Social Space in a MOOC. *American Journal of Distance Education, 30*(1), 14-26. doi: 10.1080/08923647.2016.1120584

Liyanagunawardena, T. R., Adams, A. A., & Williams, S. A. (2013). MOOC: A systematic study of the published literature 2008-2012. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 14*(3), 202-227. doi: 10.19173/irrodl.v14i3.1455

Liyanagunawardena, T. R., Lundqvist, K. Ø., & Williams, S. A. (2015). Who are with us: MOOC learners on a FutureLearncourse. *British Journal of Educational Technology, 46*(3), 557-569. doi: 10.1111/bjet.12261

Loizzo, J., & Ertmer, P. A. (2016). MOOCocracy: the learning culture of massive open online courses. *Educational Technology Research and Development*, *64*(6), 1013-1032. doi : 10.1007/s11423-016-9444-7

Lovett, M. C., & Anderson, J. R. (1996). History of success and current context in problem solving: Combined influences on operator selection. *Cognitive Psychology, 31*(2), 168–217

Lukichev, S., & Jarrar, M. (2009). Graphical notations for rule modeling. *In Handbook of Research on Emerging Rule-based Languages and Technologies: open solutions and approaches* (pp. 76-98). IGI Global.

Mackness, J., Mak, S. F. J. et Williams, R. (2010). The ideals and reality of participating in a MOOC. Dans L. Dirckinck-Holmfeld, V. Hodgson, C. Jones, M. de Laat, D. McConnell et T. Ryberg (dir.), *Proceedings of the 7th International Conference on Networked Learning 2010* (p. 266-274). En ligne : http://lancaster. ac.uk/fss/organisations/netlc/past/nlc2010/index. htm.

Mangenot, F. (2015). Du e-learning aux MOOC : quelle évolution des échanges en ligne ?. In EPAL-Echanger Pour Apprendre en Ligne.

Mansouri, K. (2008). *Algorithmique pour informatique de I'jngénieur,* Imprimerie Najah El Jadida Casablanca.

Marks, R.B., Sibley, S.D and Arbaugh, J.B. (2005). A structural equation model of predictors for effective online learning. *Journal of Management Education, 29*(4), 531-563

Martinand, J. L. (2012). Éducation au Développement durable et didactiques du curriculum. *In Conférence au XIXe Colloque AFIRSE*. Lisbonne : Educagri.

Martschink, B. (2014). Mathematics courses: Fostering individuality through EMOOC. *eLearning Papers*, *37*, 71-78.

Mayer, R. E., & Anderson, R. B. (1991). Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, *83*(4), 484-490.

Mayer, R. E. (1992). Teaching for transfer of problem-solving skills to computer programming. *In Computer-based learning environments and problem solving* (pp. 193-206). Springer, Berlin, Heidelberg.

Mayer, R. E. (2014). Cognitive theory of multimedia learning. *The Cambridge handbook of multimedia learning*, 43-71.

Mayrand, J. (2017). Utilisation des stratégies d'apprentissage par des étudiants universitaires suite à une formation en efficience cognitive. Thèse de doctorat. Université de Montréal.

McAuley A., Stewart B., Siemens G., Cormier D (2010). *The MOOC model for digital practice* [Internet]. Social Sciences and Humanities Research Council. En ligne : http://www.elearnspace.org/Articles/MOOC_Final.pdf

Medeiros, R. P., Ramalho, G. L., & Falcão, T. P. (2018). A systematic literature review on teaching and learning introductory programming in higher education. *IEEE Transactions on Education,* (99), 1-14. doi: 10.1109/TE.2018

Milligan, C., & Littlejohn, A. (2016). How health professionals regulate their learning in massive open online courses. *The Internet and Higher Education, 31*, 113-121. doi: 10.1016/j.iheduc.2016.07.005

Milligan, C., & Littlejohn, A. (2017). Why study on a MOOC? The motives of students and professionals. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 18*(2). doi: 10.19173/irrodl.v18i2.3033

Milne, I., & Rowe, G. (2002). Difficulties in learning and teaching programming—views of students and tutors. *Education and Information technologies, 7*(1), 55-66.

Ministère de l'Éducation nationale du Maroc (MEN). (1999). Charte nationale d'éducation et de formation. Espace III : amélioration de la qualité de l'éducation et de la formation. Levier 10 : utiliser les nouvelles technologies de l'information et de la communication (art. 119, 120, 121). Récupéré du site du ministère : http://www.men.gov.ma

Modeste, S. (2012). Enseigner l'algorithme pour quoi ? Quelles nouvelles questions pour les mathématiques ? Quels apports pour l'apprentissage de la preuve ? Thèse de doctorat. Université de Grenoble.

Moreno, R., & Mayer, R. E. (1999). Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology*, 91(2), 358-368.

Najafi, H., Rolheiser, C., Harrison, L., & Håklev, S. (2015). University of Toronto instructors' experiences with developing MOOC. *The International Review of*

*Research in Open and Distributed Learning, 16*(3), 233-255. doi: 10.19173/irrodl.v16i3.2073

Navarro, P. (2015). The Death of the Large Lecture Hall, the Rise of Peer-to-Peer Course Delivery? *American Journal of Distance Education, 29*(4), 260-268.

Newman, D.R., Webb, B., Cochrane, C. (1997). Evaluating the quality of learning in computer supported co- operative learning. *Journal of the American Society for Information science, 48*(6), 484-495.

Nguyen, C. T., & Bessot, A. (2003). La prise en compte des notions de boucle et de variable informatique dans l'enseignement des mathématiques au lycée. Petit x, 62.

Nguyen, C. T. (2005). Etude didactique de l'introduction d'éléments d'algorithmique et de programmation dans l'enseignement mathématique secondaire à l'aide de la calculatrice. Thèse de doctorat. Université Joseph-Fourier-Grenoble I. http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00011500/

Nijimbere, C. (2015). L'enseignement de savoirs informatiques pour débutants, du second cycle de la scolarité secondaire scientifique à l'université en France : une étude comparative. Thèse de doctorat. Université Sorbonne Paris Cité. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01410094

Nissen, E. (2014). Modéliser le fonctionnement de la formation hybride en langues à travers des recherches ingénieriques (Synthèse d'HDR, Université Grenoble Alpes, France).

Nortvig, A. M., & Christiansen, R. B. (2017). Institutional Collaboration on MOOC in Education. A Literature Review. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, *18*(6), 307-316. doi: 10.19173/irrodl.v18i6.3110

Oliver, D. & Herrington, J. (2001). Teaching and Learning Online. Perth : Edith Cowan University.

Pair, C. (2005). L'évaluation dans le système éducatif : un instrument qui n'a pas porté tous ses fruits. *Politiques et Management Public, 23(1), 73-90.*

Paivio, A. (1991). Dual coding theory : Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology, 45*(3). 255-287.

Paquette, C. (1992). Une pédagogie ouverte et interactive. Montréal: Québec/Amérique.

Paton, R. M., Fluck, A. E., & Scanlan, J. D. (2018). Engagement and retention in VET MOOC and online courses: A systematic review of literature from 2013–2017. *Computers & Education, 125,* 191-201. doi: 10.1016/j.compedu.2018.06.013

Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational psychology review, 18*(4), 315-341.

Perna, L. W., Ruby, A., Boruch, R. F., Wang, N., Scull, J., Ahmad, S., & Evans, C. (2014). Moving through MOOC: Understanding the progression of users in massive open online courses. *Educational Researcher, 43*(9), 421-432. doi: 10.3102/0013189X14562423

Phan, T., McNeil, S. G., & Robin, B. R. (2016). Students' patterns of engagement and course performance in a Massive Open Online Course. *Computers & Education, 95,* 36-44. doi: 10.1016/j.compedu.2015.11.015

Pintrich, P. R., & de Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology, 82*(1), 33-40.

Pintrich, P.R., Smith, D., Garcia, T., and McKeachie, W. (1991). A Manual for the Use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ), The University of Michigan, Ann Arbor, MI.

Pintrich, P. R. (2003). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology*, 95, 667–686

Poce, A. (2015). Developing critical perspectives on technology in education: A tool for MOOC evaluation. *European Journal of Open, Distance and E-learning, 18*(1). Retrieved from: http://www.eurodl.org/

Pundak, D., Sabag, N., & Trotskovsky, E. (2014). Accreditation of MOOC. *European Journal of Open, Distance and E-learning, 17*(2), 117-129. Retrieved from : www.eurodl.org/

Rabardel, P. (1995). Les hommes et les technologies ; approche cognitive des instruments contemporains (p. 239). Armand Colin.

Raffaghelli, J. E., Cucchiara, S., & Persico, D. (2015). Methodological approaches in MOOC research: Retracing the myth of Proteus. *British Journal of Educational Technology, 46*(3), 488-509. doi: 10.1111/bjet.12279

Raîche, G., & Noël-Gaudreault, M. (2008). Article de recherche théorique et article de recherche empirique : particularités. *Revue des sciences de l'éducation, 34*(2), 485-490.

Reinert, Max (1983). Une méthode de classification descendante hiérarchique. Cahiers de l'Analyse des Données 3, 187–198.

Reinert, M. (1986). Un logiciel d'analyse lexicale : ALCESTE. *Les cahiers de l'Analyse des Données 4*, 471–484

Reuter, Y. (2011). À propos de la notion de performance en didactiques. Éléments de discussion. *Recherches en didactiques,* (1), 129-142.

Rieber, L. P. (2017). Participation patterns in a massive open online course (MOOC) about statistics. *British Journal of Educational Technology, 48*(6), 1295-1304. doi: 10.1111/bjet.12504

Rogers, E. M. (2010). Diffusion of innovations. New York, NY: Simon & Schuster

Rohs, M., & Ganz, M. (2015). MOOC and the claim of education for all: A disillusion by empirical data. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 16*(6), 1-19. doi: 10.19173/irrodl.v16i6.2033

Rolfe, V. (2015). A systematic review of the socio- aspects of Massive Online Open Courses. *European Journal of Open, Distance and E-Learning, 18*(1), 52-71. Retrieved from: http://www.eurodl.org

Rosselle, M. (2012). Observation de deux MOOC (Gamification et Writing in the Sciences) et pistes de recherche. *Revue STICEF, 19*. En ligne : http://sticef.org

Rousseaux, P. (2003). Fonction du silence en pédagogie : une dimension performative. *Recherches & éducations*, (5).

Roux, C., & Mayen, P. (2013). Le forum de discussion en formation : un espace potentiel d'accès au rapport qu'entretient autrui avec les objets d'apprentissage. *Distances et médiations des savoirs*, (3), 1-20.

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology, 25*(1), 54-67.

Sarrazy, B. (1995). Note de synthèse [Le contrat didactique]. *Revue française de pédagogie, 112*(1), 85-118.

Sauvé, L., Debeurme, G., Martel, V., Wright, A., & Hanca, G. (2007). Soutenir la persévérance des étudiants (sur campus et à distance) dans leur première session d'études Universitaires : constats de recherche et recommandations. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire, 4*(3), 58-72.

Segantin Teruggi, A. (2017). Les stratégies d'apprentissage en formation ouverte à distance en langues étrangères : le cas de trois apprenants de FLE en autoapprentissage. Thèse de doctorat. Université de Genève.

Senko, C., Hulleman, C. S., & Harackiewicz, J. M. (2011). Achievement goal theory at the crossroads: Old controversies, current challenges, and new directions. *Educational Psychologist, 46*(1), 26–47.

Shapiro, H. B., Lee, C. H., Roth, N. E. W., Li, K., Çetinkaya-Rundel, M., & Canelas, D. A. (2017). Understanding the massive open online course (MOOC) student experience: An examination of attitudes, motivations, and barriers. *Computers & Education,110,* 35-50. doi: 10.1016/j.compedu.2017.03.003

Sharrock, R., Ella, H., Hiron, M., & Carlier, S. (2017, April). Codecast: An innovative technology to facilitate teaching and learning computer programming in a C language online course. In Learning at Scale 2017.

Schroeder, R. et Levin, C. (2012). *eduMOOC : Open online learning without limits*. Conférence présentée au 28e Annual Conference on Distance Teaching & Learning. En ligne : http://uwex.edu/disted/conference.

Simonson, M. R. (1979). Designing instruction for attitudinal outcomes. *Journal of Instructional Development, 2*(3), 15–19. doi:10.1007/BF02984375

Simonson, M., & Maushak, N. (1996). Instructional technology and attitude change. *In D. H. Jonassen (Ed.), Handbook of research for educational communications and technology (pp. 984–1016)*. Mayway, NJ: Lawrence Erlbaum.

Smith, H., Cooper, A., & Lancaster, L. (2002). Improving the quality of undergraduate peer assessment: A case for student and staff development. *Innovations in education and teaching international, 39*(1), 71-81.

Soffer, T., & Cohen, A. (2015). Implementation of Tel Aviv university MOOC in academic curriculum: A pilot study. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 16*(1), 80-97. doi: 10.19173/irrodl.v16i1.2031

Song, L., Hill, J. R. (2007). A conceptual model for understanding self-directed learning in online environments. *Journal of Interactive Online Learning, 6*(1), 27–42

Sonwalkar, N. (2013). Why the MOOC Forum now? *MOOC Forum*, 1, 1.

Stich, A. E., & Reeves, T. D. (2017). Massive open online courses and underserved students in the United States. *The Internet and Higher Education, 32,* 58-71. doi: 10.1016/j.iheduc.2016.09.001

Stump, G. S., DeBoer, J., Whittinghill, J., & Breslow, L. (2013). Development of a framework to classify MOOC discussion forum posts: methodology and challenges. Proceedings of NIPS 2013 Workshop on Data Driven Education. Retrieved from http://tll.mit.edu/sites/default/files/library/Coding_a_MOOC_Discussion_Forum.pdf

Svinicki, M. D. (2010). *A guidebook for conceptual frameworks for research in engineering education*. Retrieved from http://cleerhub.org/resources/gb-svinicki.

Tamelo Tindo, B. (2017). La négociation didactique. L'activité de l'apprenant camerounais et norvégien.

Temperman, G., De Lièvre, B., & De Stercke, J. (2016). Activity dashboard, time management, self-regulation and efficiency in a CSCL environment. *International Journal of E-Learning & Distance Education*, *31*(1), 2-11. Retrieved from: http://www.ijede.ca/

Toven-Lindsey, B., Rhoads, R. A., & Lozano, J. B. (2015). Virtually unlimited classrooms: pedagogical practices in massive open online courses. *The internet and higher education, 24*, 1-12. doi: 10.1016/j.iheduc.2014.07.001

Veletsianos, G., Collier, A., & Schneider, E. (2015). Digging deeper into learners' experiences in MOOC s: participation in social networks outside of MOOC, notetaking and contexts surrounding content consumption. *British Journal of Educational Technology, 46*(3), 570-587. doi: 10.1111/bjet.12297

Veletsianos, G., & Shepherdson, P. (2015). Who studies MOOC? Interdisciplinarity in MOOC research and its changes over time. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 16*(3), 1-17. doi: 10.19173/irrodl.v16i3.2202

Veletsianos, G., & Shepherdson, P. (2016). A systematic analysis and synthesis of the empirical MOOC literature published in 2013–2015. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 17*(2), 199-221. doi: 10.19173/irrodl.v17i2.2448

Villegas, C. C. C. (2015). Vers un dispositif hybride autonomisant pour les futurs enseignants de FLE en Colombie. Expérimentation dans une classe de licence de langues vivantes à l'université d'Antioquia. Thèse doctorat. Université Sorbonne Paris Cité. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01485782/

Walji, S., Deacon, A., Small, J., & Czerniewicz, L. (2016). Learning through engagement: MOOC as an emergent form of provision. *Distance Education, 37*(2), 208-223. doi: 10.1080/01587919.2016.1184400

Walker, B., Holling, C.S., Carpenter, S.R. & Kinzig A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and Society, 9*(2), 53-66

Wang, Z., Anderson, T., Chen, L., & Barbera, E. (2016). Interaction pattern analysis in cMOOC based on the connectivist interaction and engagement framework. *British Journal of Educational Technology, 48*(2), 683-699. doi: 10.1111/bjet.12433

Wang, Z. J., Chen L., & Anderson T. (2014). A Framework for interaction and cognitive engagement in connectivist learning contexts. *The International Review of Research in Open and Distance Learning, 15*(2), 121-141

Watson, W. R., Kim, W., & Watson, S. L. (2016). Learning outcomes of a MOOC designed for attitudinal change: A case study of an Animal Behavior and Welfare MOOC. *Computers & Education, 96,* 83-93. doi: 10.1016/j.compedu.2016.01.013

Watson, S. L., Loizzo, J., Watson, W. R., Mueller, C., Lim, J., & Ertmer, P. A. (2016). Instructional design, facilitation, and perceived learning outcomes: an exploratory case study of a human trafficking MOOC for attitudinal change. *Educational Technology Research and Development, 64*(6), 1273-1300. doi: 10.1007/s11423-016-9457-2

Watson, S. L., Watson, W. R., Janakiraman, S., & Richardson, J. (2017). A team of instructors' use of social presence, teaching presence, and attitudinal dissonance strategies: An

animal behaviour and welfare MOOC. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 18*(2), 69-91. doi: 10.19173/irrodl.v18i2.2663

Watson, S. L., Watson, W. R., Richardson, J., & Loizzo, J. (2016). Instructor's use of social presence, teaching presence, and attitudinal dissonance: A case study of an attitudinal PJchange MOOC. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 17*(3), 55-74. doi: 10.19173/irrodl.v17i3.2379

Watson, S. L., Watson, W. R., Yu, J. H., Alamri, H., & Mueller, C. (2017). Learner profiles of attitudinal learning in a MOOC: An explanatory sequential mixed methods study. *Computers & Education, 114*, 274-285. doi: 10.1016/j.compedu.2017.07.005

Watted, A., & Barak, M. (2018). Motivating factors of MOOC completers: Comparing between university-affiliated students and general participants. *The Internet and Higher Education, 37*, 11-20. doi: 10.1016/j.iheduc.2017.12.001

Webb, B.; Newman, D.R.; Cochrane, C. (1994). Towards a methodology for evaluating the quality of student learning in a computer-mediated-conferencing environment, in Graham Gibbs (ed.) *Improving Student Learning: Theory and Practice*. Oxford: Oxford Centre for Staff Development, Oxford Brookes University. 1st International Symposium Improving Student Learning: Theory and Practice, Warwick University, Sept. 1993.

Weller, M., & Anderson, T. (2013). Digital resilience in higher education. *European Journal of Open, Distance and E-learning, 16*(1), 53-66. Retrieved from: http://www.eurodl.org/

Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy–value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology, 25*(1), 68–81

Winslow, L.E. (1996). Programming pedagogy - A psychological overview. *SIGCSE Bulleting, 28*(3), 17-22.

Wise, A. F., Cui, Y., Jin, W., & Vytasek, J. (2017). Mining for gold: Identifying content-related MOOC discussion threads across domains through linguistic modeling. *The Internet and Higher Education, 32*, 11-28. doi: 10.1016/j.iheduc.2016.08.001

Wojcieszak, E., & Zaid, A. (2016). L'accompagnement en sciences et technologie à l'école primaire : entre médiation didactique et médiation d'expertise scientifique. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (13), 103-132.

Xu, B., Zhang, Y., Li, F., & Yang, D. (2015). MOOC Ke Cheng Lun Tan Zhong Xue Xi Zhe Lun Tan Jiao Hu Wang Luo Jie Gou Te Zheng Fen Xi [The structural analysis of interactive network formed MOOC discussion forums]. *Computer Education*, *15*, 23-35. doi:10.16512/j.cnki.jsjjy.2015.15.007

Yang, M., Shao, Z., Liu, Q., & Liu, C. (2017). Understanding the quality factors that influence the continuance intention of students toward participation in MOOC. *Educational Technology Research and Development, 65*(5), 1195-1214. doi: 10.1007/s11423-017-9513-6

Yang, H. H., & Su, C. H. (2017). Learner Behaviour in a MOOC Practice-oriented Course: In Empirical Study Integrating TAM and TPB. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 18*(5), 36-63. doi: 10.19173/irrodl.v18i5.2991

Yousef, A. M. F., Chatti, M. A., Schroeder, U., Wosnitza, M., & Jakobs, H. (2014). A Review of the State-of-the-Art. *In Proceedings of the 6th International Conference on*

*Computer Supported Education*. Barcelona: SCITEPRESS-Science and Technology Publications.

Zaid, A. (2012). Étude de l'interaction enseignant-élèves en physique au lycée. Enseigner comme agir sur les performances didactiques des élèves. *Éducation et didactique, 6*(3), 125-146.

Zaid, A., Boyer, C., Cohen-Azria, C., & Egginger, J. G. (2012). Analyse de l'action d'enseignement du point de vue des performances didactiques des élèves. Faire écrire en «Découverte du monde» à l'école primaire. *Recherches en didactiques*, (1), 85-105.

Zaid, A. (2017). Élaborer, transmettre et construire des contenus scientifiques et technologiques. Perspective didactique des dispositifs d'éducation et de formation. Rennes, PUR.

Zawacki-Richter, O., Bozkurt, A., Alturki, U., &Aldraiweesh, A. (2018). What Research Says About MOOC–An Explorative Content Analysis.*The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, *19*(1), 243-259. doi: 10.19173/irrodl.v19i1.3356

Zhang, J. (2016). Can MOOC be interesting to students? An experimental investigation from regulatory focus perspective. *Computers & Education, 95*, 340-351. doi: /10.1016/j.compedu.2016.02.003

Zhang, Q., Peck, K. L., Hristova, A., Jablokow, K. W., Hoffman, V., Park, E., & Bayeck, R. Y. (2016). Exploring the communication preferences of MOOC learners and the value

of preference-based groups: Is grouping enough ? *Educational Technology Research and Development, 64*(4), 809-837. doi: 10.1007/s11423-016-9448-3

Zhang, J., Skryabin, M., & Song, X. (2016). Understanding the dynamics of MOOC discussion forums with simulation investigation for empirical network analysis (SIENA). *Distance Education, 37*(3), 270-286. doi: 10.1080/01587919.2016.1226230

Zhou, M. (2016). Chinese university students' acceptance of MOOC: A self-determination perspective. *Computers & Education, 92*, 194-203. doi: 10.1016/j.compedu.2015.10.012

Zhu, M., Sari, A., & Lee, M. M. (2018). A systematic review of research methods and topics of the empirical MOOC literature (2014–2016). *The Internet and Higher Education, 37*, 31-39. doi: 10.1016/j.iheduc.2018.01.002

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into practice, 41*(2), 64-70.

Zutshi, S., O'Hare, S., &Rodafinos, A. (2013). Experiences in MOOC: The perspective of students. *American Journal of Distance Education, 27*(4), 218-227. doi:10.1080/08923647.2013.838067

# Annexe

# Annexe 1. Revue de littérature sur les MOOC

**Tableau 32.** Liste des revues

| Revue |
|---|
| Adult Education Quarterly |
| American Educational Research Journal |
| American Journal of Distance Education |
| British Journal of Educational Technology |
| Computers & Education |
| Distance and Mediation of Knowledge |
| Distance Education |
| Distances et savoirs |
| Educational Researcher |
| Education, Communication & Information |
| Educational Technology Research and Development |
| Electronic Journal of E-Learning |
| International Journal of Emerging Technologies in Learning |
| International Journal of Lifelong Education |
| Journal of Distance Education |
| Learning, Media and Technology |
| Revue Française de Pédagogie |
| International Review of Research in Open and Distributed Learning |
| Internet and Higher Education |
| Instructional Science |
| Journal of Science Education and Technology |
| Learning and instruction |
| Science Education |
| European journal of engineering education |
| International journal of engineering science |
| Chemical Engineering Education |
| eLearning papers |
| Journal of Open, Flexible, and Distance Learning |
| Education, Communication & Information |
| Journal of Interactive Media in Education |
| The International Journal of Higher Education and Educational Planning |
| International Journal of E-Learning & Distance Education |

**Tableau 33.** Critères de sélection des revues et des articles (Suite)

| Revue de littérature | Critère de sélection de revue | Critère de sélection d'article |
|---|---|---|
| Ebben et Murphy (2014) | **Bases de données**<br>• Academic Search Complete, Communication and Mass Media Complete, Directory of Open Access Journals, Education Full Text, ERIC, Google Scholar, MathSciNet, Science Direct, and Web of Science.<br>**Revues de recherche**<br>• Non indiqué.<br>**Bibliographies des articles trouvés**<br>• Non indiqué. | **Type d'article**<br>• Articles Evalués par les pairs<br>• Publiés dans une revue internationale et en anglais.<br>**Période couverte**<br>• 2002 – Juillet 2013<br>**Mots clés et modes de présence des mots clés.**<br>• MOOC<br>• Présence du mot clé dans le titre, résumé, ou le contenu<br>**Visée de la revue de littérature**<br>Dresser, entre l'année 2002 et 2013, le bilan des recherches sur les MOOC (Thèmes et phases des MOOC...) |
| Veletsianos et Shepherdson (2016)<br>ET<br>Veletsianos et Shepherdson (2015) | **Bases de données**<br>• Scopus, Summon, Google Scholar, EdITLib Digital Library, and Educause Library...<br>**Revues de recherche**<br>• Journal of Online Learning and Teaching<br>**Bibliographies des articles trouvés**<br>• Oui | **Type d'article**<br>• Devrait porter sur les MOOC et être empirique publié dans une revue à comité de lecture, dans des actes de conférence, ou dans Educause Review, publié ou disponible en ligne ou en presses et écrit en anglais |

| | | |
|---|---|---|
| | | **Période couverte**<br>• 2013-2015<br>**Mots clés et modes de présence des mots clés**<br>• MOOC" ou "Massive Open Online Course"<br>• Présence des mots clés dans le texte<br>**Visée de la revue de littérature**<br>• Dresser, entre l'année 2013 et 2015 , le bilan des recherches sur les MOOC (distribution géographique des recherches, volets de recherche, citations des articles, méthodologies de recherche,…) |
| Kennedy (2014) | **Bases de données**<br>• OneSearch Multiple Database<br>• Academic Search Premier, ERIC, Education Full Text, and Applied Science and Technology Full Text..<br>**Revues de recherche**<br>• Non indiquées | **Type d'article**<br>• Article qui apparaît dans une revue à comité de lecture et traite de la recherche en matière de MOOC...<br>**Période couverte**<br>• Non indiquée<br>**Mots clés et modes de présence des mots clés**<br>• Opérateurs booléans : MOOC ou MOOC et Research.<br>• Présence des mots clés dans le texte |

| | | |
|---|---|---|
| | | **Visée de la revue de littérature**<br>• Examiner les caractéristiques de l'ouverture, la rétention et modèles dans les recherches sur les MOOC |
| Rolfe (2015) | **Bases de données**<br>• Web of Knowledge (Thompson Reuters); PubMed (United States National Library of Medicine); IEEE Xplore (ieee.org), Scopus (scopus.com) et Google Scholar, articles supplémentaires ont été récupérés à partir des liens des bases de données "articles similaires".<br>**Revues de recherche**<br>• Journal of Online Learning and Teaching, The International Review of Research in Open and Distance Learning and the European Journal of Open, Distance and eLearning.<br>**Conférences**<br>• 'OER' conferences (up to OER14) et the 'Annual Open Education Conference' (OpenEd up to 2013).<br>**Bibliographies des articles trouvés**<br>• Non indiquées | **Type d'article**<br>• Article qui évalue un MOOC ou cours ouvert disponible sur internet<br>• Tous les articles empiriques<br>• Revues de littérature ou rapport d'autorité (authoritative report)<br>**Période couverte**<br>• 2004-2014<br>**Mots clés et modes de présence des mots clés**<br>• MOOC*, cMOOX*, xMOOC*, "massiv* online open course*", "massiv* open online course*", "free online learning", and included MOOC providers and courses e.g. Coursera, MITx, edX, CCK, PLENK etc. A second group of keywords included "student experience"; social*; ethic*; |

| | | |
|---|---|---|
| | | inclusiv*; divers*; accessibil*; value*; quality; pedagogy, literacy.<br>• Google Scholar est recherchée en utilisant uniquement le des mot clés simples par exemple : MOOC +ethics.<br><br>**Visée de la revue de littérature**<br>• Cette revue de littérature vise à analyser les dimensions socio-éthiques des MOOC. |
| Raffaghelli et al. (2015) | **Bases de données**<br>• SCOPUS,Web of Science, Educational Resources Information Centre et Directory of Open Access Journals,<br>**Revues de recherche**<br>• eLearning papers<br>**Bibliographies des articles trouvés**<br>• .Non indiquées | **Type d'article**<br>• Article de recherche écrit en anglais<br>**Période couverte**<br>• Janvier 2008 - Mai 2014<br>**Mots clés et modes de présence des mots clés**<br>• MOOC<br>• Présence des mots clés dans le titre, le résumé ou les mots clés de l'article en tant qu'acronyme et ou expression complète.<br>**Visée de la revue de littérature**<br>• Examiner les méthodologies de recherche dans la littérature sur les |

| | | |
|---|---|---|
| | | MOOC entre 2008 et 2014 |
| Gasevic et al.(2014) | **Bases de données**<br>• Non indiquées<br>**Revues de recherche**<br>• Non indiquées | **Type d'article**<br>• projets de recherches soumis à l'initiative (IRM)<br><br>**Période couverte**<br>• Non indiquée<br>**Mots clés et modes de présence des mots clés**<br>• Non indiquée<br>**Visée de la revue de littérature**<br>• Cette revue de littérature est un peu particulière. Cette revue de littérature vise à examiner les projets de recherches soumis à l'initiative (IRM) financé par la fondatation Gates en terme de méthodologies de recherche adoptées dans ces recherches, caractéristiques démographique, les auteurs les plus cités et les facteurs qui permettent aux articles d'être acceptés pour finanncement par l'IRM. |
| Israel (2015) | **Bases de données**<br>• Non indiqué<br>**Revues de recherche**<br>• Non indiquées<br>**Bibliographies des articles trouvés** | **Type d'article**<br>• Non indiqué<br>**Période couverte**<br>• Non indiquée |

| | | |
|---|---|---|
| | • Non indiqué. | **Mots clés et modes de présence des mots clés**<br>• Non indiqués<br>**Visée de la revue de littérature**<br>• Cette revue de littérature vise à faire une synthèse des recherches qui ont porté sur les environnements qui intègrent les MOOC dans des classes/parcours traditionnels |
| Jacoby (2014) | **Bases de données**<br>• Google Scholar<br>**Revues de recherche**<br>• Non indiquées<br>**Bibliographies des articles trouvés**<br>• Non indiquée. | **Type d'article**<br>• Article évalué par les pairs et écrit en anglais<br>**Période couverte**<br>• Non indiquée<br>**Mots clés et modes de présence des mots clés**<br>• 'MOOC' ou 'massive open online course'<br>• Présence des mots clés dans le titre<br>**Visée de la revue de littérature**<br>• Cette revue de littérature vise à clarifier la théorie de l'innovation de rupture, et d'examiner l'influence des MOOC sur l'enseignement supérieur. |

| | | |
|---|---|---|
| Nortvig et Christiansen (2015) | **Bases de données**<br>• (ERIC) database, the British Education Index, and FachportalPaedagogikDE<br>**Revues de recherche**<br>• Non indiquées<br>**Bibliographies des articles trouvés**<br>• Non indiquée | **Mots clés et modes de présence des mots clés**<br>• MOOC<br>• Institution<br>• Cooperation<br>• collaboration," and "institutional cooperation<br>**Visée de la revue de littérature**<br>• dresser un état des lieux de la collaboration entre établissements d'enseignement MOOC lancés en Europe et aux États-Unis au cours des dix dernières années. |
| Paton et al. (2018) | **Bases de données**<br>• Academic Search Ultimate, EBSCO Information Services, IEEE Xplore Digital Library, ProQuest Research Library, Scopus, A+ Education, Australian Education Index, ERIC, PsycINFO, and Web of Science, Google Scholar<br>**Revues de recherche**<br>• The International Review of Research in Open and Distributed Learning, Global Education Review, Journal of Open, Flexible and Distance Learning and Journal of Online Learning and Teaching<br>**Bibliographies des articles trouvés**<br>• Non indiquée | **Mots clés et modes de présence des mots clés**<br>• MOOC (as an abbreviation) OR Massive Open Online Course AND online delivery OR online learning OR distance learning OR distance education OR distance OR e-learning AND learner retention OR retention OR learner engagement OR engagement AND learner retention OR retention OR learner engagement OR engagement |

| | | |
|---|---|---|
| | | AND VET (as an abbreviation) OR vocational in combination with education or training (or both) VET (as an abbreviation) OR vocational in combination with education or training (or both)<br>**Visée de la revue de littérature**<br>• analyser la littérature sur la rétention et l'engagement des apprenants dans le MOOC |
| Zawacki-Richter et al. (2018) | **Bases de données**<br>• EBSCO, ERIC, Google Scholar, and Scopus.<br>**Revues de recherche**<br>• Non indiquée | **Mots clés et modes de présence des mots clés**<br>• MOOC, MOOC, Massive Open Online Course, and Massive Open Online Courses<br>**Visée de la revue de littérature**<br>• Identifier et cartographier les tendances de la recherche sur les MOOC en examinant 362 articles empiriques publiés dans des revues à comité de lecture entre 2008 et 2015 |
| Zhu et al. (2018) | **Bases de données**<br>• Scopus.<br>**Revues de recherche**<br>• Computers & Education, | **Mots clés et modes de présence des mots clés**<br>• "MOOC" and |

| | | |
|---|---|---|
| | British Journal of Educational Technology, International Review of, Research in Open and Distance Learning, Distance Education, Educational Media International, EDUCAUSE Review, EDUCAUSE Quarterly, Online Learning, the International Journal on E-Learning, Journal of Interactive, Media in Education, Journal of Online Learning Research, the Journal of Open Flexible and Distance Learning. | "Massive Online Open Course(s)" were used to screen titles, abstracts, and keywords of the literature<br><br>**Visée de la revue de littérature**<br>• rendre compte des approches méthodologiques adoptées dans la littérature scientifique sur les MOOC |
| Davis et al. (2018) | **Bases de données**<br>• Non indiquées<br>**Revues de recherche**<br>• Non indiquées<br>800 méta-analyses | **Mots clés et modes de présence des mots clés**<br>• "MOOC" and "Massive Online Open Course(s)" wereused to screen titles, abstracts, and keywords<br>**Visée de la revue de littérature**<br>• explorer les innovations dans les stratégies d'apprentissage évolutives (stratégies qui engagent les élèves dans le processus d'apprentissage par le biais d'activités et/ou de discussions en classe) qui visent à créer une expérience d'apprentissage plus active |

**Tableau 34.** Cadres conceptuels mobilisés (Suite)

| Article | Cadre conceptuel mobilisé |
|---|---|
| (Alario-Hoyos et al., 2017) | Self-Regulated Learning Strategies in MOOC (Cohen et Magen-Nagar, 2016 ; Hood et al., 2015 ; Zimmerman, 2002) |
| (Almatrafi et al., 2018) | Model to identify "urgent" posts that need immediate attention from instructors |
| (Chang et al., 2015) | The relationship between learning style and learning experience<br>The statistical result of learning profile |
| (Cheng , 2014) | -The framework of Pekrun (2006) the item carried (i.e., affective, cognitive, motivational, expressive, and peripheral physiological), the emotional outcome (i.e., positive versus negative), and the nature of emotion (i.e., achievement versus non-achievement oriented). |
| (Costley et Lange, 2017) | Total Diversity and Learning Theories (Mayer and Anderson, 1991 ; Moreno & Mayer, 1999 ; Mayer, 2014 ; Paivio, 1991) |
| (de Lima et al., 2017) | Social networks theory (Freeman, 1977) |
| (Evans et Myrick, 2015) | -The diffusion of innovations approach (Rogers, 2010) |
| (Greene et al., 2015) | -Implicit theory of intelligence (Dweck's, 2012) |
| (Henderikx et al., 2017) | -Reasoned action approach (Fishbein et Ajzen, 2010) |
| (Hew, 2016) | -Model of student engagement organized around the self-determination theory of motivation (Appleton, Christenson et Furlong, 2008 ; Fredricks, Blumenfeld et Paris, 2004) |
| (Higashi et al., 2017) | -Achievement goal theory (Senko et al.2011, p. 26)<br>-Expectancy value theory (Ajzen et Fishbein1977 ; Fishbein et Ajzen 1975 ; Lovett & Anderson 1996 ; Wigfield et Eccles, 2000). |
| (Hone et El Said, 2016) | -Framework which explores the factors which affect MOOC (Marks et al., 2005) completion/learner retention :<br>*Course instructor effects<br>*Co-learner effects |

| | |
|---|---|
| | *Design features of the course and implementation effects |
| (Huisman et al., 2016) | -Peer assessment of essay assignments in MOOC (Admiraal, Huisman et Van de Ven (2014) |
| (Kahan et al., 2017) | -Holistic approach (Kizilcec et al., 2013) |
| (Koutropoulos et al., 2012) | -Framework of learner engagement (Henri, 1992)<br>-Social presence (De Wever et al. 2010)<br>-Social constructivism (Gunawardena, Carabajal et Lower, 2001)<br>-Critical thinking (Webb et al., 1994) |
| (Kwak et al., 2017) | -Writing as a skill<br>-Creative writing<br>-Writing as a process<br>-Writing as a social practice<br>-Writing in a socio-cultural context |
| (Perna et al., 2014) | -Model of Ashby (2004) which differentiates the users according to the date of registration and the manner of progression in a MOOC. |
| (Poce, 2015) | -Assessment of critical thinking (Newman, Web et Cochrane, 1997) |
| (Shapiro et al., 2017) | -Student motivations (Hartnett, St. George et Dron, 2011), barriers/challenges (Song et Hill, 2007) |
| (Watson, Loizzo et al., 2016) | -Dissonance theory (Kamradt et Kamradt, 1999 ; Simonson, 1979 ; Simonson et Maushak 1996) |
| (Watson,Watson, Richardson et al., 2016) | -Community of Inquiry (Garrison, Anderson and Archer, 1999) and dissonance theory (Kamradt et Kamradt, 1999 ; Simonson, 1979 ; Simonson et Maushak, 1996) |
| (Watson, Watson, Janakiraman et al., 2017 ; Watson, Watson, Yu et al., 2017) | -Dissonance theory (Kamradt & Kamradt, 1999 ; Simonson, 1979 ; Simonson & Maushak 1996)<br>CoI framework (Garrison, Anderson et Archer, 1999). |
| (Watted et Barak, 2018) | -Motivational factors that influence participants' engagement in<br>MOOC ( Barak, Watted, & Haick, 2016; Halasek et al., 2014; Yang, 2014) |
| (Weller et Anderson, 2013) | -Digital resilience ( Walker, Holling, Carpenter et Kinzig, 2004) |
| (Wise et al., 2017) | -Framework for classifying MOOC discussion forum posts (Stump et al., 2013) |
| (Yang et al., 2017) | -Theoretical model for studying learners' continuance intentions toward<br>participation in MOOC |

| | |
|---|---|
| (Zhang, 2016) | -Regulatory focus theory (Higgins, 1997, 1998) |
| (Zhang, Skryabin et Song, 2016) | -Social network analysis (SNA) (Xu et al., 2015) |
| (Zhou, 2016) | -Theory of self-determination (Ryan et Deci, 2002).<br>-Theory of planned behaviour (Ajzen et Madden, 1986). |

# Annexe 2. Guide d'entretien avec les concepteurs du MOOC

**a. identification**

- Fonction dans le cadre du MOOC (est-ce que vous pourriez me dire votre fonction en ce qui concerne ce MOOC) ?

**b. représentation du contenu par les concepteurs**

- Pour vous quels sont les éléments centraux d'un algorithme?
- Pouvez définir chacune de ces éléments centraux ?
- Est-ce que vous pourrez mentionner un problème dans lequel chacun de ces éléments est fondamentale ?

**c. conception du dispositif MOOC**

- Retour sur les origines de ce MOOC : (est ce que vous pourriez me dire comment est elle venue l'idée de ce MOOC ? quelle en était le besoin au départ)
- En prenant appui sur votre expérience de concepteur de MOOC, pourriez-vous décrire en gros les étapes de votre démarche pour préparer le contenu véhiculé via le MOOC ? (Pourriez- vous prendre exemple sur une séquence programmée sur le MOOC en termes d'identification de contenu, de découpage et scénarisation, du choix des types d'activités)
- Comment les séquences du MOOC (sous forme de semaines) sont organisées au sein du dispositif ? Est-ce qu'il y a un ordre de présentation des séquences ? qui définit cet ordre ?
- Est-ce que le contenu est t- il adapté en tenant compte des fonctionnalités de la plateforme pour qu'il soit facile à transmettre dans le MOOC ? (décrivez ces concepts ou tâches qui nécessitaient une adaptation pour les transmettre)

# Annexe 3. Questionnaire aux apprenants du MOOC

Cher(e)s étudiant(e)s,

Vous avez suivi le MOOC « Algorithmique : Concepts de base et applications ». Pour chaque séquence, vous avez disposé de vidéos assorties de diverses ressources (PDF, page web, quiz et des forums de discussion). L'équipe pédagogique du MOOC vous sollicite de bien vouloir participer à cette enquête en complétant ce questionnaire anonyme.

Nous sommes conscients du temps précieux que nous vous sollicitons, mais votre contribution participe d'une meilleure compréhension de votre processus d'apprentissage.

Au nom de l'équipe pédagogique du MOOC « Algorithmique : Concepts de base et application », nous vous remercions d'avance de votre participation !
Il y a 18 questions dans ce questionnaire.

**Vous êtes : ***

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous
Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- une femme
- un homme

**Quel est votre diplôme le plus élevé ?***

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous
Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Bac
- DUT
- BAC+2 ou 3
- Bac + 4 ou plus (autre qu'ingénieur)
- Diplôme d'ingénieur
- Doctorat
- Autre

**Avez-vous étudié l'algorithmique ou la programmation auparavant ? ***

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- oui
- non

**Est ce que vous avez étudié les éléments suivants ? ***

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :

La réponse était 'oui' à la question '3 [Back]' (Avez-vous étudié l'algorithmique ou la programmation auparavant ?) Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

| | **oui** | **non** |
|---|---|---|
| **variable** | | |
| **instructions de base** | | |
| **instructions répétitives** | | |
| **tableaux** | | |

**Selon vous, qu'est ce qui a fait qu'une tâche du MOOC ait été intéressante ?**

Répondez en cliquant sur le chiffre (de 1 à 6) correspondant le mieux à ce que vous pensez :

Pas du tout important : 1 Peu important : 2 Moyennement important : 3 Important : 4 Très important : 5 Tout à fait important : 6

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

| | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **La nature de la tâche à réaliser (quizz, projet, déroulement d'algorithme, lecture vidéo…)** | | | | | | |
| **Les moments ou les opportunités de discussion dans les forums** | | | | | | |

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Les moments de présence des animateurs dans le MOOC** | | | | | | |
| **Les moments d'absence des animateurs dans le MOOC** | | | | | | |
| **Les retours & feedback des tuteurs** | | | | | | |

**Quels sont les indicateurs qui vous ont permis de repérer votre progression dans la formation ?**

Répondez en cliquant sur le chiffre (de 1 à 6) correspondant le mieux à ce que vous pensez :
Pas du tout important : 1 Peu important : 2 Moyennement important : 3 Important : 4 Très important : 5 Tout à fait important : 6

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Evolution de la capacité à réaliser des tâches (par ex. des quiz) de plus en plus difficiles** | | | | | | |
| **Evolution de son score obtenu dans les différents quizz du MOOC** | | | | | | |
| **Evolution de la fréquence de participation dans les forums de discussion** | | | | | | |
| **Acquisition progressive de la démarche de résolution de problème** | | | | | | |
| **Indications données par le tableau de bord, permettant de suivre son progression** | | | | | | |

**Comment ont évolué vos capacités au cours des 6 semaines de formation dans le MOOC ?**

Répondez en cliquant sur le chiffre (de 1 à 6) correspondant le mieux à ce que vous pensez :

Pas du tout important : 1 Peu important : 2 Moyennement important : 3 Important : 4 Très important : 5 Tout à fait important : 6

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Evolution en termes de compréhension de tâches** | | | | | | |
| **Evolution en termes de participation active dans les discussions** | | | | | | |
| **Evolution en termes de capacité à élaborer des algorithmes** | | | | | | |

**Comment vous Comment vous êtes-vous organisés pour apprendre dans ce MOOC ?**

Répondez en cliquant sur le chiffre (de 1 à 7) correspondant le mieux à ce que vous pensez : Pas du tout d'accord : 1 Pas d'accord : 2 Plutôt pas d'accord : 3 Neutre : 4 Plutôt d'accord : 5 D'accord : 6 Tout à fait d'accord : 7
Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **C1. J'ai discuté les concepts spécifiques au contenu** | | | | | | | |
| **C2. J'ai posé des questions ou j'ai commenté une activité portant sur un concept** | | | | | | | |
| **C3. J'ai formulé les énoncés de la consigne** | | | | | | | |

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **C4. J'ai rassemblé des informations provenant de différentes sources, telles que des vidéos, des pages pdf et html et des discussions** | | | | | | | |
| **C5. J'ai écrit des résumés des idées principales des lectures** | | | | | | | |
| **C6. J'ai essayé de faire le lien entre le contenu de la vidéo et ce que je savais déjà** | | | | | | | |
| **C7. J'ai recouru aux graphiques des diagrammes ou des tableaux simples pour m'aider à organiser le savoir algorithmique** | | | | | | | |
| **C8. J'ai passé en revue les vidéos et les activités du MOOC et j'ai essayé de trouver les idées les plus importantes** | | | | | | | |
| **C9. J'ai lu mes notes et j'ai regardé les vidéos encore et encore** | | | | | | | |
| **C10. J'ai fait une liste d'éléments importants (p. ex. des concepts algorithmiques, démarches de résolution, etc) à partir des vidéos** | | | | | | | |
| **C11. J'ai mémorisé des mots clés pour me rappeler des concepts importants dans ce MOOC** | | | | | | | |
| **C12. Je me suis entraîné à me dire le matériel encore et encore** | | | | | | | |

**Comment vous êtes-vous organisés pour apprendre dans ce MOOC ?**

Répondez en cliquant sur le chiffre (de 1 à 7) correspondant le mieux à ce que vous pensez :
Pas du tout d'accord : 1 Pas d'accord : 2 Plutôt pas d'accord : 3 Neutre : 4 Plutôt d'accord : 5 D'accord : 6 Tout à fait d'accord : 7
Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **D1. J'ai manipulé un outil ou une fonctionnalité dans le MOOC (tableau de bord, forum de discussion, Codecast, etc.)** | | | | | | | |
| **D2. J'ai adopté des démarches techniques pour résoudre un problème (à savoir analyser le problème en utilisant des cartes conceptuelles, justifier un algorithme en exécutant le programme correspondant)** | | | | | | | |

**Comment vous êtes-vous organisés pour apprendre dans ce MOOC ?**
Répondez en cliquant sur le chiffre (de 1 à 7) correspondant le mieux à ce que vous pensez :
Pas du tout d'accord : 1 Pas d'accord : 2 Plutôt pas d'accord : 3 Neutre : 4 Plutôt d'accord : 5 D'accord : 6 Tout à fait d'accord : 7

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **E1. J'ai discuté avec les apprenants ou les enseignants les consignes de la tâche à faire** | | | | | | | |
| **E2. J'ai commenté une discussion dans les forums du MOOC** | | | | | | | |

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **E3. J'ai exprimé un accord avec l'apprenant ou l'enseignant de la consigne de la tâche à faire** | | | | | | | |
| **E4. J'ai complété et commenté une réponse de l'enseignant** | | | | | | | |

**Comment vous êtes-vous organisés pour apprendre dans ce MOOC?**

Répondez en cliquant sur le chiffre (de 1 à 7) correspondant le mieux à ce que vous pensez :
Pas du tout d'accord : 1 Pas d'accord : 2 Plutôt pas d'accord : 3 Neutre : 4 Plutôt d'accord : 5 D'accord : 6 Tout à fait d'accord : 7

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **F1. Pour comprendre les concepts de l'algorithmique, j'ai retourné aux vidéos et je les ai regardé à nouveau** | | | | | | | | |
| **F2. Je me suis posé des questions pour m'assurer de bien comprendre le matériel que j'ai étudié dans ce cours** | | | | | | | | |
| **F3. En suivant ce MOOC, j'ai élaboré des questions pour m'aider à centrer l'attention sur mes lectures** | | | | | | | | |
| **F4. En suivant ce MOOC, j'ai essayé de** | | | | | | | | |

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **déterminer les concepts que je n'ai pas compris** | | | | | | | | |
| **F5. En suivant ce MOOC, je me suis fixé des objectifs afin de diriger mes activités dans chaque période d'étude** | | | | | | | | |
| **F6. Avant d'étudier un nouveau matériel de cours, je l'ai parcouru pour voir comment il a été organisé** | | | | | | | | |
| **F7. J'ai essayé de décider de ce que j'ai été censé apprendre des vidéos plutôt que de me contenter de les voir** | | | | | | | | |
| **F8. Dans le cas où je serais devenu confus à propos de quelque chose lue, j'aurais retourné en arrière et essayé de la découvrir** | | | | | | | | |
| **F9. Dans le cas où les lectures de cours auraient été difficiles à comprendre, j'aurais changé la façon de mes lectures** | | | | | | | | |
| **F10. Quand j'ai suivi le MOOC, j'ai raté des points importants parce que j'ai pensé à d'autres choses** | | | | | | | | |
| **F11. J'ai essayé de changer ma façon d'étudier afin de** | | | | | | | | |

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **m'adapter aux exigences du cours et au style d'enseignement de l'instructeur** | | | | | | | | |

**Comment vous êtes-vous organisés pour apprendre dans ce MOOC ?**

Répondez en cliquant sur le chiffre (de 1 à 7) correspondant le mieux à ce que vous pensez :

Pas du tout d'accord : 1 Pas d'accord : 2 Plutôt pas d'accord : 3 Neutre : 4 Plutôt d'accord : 5 D'accord : 6 Tout à fait d'accord : 7

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **G1. J'ai souvent trouvé que je ne passais pas beaucoup de temps sur ce MOOC à cause des autres activités** | | | | | | | |
| **G2. J'ai eu un endroit réservé pour étudier** | | | | | | | |
| **G3. Je me suis assuré de suivre les vidéos et les quiz hebdomadaires de ce MOOC** | | | | | | | |
| **G4. J'ai suivi ce MOOC régulièrement** | | | | | | | |
| **G5. J'ai fait bon usage de mon temps d'étude pour ce MOOC** | | | | | | | |
| **G6. J'ai eu du mal à m'en tenir à un horaire d'étude** | | | | | | | |

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **G7. J'ai étudié habituellement dans un endroit où je pouvais me concentrer sur mon travail** | | | | | | | |

**Avez-vous rencontré des difficultés dans le MOOC ?**

Répondez en cliquant sur le chiffre (de 1 à 7) correspondant le mieux à ce que vous pensez :
Pas du tout d'accord : 1 Pas d'accord : 2 Plutôt pas d'accord : 3 Neutre : 4 Plutôt d'accord : 5 D'accord : 6 Tout à fait d'accord : 7

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **J'ai trouvé des difficultés dans l'utilisation des fonctionnalités du MOOC** | | | | | | | |
| **J'ai trouvé des difficultés dans l'utilisation de l'outil d'édition et d'exécution des programmes en C** | | | | | | | |
| **J'ai trouvé des difficultés dans l'accès au MOOC** | | | | | | | |

**Le MOOC a-t-il favorisé un travail en groupe ?**

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

Jamais

Quelques fois

Souvent

Toujours

**Les blocages que vous avez vécus ont été en lien avec :**

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Le manque d'aide
- La difficulté de l'environnement de développement
- La difficulté du contenu

**Si le contenu vous a posé problème pourriez vous précisez le ou les types de difficultés ?**

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- Difficultés conceptuelles
- Difficultés syntaxiques
- Difficultés logiques

**Si le contenu vous a posé problème pourriez vous précisez les types de difficultés ?**

Répondez en cliquant sur le chiffre (de 1 à 5) correspondant le mieux à ce que vous pensez :
Très difficile : 1  Difficile : 2  Ni facile ni difficile : 3  Facile: 4  Très facile : 5

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

| | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Variables et déclaration de variables** | | | | | |
| **Instructions conditionnelles (Si Alors Sinon Finsi)** | | | | | |
| **Compteur et incrémentation** | | | | | |
| **Imbrication de plusieurs si** | | | | | |
| **Imbrication de plusieurs Pour** | | | | | |

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Déterminer les objets d'entrées et sorties d'un problème** | | | | | |
| **Décortiquer le problème** | | | | | |
| **Déroulement dynamique des algorithmes (exécution des algorithmes)** | | | | | |
| **Quand est ce qu'on utilise une instruction et quels types d'instructions on va utiliser** | | | | | |

**Selon vous, quelles sont les principales difficultés rencontrées au cours de votre formation ?**

Veuillez écrire votre réponse ici :

Merci d'avoir complété ce questionnaire !

# Annexe 4. Guide d'entretien avec les apprenants

**a. Connaissances construites**

- D'après vous, à quoi sert l'algorithmique?
- Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC
- Quelles sont les notions qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ?

Relance: Quels sont les notions ou concepts incontournables pour élaborer un algorithme ?

Relance: Pour vous c'est quoi une variable ?ça sert à quoi ? quelle est sa position par rapport la structure d'un algorithme ? De même pour :

- une instruction de base,
- une condition,
- une boucle
- des tableaux ?

**b. Stratégies d'apprentissage**

*Déroulement effectif du dispositif*

- En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ?

  Questions de relance :
  - Quelle était la ou les tâches proposées ?
  - Quelles étaient les principales phases de réalisation des tâches ?
  - Quel était le rôle de l'enseignant ou animateur ?
  - Quelles sont les traces que vous avez produites pendant cette activité?

*Interactions avec les vidéos du MOOC*

- Comment avez-vous interagi avec les vidéos ?

Relance :

- Avez-vous regardé les vidéos en entier une fois et après vous avez repris des
- morceaux?
- Avez-vous fait tout de suite des pauses
- Avez-vous regardé les vidéos en entier comme dernière chose
- Autres ?
- Pourquoi ? (pour tous les éléments précédents)

- Après avoir consulté une vidéo ou une ressource, avez-vous noté d'une manière ou d'une autre ce que vous avez regardé et/ou écouté (graphiques, tableaux, captures d'écran) ?
- Et après avoir terminé toute une séquence, êtes-vous revenu à la vidéo ? Ou à d'autres activités ?
- Etes-vous revenu aux concepts d'algorithmiques ? à leurs utilisations ?
- Avez-vous pris des notes sur ce que vous avez fait, appris, échoué ? Comment ?

*Interactions avec les activités du MOOC*

- En ce qui concerne les activités en général proposées dans chaque séquence du MOOC, avez-vous ?
  - été attentif au retour fourni dans les quiz
  - répété ce que vous n'avez pas bien compris?
  - répété certaines activités (ex. les plus difficiles pour vous) ?
- En ce qui concerne la séquence proposée dans le MOOC, avez-vousfait toutes les activités proposées dans le MOOC ?
  - suivi chaque séquence dans l'ordre proposé dans le MOOC ? / les activités se
  - déroulent-elles dans un ordre différent de celui proposé?
  - revenu à la vidéo / ne jamais revenu à la vidéo en répondant à des quiz?

*Difficultés rencontrées*

- Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin d'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ?
- Vous avez appris à construire un algorithme. Quelles difficultés avez-vous rencontré dans Cette tâche ?

Relance :

- Parmi les **notions d'algorithmique apprises**, lesquelles vous ont posé plus de **difficultés**?
  - A quel niveau résidait la difficulté pour chaque notion ?
  - Quelles fonctionnalités (ou outils) du MOOC utilisé ont semblé vous poser plus de
  - difficultés dans cette tâche ?
  - Quels matériels ou fonctionnalités avez-vous utilisé le plus ?
- Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ?
  - Cela vous a convenu ?
  - C'était facile à utiliser ?
  - Les instructions sur la façon de procéder et ce qu'il faut faire dans chaque activité ont été claires ?
  - Y a-t-il quelque chose que vous avez apprécié particulièrement ?
  - Y a-t-il quelque chose qui a manqué ou qui vous a dérangé ?
- Qu'en est-il des activités du MOOC ?
  - Avez-vous trouvé les activités proposées utiles ? (demandez des détails)
  - Qu'avez-vous apprécié le plus ? Pourquoi ?
  - Qu'est-ce que vous avez détesté le plus ? Pourquoi ?

# Annexe 5. Transcription des entretiens avec les deux concepteurs du contenu

| **Entretien avec le concepteur 1** |
|---|
| **Babori :** Est-ce que vous pourriez me dire votre fonction en ce qui concerne ce MOOC ? |
| **Concepteur 1 :** J'ai participé dans les phases de conception du MOOC…je suis intervenu dans la phase d'élaboration d'objectifs pédagogique de telle manière à apporter au contenu d'algorithmique, une réelle plus- value pédagogique…eh bien en effet, ce MOOC ne reprend pas simplement ce qui existait avant, mais ajoute, en autres, des animations d'exécution des algorithmes dans les vidéo afin de comprendre le déroulement dynamique des algorithmes. Ainsi, d'après mon expérience…hum…j'ai réalisé que la matière pose énormément de problème pour des novices en algorithmique …ben…les apprenants convenaient le plus souvent qu'ils ont eu des problèmes de compréhension du déroulement des étapes ce l'algorithmique…..alors cet échec est en effet dû en fait, aux aspects cognitifs de cette matière en l'occurrence….**les apprenants** n'appréhendent pas ce que [se passe] dans la mémoire de l'ordinateur une fois le programme est exécuté et ont une fausse compréhension des instructions à savoir les boucles et des notions à savoir une variable [en algorithmique] dont ils mélangent avec une variable en mathématique…..cet échec est lié également aux démarches pédagogiques adoptées pour l'enseigner qui se base généralement sur une transmission des notions de l'algorithmique avec quelques exemples d'application marginalisant ainsi la phase d'analyse et la conception de l'algorithme…. |
| **Babori :** Pour vous, quels sont les éléments centraux d'un algorithme ? |
| **Concepteur 1 :** pour moi, un algorithme prend des données en entrée…, euh.., exprime un traitement particulier et fournit des résultats (sorties)… eh bien qui parle de données d'entrées parle de variables ainsi une variable est une notion de base en algorithmique…de même les instructions de base, conditionnelles ou répétitives, les boucles décrivent le traitement de ces données. |
| **Babori :** Si vous pouvez définir chaque élément de la structure d'un algorithme ? |
| **Concepteur 1 :** En gros, pour stocker des données de l'algorithme on aura besoin d'une variable qui permet ceci….ben…une variable est un espace dans lequel on peut stocker des données…je pense qu'on peut imaginer une variable comme une boite qui porte un nom, qui peut contenir une valeur et qui est typé…ça veut dire qui a un type donné ça peut être un entier, réel, caractère ou chaîne de caractères. Quant aux instructions, et bien on peut les catégoriser en 3 types, instructions de base, instructions conditionnelles et instructions répétitives. Les instructions de base sont l'affectation, la lecture et l'écriture… ces instructions et bien permettent de réaliser des algorithmes dans lesquelles l'exécution est séquentielle, c'est-à-dire, les instructions sont exécutées une après autre…et puis l'affectation permet d'affecter une valeur à une variable donnée…eh bien, la lecture permet de lire la variable. alors concrètement elle va affecter une valeur à une variable donnée…l'écriture quant à elle, permet d'écrire des données…alors pour les instructions conditionnelles, elles permettent de choisir un traitement parmi plusieurs….et puis finalement, les instructions répétitives Tant que Faire, Répéter Jusqu'à et Pour faire permettent de répéter l'exécution d'un même bloc d'instructions un certain nombre de fois…. |

| |
|---|
| **Babori :** Est-ce que vous pouvez mentionner un problème dans lequel ces notions de l'algorithmique sont fondamemtales ? |
| **Concepteur 1 :** par exemple pour les instructions de base, n'importe quel situation problème de calcul mathématique à savoir l'addition, la soustraction, le calcul numérique ou autres qui manipule des données saisies par l'utilisateur donc lues, dans ces situations, on aura certainement besoin des variables qui stockeront ces données lues donc aussi des instructions de lecture permettant de les lire. Et, si la situation demande d'écrire le résultat obtenu de ces calculs, on aura certainement besoin également de l'instruction d'écriture pour écrire bien évidemment le résultat obtenu ! voilà tout simplement ! un problème où on mobilise obligatoirement les variables et les instructions de base Pour les instructions conditionnelles, sortant un peu du classique, ben…je peux vous donner des exemples issus de la vie courante qui porte sur l'automatisation des processus par exemple automatisation de paiement d'autoroute, le feu de circulation, etc….et par exemple si je prends l'exemple problème d'automatisation de paiement dans une station d'essence. Pour chaque carburant Gasoil, Super, ou autres alors…, eh bien il est associé un prix donné….hein… on teste le type de carburant s'il s'agit d'un gasoil alors et bien on doit payer le prix unitaire d'un gasoil multiplié par la quantité achetée…si le type d'un carburant est super on doit payer le prix unitaire d'un super multiplié par la quantité achetée. Si le type d'un carburant est super on doit payer le prix unitaire d'un super multiplié par la quantité achetée…Voilà ! Enfin, pour les instructions répétitives, Et bien on peut utiliser les instructions répétitives… on peut les utiliser dans toute situation où on trouve une répétition d'un bloc d'instructions un certain nombre de fois, il est utile d'utiliser une boucle permettant de gagner du temps dans l'écriture d'un algorithme et l'exécution du programme associé alors l'exemple qui me vient toujours à l'esprit c'est de calculer de la moyenne des notes à des fins statistique par le service d'administration d'un lycée…par exemple, alors on travaille là avec un nombre assez élevé de données **des notes de 400 étudiants** par exemple donc pour calculer la moyenne de ces notes ce n'est plus pratique d'utiliser l'instruction de base lecture pour lire note par note. Si nous ferions comme ça on aura 400 instructions de lecture dans notre algorithme. C'est là où on peut voir l'utilité d'une boucle qui va nous faciliter la tâche en répétant cette instruction de lecture automatiquement 400 fois |
| **Babori :** Est ce que vous pourriez me dire comment est elle venue l'idée de ce MOOC ? quelle en était le besoin au départ ? |
| **Concepteur 1 :** On est parti d'un cours qui est déjà mis en ligne sur une plateforme Moodle déjà destiné aux étudiants de 1 année de la FST de Settat (filière GEGM). Quant on a lancé le projet MOOC on a voulu reprendre bien évidemment une partie des ressources en ligne déjà existantes dans ce cours diffusé sur moodle et qui s'est basé sur une approche par problème. l'environnement en ligne conçu vise à promouvoir l'habileté de résolution des problèmes algorithmiques en proposant des situations concrètes…en fait… le cours fonctionnait bien. les retours d'expériences des étudiants étaient généralement bons… ceci est d'après notre questionnaire qui leur a été distribué pendant l'année universitaire 2015-2016 [ben mais] parmi les difficultés déclarées par ces étudiants il y a une mauvaise compréhension du déroulement dynamique des algorithmes… les étudiants manquent d'une compréhension parfaite de ce qui se passe lorsqu'on exécute un algorithme. Le MOOC vise ainsi à adresser toute ces difficultés en proposant une démarche pédagogique palliant à ce problème. ….aussi, nous voulons que nos étudiants soient confrontés à d'autres public pour qu'ils aient plus d'interactions en discutant dans les forums de discussion du MOOC et en |

| |
|---|
| sortant un peu du cursus habituelle d'étudiants permettant ainsi une ouverture du cours que ce soit pour les étudiants en les incitant aux échanges mais également un partenariat avec d'autres enseignants impliqués dans le projet MOOC et qui collaborent et partageant les ressources nécessaire pour concevoir un véritable MOOC d'algorithmique |
| **Babori :** En prenant appui sur votre expérience de concepteur de MOOC, pourriez-vous décrire en gros les étapes de votre démarche pour préparer le contenu véhiculé via le MOOC ? Pourriez-vous prendre exemple sur une séquence programmée sur le MOOC en termes d'identification de contenu, de découpage et scénarisation, du choix des types d'activités |
| **Concepteur 1 :** Nous avons commencé le travail de conception du contenu par une analyse épistémique du contenu d'algorithmique. Ainsi, afin d'identifier le savoir de référence sur lequel nous pourrons baser notre étude transpositive : nous procédons à la recherche des travaux de recherche publiés dont l'objet principal est la caractérisation des concepts, procédures et attributs de l'algorithmique. Euh… ; nous avons commencé le travail de conception du contenu par une analyse épistémique du contenu d'algorithmique…, en fait…afin d'identifier le savoir de référence sur lequel nous pourrons baser [notre étude transpositive]…euh…, et bien, nous procédons à la recherche des travaux de recherche publiés dont l'objet principal est la caractérisation des concepts, procédures et attributs de l'algorithmique. Nous avons sélectionné les articles de recherche et les thèses qui sont jugés pertinents. Cette recherche bibliographique nous a permis de caractériser le savoir savant de référence pour le contenu d'algorithmique… euh.., l'analyse épistémique montrait que les concepts d'algorithme, variable, instruction de base… euh.. qui sont l'affectation la lecture et l'écriture) aussi…les… les instructions conditionnelle les instructions répétitive…tant que faire pour faire et répéter jusqu'a [….]… Voilà….: j'ai oublié également eh bien … de vous dire que, nous nous sommes référés également aux pratiques sociales des ingénieurs informatiques à travers le problème d'autoroute. Dans cette situation concrète, les apprenants découvrent l'utilité des instructions conditionnelles et répétitives pour résoudre [ce type] de problème.….ensuite nous avons délimité et découpé le savoir savant en savoirs partiels : nous décrivons la structure cognitive de l'enseignement de l'algorithmique en se basant sur le modèle cognitif qui représente le référentiel de connaissances en terme de concepts, procédures et principes jugés nécessaire à s'approprier…. ben…ce modèle identifie les concepts déjà déterminés dans l'analyse épistémique, **les liens entre ces concepts** [antériorité,] généralisation et spécialisation et aussi les caractéristiques de ces concepts et leur regroupement en unité pédagogique….nous avons procédé à une classification des compétences visées chez l'apprenant selon le type de traitement et donnée faisant parti intégrante d'un algorithme …. C1 : Résoudre un problème à donnée simple et à traitement simple ; C2 : Résoudre un problème à donnée composée et à traitement simple ; C3 : Résoudre un problème à donnée simple et à traitement composé et C4 : Résoudre un problème à donnée composée et à traitement composé. Les activités pédagogiques sont organisées pour que les différentes compétences C1, C2, C3 et C4 soient facilement acquises de manière graduée. Nous soutenons que la somme des résultats attendus des activités d'apprentissage n'est rien d'autre que la compétence visée voilà !…. la troisième étape était la scénarisation pédagogique….après avoir établi le modèle cognitif représentant les concepts fondamentaux de l'algorithmique que les apprenants doivent s'approprier et l'agrégation de ces concepts en unités d'apprentissage selon des principes fortement d'ordre sémantique et pédagogique (objectifs pédagogique), nous avons présenté le modèle pédagogique en décrivant les activités d'apprentissages…hum…Le modèle pédagogique est présenté sous forme |

| |
|---|
| d'activités d'apprentissages produiront des résultats (résultats attendus) et formulés en s'appuyant sur les taxonomies cognitives de bloom qui décrivent les objectifs d'apprentissages traduits en comportements. |
| **Babori :** Comment les séquences du MOOC (sous formes de semaines) sont organisées au sein du dispositif ? Est- ce qu'il y a un ordre de présentation des séquences ? qui définit cet ordre ? |
| **Concepteur 1 :** Le MOOC est organisé en semaines…il y a 6 semaines obligatoires consacrées à l'algorithmique et 2 semaines optionnelles de programmation en langage C…euh.., eh bien chaque semaine se compose de plusieurs unités pédagogiques composées de vidéo, de page web, de quiz et d'un forum de discussion qui permet d'échanger autour des thèmes abordés…. Par exemple, dans la semaine 1 on a proposé une vidéo qui montre l'œil lie les deux nombres affichés 20 et 14 sur l'écran…hum…ensuite…Il transmit…eh bien, les deux valeurs au cerveau qui se charge de les mémoriser…. puis, le cerveau calcule les divisions. Enfin, le résultat est obtenu et de la même manière, l'ordinateur lit les deux valeurs via le périphérique d'entrée [clavier], de la même manière stocke les données dans des variables et puis traite ces données en calculant la division dans l'unité de traitement et affiche le résultat via le périphérique de sortie |
| **Babori :** Est ce que le contenu est-il adapté en tenant compte des fonctionnalités de la plateforme pour qu'il soit facile à transmettre dans le MOOC ? |
| **Concepteur 1 :** Concernant les quiz, pour évaluer les compétences de l'algorithmique et surtout pour évaluer les algorithmes produits par les apprenants et non pas la compréhension du déroulement des algorithmes, on est limité par les fonctionnalités de la plateforme edx. On essayé ainsi de détourner les types d'exercices proposés par la plateforme edx. Plus précisément, le texte à saisir est utilisé pour demander aux apprenants de compléter des algorithmes proposés. : les concepts et les procédures du contenu de l'algorithmique reste les mêmes que le cours en présentiel… hum…, cependant la manière de transmission de ce contenu est adaptée dans le cadre d'un MOOC…. En effet, pour montrer l'exécution d'un algorithme dans un MOOC, et bien on ne dispose pas d'un tableau pour l'explication de chaque étape de déroulement de l'algorithme….cela est remplacé par une animation décrivant pas à pas ce processus d'exécution tout au long des vidéos des semaines du MOOC. cette animation permet aux étudiants d'assimiler l'exécution pas à pas des algorithmes et cela est utile par exemple pour comprendre l'affectation en trois cases…créer une boite ayant le nom de la variable, le type de la variable et la valeur de la variable Le nombre massif des étudiants nous a poussé à diminuer la charge horaire des semaines de telle manière à permettre aux différents types de public y compris les personnes travail la journée d'y participer. Mais en général le contenu reste inaltéré ! c'est-à-dire les concepts de l'algorithmique se sont les mêmes qu'on trouve dans un cours traditionnel |
| **Entretien avec le concepteur 2** |
| **Babori :** Est-ce que vous pourriez me dire votre fonction en ce qui concerne ce MOOC ? |
| **Concepteur 2 :** Je suis coordonnateur de l'équipe pédagogique du MOOC et membre de l'équipe de conception du MOOC |
| **Babori :** Pour vous, quels sont les éléments centraux d'un algorithme ? |
| **Concepteur 2 :** les déclarations de variables, les instructions d'entrée sortie, le corps de l'algorithme comprenant la description des étapes de traitement du problème posé comme les structures conditionnelles et répétitives |

| |
|---|
| **Babori :** Si vous pouvez définir chaque élément de la structure d'un algorithme ? |
| **Concepteur 2 :** un algorithme est une procédure de calcul bien définie qui prend des données en entrée, exprime un traitement particulier et bien sûr fournit des résultats |
| **Babori :** Est-ce que vous pouvez mentionner un problème dans lequel ces notions de l'algorithmique sont fondamemtales ? |
| **Concepteur 2 :** n'importe quelle situation problème de calcul mathématique à savoir l'addition, la soustraction, le calcul numérique [ou autres] qui manipulent des données saisies par l'utilisateur donc lues…**alors dans ces situations**, on aura besoin des variables qui stockeront ces données… Pour l'instruction de base alors l'exemple le plus simple c'est de lire les données stockées dans les variables mentionnées dans les problèmes précédents ou alors…eh bien pour écrire le résultat obtenu de ces calculs, on utilise l'instruction d'écriture….on peut penser au problème de calcul de pgcd…alors, pour calculer le PGCD de a et b, on aura dans un premier temps besoin de déclarer deux variables a et b de type entier. Ensuite on va lire les deux valeurs de a et b introduites par l'utilisateur…**On calcule** ensuite le reste de la division r de a par b. On teste si r est égale à 0 donc on va écrire le pgcd est égale à b sinon on remplace la valeur de a par b et b par le reste de la division r et on refait le même calcul (division de a par b). Pour assurer cette répétition de ce traitement (division de a par b et tester à chaque fois le reste r s'il est égal à 0), **nous utilisons** une boucle Tant que Faire ou Répéter Jusqu'à e |
| **Babori :** Est-ce que vous pourriez me dire comment est-elle venue l'idée de ce MOOC ? quelle en était le besoin au départ ? |
| **Concepteur 2 :** il y avait deux constats principaux qui ont poussé en la réflexion à un MOOC en algorithmique…de un la grande masse d'étudiants de troncs commun du premier cycle universitaire et de deux les difficultés rencontrés par ces étudiants dans le mode classique d'enseignement en présentiel |
| **Babori :** En prenant appui sur votre expérience de concepteur de MOOC, pourriez-vous décrire en gros les étapes de votre démarche pour préparer le contenu véhiculé via le MOOC ? Pourriez-vous prendre exemple sur une séquence programmée sur le MOOC en termes d'identification de contenu, de découpage et scénarisation, du choix des types d'activités |
| **Concepteur 2 :** Pour préparer le contenu, nous avons défini de l'objectif principal du cours…euh.., puis nous avons identifié les concepts rentrant dans cet objectif enfin, nous avons procédé à une élaboration du modèle pédagogique hiérarchisant ces concepts |
| **Babori :** Comment les séquences du MOOC (sous formes de semaines) sont organisées au sein du dispositif ? Est- ce qu'il y a un ordre de présentation des séquences ? qui définit cet ordre ? |
| **Concepteur 2 :** la semaine 0 présente globalement le dispositif…y compris une prise en main de la plateforme MUN et introduction générale au MOOC [algorithmique concepts de base et application]…eh bien.. pour les autres semaines, euh elles sont organisées en thématiques selon un ordre de difficulté croissante : du simple au complexe c'est-à-dire que ce soit dans les vidéos de présentation des concepts ou des quizz…on commence par des exemples faciles puis on aborde petit à petit des notions complexe […]et bien, dans la semaine 1, on traite les variables et les instructions de base en algorithmique…vient ensuite, la semaine 2 est consacrée aux conditions. Alors, pour la semaine 3 aborde les boucles ; une multitude d'exemples illustratifs est proposée afin de comprendre au mieux le déroulement de chaque boucle….puis… de même pour les semaines 4 et 5 qui traite les tableaux à une dimension et |

| |
|---|
| tableaux à deux dimensions voilà ! la semaine 2 est consacrée aux conditions ben dans cette semaine-là les choses commence un petit peu d'être difficiles eh bien on aborde les boucles [du coup]…, euh…, on a proposé une multitude d'exemples illustratifs afin de comprendre au mieux le déroulement de chaque boucle… et cela de même pour les semaines 4 et 5 qui traiteront respectivement les tableaux à une dimension et tableaux à deux dimensions |
| **Babori :** Est ce que le contenu est-il adapté en tenant compte des fonctionnalités de la plateforme pour qu'il soit facile à transmettre dans le MOOC ? |
| **Concepteur 2 : Oui… en fait** on a essayé d'utiliser les quiz pour évaluer les pseudos codes des étudiants fournis dans la plateforme du MOOC pour pouvoir évaluer les productions facilement après…. |

# Annexe 6. Transcription des entretiens avec les 20 étudiants

| Discours |
|---|
| **Babori :** Je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. Je sais que vous avez étudié l'algorithmique mais je voudrais vous demander d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant 1 :** Pour moi, c'est une suite des instructions qui permettent de réaliser un programme selon le besoin d'un client (cahier des charges) |
| **Babori :** Hein ! Alors je voudrais également savoir qu'est-ce que vous avez appris en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 1 :** Pour moi, je pense que pour élaborer un algorithme il est nécessaire d'analyser le besoin par la suite réaliser un organigramme qui répond au besoin, convertir l'organigramme à un algorithme structuré |
| **Babori :** Quelles sont les notions qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |
| **Etudiant 1 :** Comment ça d'important ? |
| **Babori :** C'est-à-dire les éléments de l'algorithmique que vous considérez vous-même comme étant très importants et sans ces éléments on peut pas apprendre l'algorithmique |
| **Etudiant 1 :** Voulez-vous dire les notions importantes ? |
| **Babori :** Oui les notions, les démarches ou tout autre élément |
| **Etudiant 1 :** Je dirais les conditions et les boucles ainsi que l'analyse et l'exécution de l'algorithme |
| **Babori :** Pour vous qu'est ce qu'une condition ? |
| **Etudiant 1 :** Une condition est une instruction qui permet de décider, quelle sera la ou les instructions à exécuter. |
| **Babori :** Pour vous qu'est ce qu'une boucle ? |
| Etudiant 1 : Une boucle c'est comme une chaîne qui permet de répéter des traitements |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ? Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |
| **Etudiant 1 :** J'ai consulté les vidéos puis répondre aux quizz de chaque semaine |
| **Babori :** Vous avez suivi combien de semaines ? |
| **Etudiante 1 : trois semaines** |
| **Babori :** Quelles sont ? |
| **Etudiant 1 :** J'ai suivi trois semaines : semaine 1 sur les instructions de base, semaine 2 sur les conditions et semaine 3 sur les boucles |
| **Babori :** Comment avez-vous interagi avec les vidéos ? |
| **Etudiant 1 :** Interaction hein ? |
| **Babori :** Avez-vous regardé les vidéos en entier une fois et après vous avez repris des morceaux, Avez-vous fait tout de suite des pauses |

| |
|---|
| **Etudiant 1 :** Je n'ai pas regardé toute la vidéo mais je regarde uniquement les parties où je ne comprends pas et parfois …au cas où je n'ai pas difficultés précises pour des concepts je ne regarde pas la vidéo je passe directement aux quizz |
| **Babori :** Est-ce que vous avez consulté les autres ressources (PDF, HTML, jeux sérieux,…) ? |
| **Etudiant 1 :** Non uniquement les vidéos |
| **Babori :** Après avoir consulté une vidéo ou une ressource, avez-vous noté d'une manière ou d'une autre ce que vous avez regardé et/ou écouté (graphiques, tableaux, captures d'écran) ? |
| **Etudiant 1 :** Oui j'ai pris des notes pour mémoriser les concepts sous formes de tirets |
| **Babori :** Est-ce que vous vous rappelez des concepts que vous avez notés? |
| Etudiant : les conditions et les boucles |
| **Babori :** Et après avoir terminé toute une séquence, êtes-vous revenu à la vidéo ? Ou à d'autres activités ? pour approfondir les éléments spécifiques vus dans le cours ? |
| **Etudiant 1 :** Je regarde la vidéo en premier pour comprendre un concept puis le quiz vient pour m'assurer que je comprends bien ce concept. Après je reviens à la vidéo pour approfondir quelques concepts à savoir l'imbrication des conditions…, euh…, parfois, je réalise correctement un quizz par contre le feedback me montre que j'ai une erreur d'oubli d'espace, syntaxes, [une flèche], etc… or le concept et l'idée est juste….. |
| **Babori :** Avez-vous revenu aux concepts d'algorithmiques ? à leurs utilisations ? |
| **Etudiant 1 :** Oui, pour les conditions car j'ai fait des erreurs dans les quizz comme je vous ai expliqué je me suis trouvé obligé de regarder les vidéos sur les conditions imbriquées encore une fois. |
| Babori : Avez-vous pris des notes sur ce que vous avez fait, appris, échoué |
| **Etudiant 1 :** non |
| **Babori :** En ce qui concerne les activités en général proposées dans chaque séquence du MOOC, avez-vous Eté attentif à la rétroaction fournie dans les quiz |
| **Etudiant 1 :** Oui surtout dans les conditions je me suis trompé dans la manière d'écriture des conditions alors j'ai vu dans le feedback comment ça s'écrit |
| **Babori :** En ce qui concerne la séquence proposée dans le MOOC, avez-vous toujours fait toutes les activités proposées dans le MOOC ? |
| **Etudiant 1:** … Non j'ai fait les activités des 3 semaines : les vidéos et les quizz |
| **Babori :** Avez Suivi chaque la séquence dans l'ordre proposé dans le MOOC ? / les activités se déroulent-elles dans un ordre différent de celui proposé? |
| **Etudiant 1 :** … Non selon l'ordre proposé dans le MOOC |
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |
| **Etudiant 1:** J'ai des difficultés juste dans la syntaxe des algorithmes et la compréhension des étapes du problème de la voiture… |
| **Babori :** Vous voulez dire problème d'autoroute ? |
| **Etudiant 1 :** Oui |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |
| **Etudiant 1 :** Oui, oui mais il manque encore une publicité de ce MOOC, pour que les gens partout dans cette matière accèdent au contenu, puisque je pense qu'un débutant puisse comprendre vite l'algorithmique dans ce MOOC qu'un cours traditionnel |

| |
|---|
| **Babori :** Les instructions sur la façon de procéder et ce qu'il faut faire dans chaque activité ont été claires ? |
| **Etudiant 1 :** Oui c'était facile de comprendre les instructions des quizz |
| **Babori :** Quels fonctionnalités ou outils du MOOC utilisés ont semblé vous poser plus de difficultés dans cette tâche ? Quels matériels ou fonctionnalités avez-vous utilisé le plus ? |
| **Etudiant 1:** Pas de problèmes pour moi je me suis débrouillé tout seul pour naviguer dans le MOOC [petits rires], je ne trouve aucune difficulté de passer d'une activité à une autre |
| **Babori :** Y a-t-il quelque chose que vous avez apprécié particulièrement ? |
| **Etudiant 1:** Les vidéos étaient claires, oui la façon d'expliquer les notions et l'exécution des algorithmes au fur et à mesure je les ai compris |
| **Babori :** Je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. Je sais que vous avez étudié l'algorithmique mais je voudrais vous demander d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant 2 :** L'algorithmique sert à aider les étudiants de résoudre des problèmes d'une manière informatique…, euh… ; à l'aide d'une machine |
| **Babori :** Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 2 :** J'ai appris dans ce MOOC l'importance en algorithmique pour résoudre des problèmes et j'ai étudié comment élaborer un algorithme d'une manière correcte |
| **Babori :** Quelles sont les notions qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |
| **Etudiant 2 :** Les variables et les tests surtout savoir les exécuter |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ? |
| **Etudiant 2 :** déroulement en termes de quoi ? |
| **Babori :** Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |
| **Etudiant 2 :** Oui si je me rappelle c'était la semaine 2 sur les instructions de base là j'ai consulté les vidéos sur ces instructions j'ai essayé au même temps de copier les algorithmes expliquées dans les vidéos en essayant de noter les explications du prof sur mes feuilles comme ça je suis avec le prof. A la fin j'ai essayé de faire les quiz que je trouve facile. |
| **Babori :** Comment avez-vous interagi avec les vidéos ? |
| **Etudiant 2 :** Je regarde la vidéo je fais pause et je note les explications sur mon cahier puis je reviens à la vidéo jusqu'à terminer toute la vidéo |
| **Babori :** Est-ce que vous avez consulté les autres ressources (PDF, HTML, jeux sérieux,…) ? |
| **Etudiant 2 :** Non uniquement les vidéos |
| **Babori :** Après avoir consulté une vidéo ou une ressource, avez-vous noté d'une manière ou d'une autre ce que vous avez regardé et/ou écouté (graphiques, tableaux, captures d'écran) ? |
| **Etudiant 2 :** Je fais appel aux schémas pour représenter et organiser l'enchainement des conditions |
| **Babori :** Et après avoir terminé toute une séquence, êtes-vous revenu à la vidéo ? Ou à d'autres activités ? pour approfondir les éléments spécifiques vus dans le cours ? |
| **Etudiant 2 :** Oui dans le cas où je ne comprends pas quelques chose que je ne maitrise pas je reviens aux vidéos et ressource de la semaine précédente…ben par exemple si la compréhension d'un concept nécessite une |
| **Babori :** Avez-vous pris des notes sur ce que vous avez fait, appris, échoué ? Comment ? |

| |
|---|
| **Etudiant 2 :** non, la majorité des erreurs que j'ai eu dans le quiz surtout dans les conditions se sont des problèmes syntaxiques c'étaient des flèches, des points oubliés mais je comprenais la logique des algorithmes |
| **Babori :** En ce qui concerne la séquence proposée dans le MOOC, avez-vous toujours fait toutes les activités proposées dans le MOOC ? |
| **Etudiant 2 :** Oui le feedback était d'une certaine utilité pour comprendre les erreurs faites et m'a aidé à refaire le quizz |
| **Babori :** Avez Suivi chaque la séquence dans l'ordre proposé dans le MOOC ? / les activités se déroulent-elles dans un ordre différent de celui proposé ? |
| **Etudiant 2 :** Non je n'ai pas suivi l'ordre fournit dans le MOOC, j'ai commencé par ce que je n'ai pas compris…, euh…, les boucle puis les conditions puis les tableaux |
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC ? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |
| **Etudiant 2 :** Ben… j'ai eu des difficultés dans l'utilisation de l'outil codecast qui m'a pris du temps et comment dire… je comprends le déroulement d'une boucle mais une fois que je me trouve face à une imbrication de boucles, je bloque pire encore si je ne sais pas que je dois utiliser des boucles imbriquées si le problème nécessite ça |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |
| **Etudiant 2 :** Oui c'est intéressant |
| **Babori :** Y a-t-il quelque chose que vous avez apprécié particulièrement ? |
| **Etudiant 2 :** j'aime les vidéos qui sont très claires et me permet de comprendre la logique des boucles comment s'exécuter surtout la boucle tant que qui me posait problème [dans le cours] |
| **Babori :** Je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. Je sais que vous avez étudié l'algorithmique mais je voudrais vous demander d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant 3 :** ça nous aide à suivre des méthodes qui nous permettent de résoudre un problème donné |
| **Babori :** Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 3 :** Hein…. beaucoup de choses, les vidéos sont très riches d'informations y compris les boucles, les tests suivies des quizz qui nous a aidé à approfondir nos connaissances et améliorer notre compétence en algorithmique. |
| **Babori :** Quelles sont les notions qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |
| **Etudiant 3 :** Pour moi, il faut apprendre les bases de l'algorithmique |
| **Babori :** Pour vous, quels sont ces bases ? |
| **Etudiant 3 :** Pour moi, avant tout il faut analyser le problème puis comprendre les notions de base à savoir les variables, les instructions de base par exemple l'affectation puis les boucles |
| **Babori :** Pour vous c'est quoi une variable ? |
| **Etudiant 3 :** hmm….ça permet de stocker les valeurs |
| **Babori :** Pour vous c'est quoi une boucle ? |
| **Etudiant 3 :** hmm… ça permet de répéter l'exécution des instructions |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ? Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |

| |
|---|
| **Etudiant 3 :** Pendant une semaine j'ai appris les conditions simples Si alors sinon Finsi et les conditions imbriquées qui sont des conditions composées des autres conditions simples |
| **Babori :** Comment avez-vous interagi avec les vidéos ? |
| **Etudiant 3 :** J'ai interagi avec les vidéos en regardant la partie de la vidéo où je ressens des difficultés à savoir les tableaux. Pour mémoriser les concepts de l'algorithmique vus dans le vidéos, premièrement, je formule les tâches demandées à faire et les étapes à suivre pour résoudre un problème….hum…je reprends dans une feuille, les exemples d'algorithmique expliqués dans les vidéos…et bien j'essaye de les exécuter moi-même pour comprendre la logique de ces algorithmes…ensuite j'essaye de travailler d'autres exercices en faisant le lien avec les exemples similaires…. lorsque je consulte une nouvelle vidéo j'essaye de faire appel à ce que je savais déjà comme ça…, euh…, je mémorise bien le concept et ça se grave dans ma mémoire parce que je sais **l'enchainement** entre les concepts pour comprendre les concepts, je prends des notes sous formes de tirets qui résument un petit peu les idées principales des vidéos. Je me suis posé des questions dans les forums de discussion pour que l'équipe pédagogique ou les autres étudiants peuvent me clarifier quelque chose que je n'ai pas comprise et je procède (en discutant) par la suite de son examen minutieux, et la troisième s'exprimant ainsi : je formule les tâches demandées à faire et les étapes à suivre pour résoudre un problème… |
| **Babori :** En ce qui concerne la séquence proposée dans le MOOC, avez-vous toujours fait toutes les activités proposées dans le MOOC ? |
| **Etudiant 3 :** Non j'ai fait uniquement les activités sur les tableaux : partie qui me posait des difficultés…et…je pose des questions dans les forums de discussion pour que l'équipe pédagogique ou les autres étudiants puisse me clarifier quelque chose que je n'ai pas comprise…et je procède en discutant par la suite de son examen minutieux |
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |
| **Etudiant 3 :** Au début j'ai eu des difficultés dans la compréhension des tableaux. Pour assimiler la notion de tableau, je me suis posé la question : **pourquoi on utilise un tableau alors que** l'on dispose déjà des variables. Après j'ai trouvé la réponse dans le MOOC |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |
| **Etudiant 3 :** Oui il me convient |
| **Babori :** Y a-t-il quelque chose que vous avez apprécié particulièrement ? |
| **Etudiant 3 :** J'ai apprécié les vidéos et le jeu sérieux qui m'a aidé à comprendre la notion d'algorithme |
| **Babori :** Je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. Je sais que vous avez étudié l'algorithmique mais je voudrais vous demander d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant 4 :** Je pense que l'algorithmique est une suite des instructions dans laquelle on doit respecter la logique dans chaque instruction |
| **Babori :** Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 4 :** J'ai appris davantage comment résoudre un problème en utilisant les boucles et les conditions |
| **Babori :** Quelles sont les notions qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |

| |
|---|
| **Etudiant 4 :** L'important c'est de savoir comment analyser un problème et exécuter un algorithme et les boucles aussi |
| **Babori :** C'est quoi pour vous une boucle ? |
| **Etudiant 4 :** une boucle est une instruction qu'on utilise afin d'exécuter des opérations plusieurs fois |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ? Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |
| **Etudiant 4 :** Pendant une semaine j'ai appris la logique de la boucle Tant que faire, répéter jusqu'à et Pour faire, j'ai posé des questions liées au cours dans les forums de discussion à la fin j'ai réalisé des quizz. |
| **Babori :** Comment avez-vous interagi avec les vidéos ? |
| **Etudiant 4 :** J'ai interagi avec les vidéos d'une manière simple, et à propos de ces vidéos j'ai noté des exemples d'algorithmes issus de la vidéo |
| **Babori :** Est-ce que vous avez consulté les autres ressources (PDF, HTML, jeux sérieux, etc.) ? |
| **Etudiant 4 :** Oui, le jeu sérieux aussi dans la semaine 1 ça me permet de voir qu'est-ce qu'un algorithme concrètement et comment programmer d'une manière ludique et bénéfique au même temps |
| **Babori :** Après avoir consulté une vidéo ou une ressource, avez-vous noté d'une manière ou d'une autre ce que vous avez regardé et/ou écouté (graphiques, tableaux, captures d'écran) ? |
| **Etudiant 4 :** Je prends des notes pour résumer les lectures…et oui je reprends les exemples des vidéos et je les note pour les traduire en programmes C et les compiler et les exécuter après pour comprendre pas à pas comment ils s'exécutent car sans faire ça sur une machine je ne peux pas imaginer leurs exécutions… mais avant je pose une question est-ce que je connais la syntaxe des algorithmes utilisés ? |
| **Babori :** Est-ce que vous vous rappelez des concepts que vous avez examinés |
| **Etudiant 4 :** euh….une fois que j'ai lu la définition d'un algorithme, je me suis donné des exemples concrets pour assimiler cette notion à savoir la description des étapes à suivre pour trouver un lieu avec Google Map …je me pose aussi des questions pour comprendre toute nouvelle connaissance dans les vidéos |
| **Babori :** Quels type de questions vous posez ? |
| **Etudiant 4 :** Eh bien ! par exemple à quoi la notion abordée me fait-elle penser, Qu'est-ce qu'une instruction apporte de plus par rapport à une autre ? Quels types d'instructions utilisées dans les algorithmes présentés, si je peux comparer, Puis-je comparer le problème abordé à un autre déjà vu ? Si oui quels sont les étapes à décrire ? les données d'entrées et sorties ? etc. j'essaye également dans certains cas où par exemple s'avère difficile de comprendre le déroulement d'un algorithme de le transcrire en un programme exécutable sur une machine |
| **Babori :** En ce qui concerne la séquence proposée dans le MOOC, avez-vous toujours fait toutes les activités proposées dans le MOOC ? |
| **Etudiant 4 :** Non dans certains cas j'adapte ma manière de lecture en re-consultant les vidéos qui traitent des algorithmes similaires à ceux présentés dans les quiz au cas où je n'ai pas réussi à les faire |
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |

| |
|---|
| **Etudiant 4 :** Au début, je n'ai pas ressenti aucune difficulté particulière pour comprendre les variables et les conditions…, euh…, mais une fois arrivé aux boucles je ne comprenais pas vraiment la logique de ces boucles …j'ai essayé alors de voir comment s'exécute les boucles dans une machine et en testant ces programmes avec plusieurs données **j'ai commencé à saisir** le principe de fonctionnement…j'ai essayé alors de voir comment s'exécute les boucles dans une machine et en testant ces programmes avec plusieurs données j'ai commencé à saisir le principe de fonctionnement…aussi, je ne comprenais pas l'affectation du coup je la mélange avec égal en math, et surtout dans les quizz j'ai pensé que X reçoit Y et Y reçoit X sont équivalents…et bien…alors que se ne sont pas les mêmes aussi l'expression X reçoit X+1 que je n'arrive pas à croire que c'est logique; j'ai retourné alors à la vidéo sur l'affectation et j'ai trouvé la réponse à ma question….hum… en effet, en informatique les variables possèdent une seule valeur à un instant donné **c'est-à-dire** c'est pas comme égale en math, par exemple X reçoit X+1 veut dire que X reçoit la valeur présente de X +1 donc X de gauche contient la nouvelle valeur et X de la droite contient l'ancienne valeur quand on a pas encore fait cette affectation….donc l'ancienne valeur de X **sera écrasée** et sera remplacée par X+1. |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |
| **Etudiant 4 :** Oui la forme me convient surtout on peut discuter avec les autres étudiants qui sont pas forcément dans notre classe on peut donc échanger autour des problèmes rencontrés dans l'algorithmique |
| **Babori :** Y a-t-il quelque chose que vous avez apprécié particulièrement ? |
| **Etudiant 4 :** J'ai apprécié le fait qu'il y a vidéos qui nous permettent de comprendre pour la première fois des concepts qui sont difficiles à savoir l'imbrication des boucles |
| **Babori :** Je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. Je sais que vous avez étudié l'algorithmique mais je voudrais vous demander d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant 5 :** c'est pour trouver une solution aux problèmes |
| **Babori :** Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 5 :** Si alors sinon finsi et les instructions pour faire, tant que faire et répéter jusqu'à |
| **Babori :** Quelles sont les notions qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |
| **Etudiant 5 :** décomposer le problème en données et actions simples |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ? Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |
| **Etudiant 5 :** J'ai consulté les vidéos de la semaine 1 sur les instructions de base pour voir comment il est organisé ce MOOC… en même temps […] d'exécuter sous forme d'organigrammes les algorithmes pour comprendre parce que le prof va vite |
| **Babori :** Est-ce que vous avez consulté les autres ressources (PDF, HTML, jeux sérieux,…) ? |
| **Etudiant 5 :** Oui j'ai essayé aussi le jeux sérieux c'était ludique la première fois que je vois un cours et j'ai essayé de comprendre Quels liens puis-je établir entre le problème et un autre problème déjà vu |
| **Babori :** Après avoir consulté une vidéo ou une ressource, avez-vous noté d'une manière ou d'une autre ce que vous avez regardé et/ou écouté (graphiques, tableaux, captures d'écran) ? |

| |
|---|
| **Etudiant 5 :** Je fais appel aux schémas pour représenter et organiser l'enchainement des conditions |
| **Babori :** Et après avoir terminé toute une séquence, êtes-vous revenu à la vidéo ? Ou à d'autres activités ? pour approfondir les éléments spécifiques vus dans le cours ? |
| **Etudiant 5 :** Oui je reviens à chaque fois que je fais plus de fautes dans les quizz |
| **Babori :** Avez-vous revenu aux concepts d'algorithmiques ? à leurs utilisations ? |
| **Etudiant 5 :** Oui, pour les conditions car j'ai fait des erreurs dans les quizz comme je vous ai expliqué je me suis trouvé obligé de regarder les vidéos sur les conditions imbriquées encore une fois. |
| **Babori :** Avez-vous pris des notes sur ce que vous avez fait, appris, échoué ? |
| **Etudiant 5 :** Non, la majorité des erreurs que j'ai eu dans le quizz surtout dans les conditions se sont des problèmes syntaxiques (flèche, point,…) |
| **Babori :** En ce qui concerne les activités en général proposées dans chaque séquence du MOOC, avez-vous Eté attentif à la rétroaction fournie dans les quiz |
| **Etudiant 5 :** Oui le feedback était d'une certaine utilité pour comprendre les erreurs faites et m'a aidé à refaire le quizz |
| **Babori :** En ce qui concerne la séquence proposée dans le MOOC, avez-vous toujours fait toutes les activités proposées dans le MOOC ? |
| **Etudiant 5 :** non je fais uniquement des quizz pour avoir l'attestation de réussite par la suite |
| **Babori :** Avez Suivi chaque la séquence dans l'ordre proposé dans le MOOC ? / les activités se déroulent-elles dans un ordre différent de celui proposé? |
| **Etudiant 5 :** Non selon l'ordre proposé dans le MOOC |
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |
| **Etudiant 5 :** Je ne savais pas pourquoi on utilise pas des instructions déjà connues pour écrire des algorithmes |
| **Babori :** Est-ce que vous pouvez clarifier un petit peu ? |
| **Etudiant 5 :** je vous donne un exemple. Par exemple, pour écrire la factorielle je me posais la question pour quoi ne pas écrire directement comme ce qu'on fait en math : n ! mais après j'ai appris qu'il faut donner une intelligence à la machine car elle n'a pas aucune intelligence et si nous qui va la programmer pour nous calculer la factorielle à l'aide des boucles qu'elles comprend donc il faut un langage qu'il comprend voilà |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |

| |
|---|
| **Etudiant 5 :** J'ai un sentiment de doute en posant des questions types : Est-ce que je vais valider le module d'algorithmique en suivant ce MOOC ? Car c'est la première fois que je suis un MOOC je savais de quoi il s'agit au début |
| **Babori :** Y a-t-il quelque chose que vous avez apprécié particulièrement ? |
| **Etudiant 5 :** j'ai apprécié les animations des vidéos du MOOC, on comprend l'exécution des algorithmes |
| **Babori :** je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. je voudrais vous demander dans un premier temps d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant 6 :** Elle sert tout simplement à automatiser la résolution des problèmes |
| **Babori :** Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 6 :** J'ai appris les étapes à suivre pour résoudre un problème un algorithme en utilisant les tests et les boucles |
| **Babori :** Quelles sont les notions qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |
| **Etudiant 6 :** Analyser le problème et le diviser après… je n'aime pas l'algorithmique [rires] car c'est différent des mathématiques,… euh,… dans les mathématiques on résout les équations, il y a des calculs mais en algorithmique je ne vois pas de calcul |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ? Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |
| **Etudiant 6 :** J'ai lu l'énoncé de l'activité, il s'agit d'un jeu de Labyrinthe qu'on programme et on exécute au même temps pour réaliser des choses avec de bloc avancer , tourner à droite et tourner à gauche par exemple aller dans un endroit depuis le lieu de départ, donc j'ai essayé de faire cette activité puis j'ai réalisé le quizz sur ce jeux |
| **Babori :** Et après avoir terminé toute une séquence, êtes-vous revenu à la vidéo ? Ou à d'autres activités ? pour approfondir les éléments spécifiques vus dans le cours ? |
| **Etudiant 6 :** Non |
| **Babori :** Avez-vous pris des notes sur ce que vous avez fait, appris, échoué ? Comment ? |
| **Etudiant 6 :** Oui, j'ai essayé dans chaque algorithme de représenter les données et les calculs et la démarche que j'envisage mobiliser pour résoudre le problème |
| **Babori :** En ce qui concerne les activités en général proposées dans chaque séquence du MOOC, avez-vous<br>Eté attentif à la rétroaction fournie dans les quiz |
| **Etudiant 6 :** Oui si je rate un exercice je fais attention au feedback |
| **Babori :** Avez Suivi chaque la séquence dans l'ordre proposé dans le MOOC ? / les activités se déroulent-elles dans un ordre différent de celui proposé? |

| |
|---|
| **Etudiant 6 :** Non selon l'ordre proposé dans le MOOC |
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |
| **Etudiant 6 :** Je peux résoudre les problèmes simples de somme, différence, produit, etc mais une fois je me trouve avec des structures composées et traitement composé je me trouve coincé dans le processus de résolution aussi en fait… j'ai des difficultés la manipulation de l'éditeur codecast qui m'a pris du temps…, euh.., je sais pas comment fonctionne ce truc…» |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |
| **Etudiant 6 :** Ce cours me convenait mais c'est limité à l'algorithmique 1 il ne traite pas les pointeurs qui sont difficiles |
| **Babori :** Y a-t-il quelque chose que vous avez apprécié particulièrement ? |
| **Etudiant 6 :** Oui, ce MOOC répond aux questions que je me pose mais je ne trouve pas de réponses dans les autres cours en ligne |
| **Babori :** Pouvez-vous me dire quels types de questions vous posez ? |
| **Etudiant 6 :** Eh bien par exemple ! je confonds la notion de variable en mathématique avec une variable informatique ainsi que l'affectation avec égal en math |
| **Babori :** Je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. Je sais que vous avez étudié l'algorithmique mais je voudrais vous demander d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant 7 :** l'algorithmique sert à résoudre des problèmes |
| **Babori :** Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 7 :** j'ai appris la méthode de conception des algorithmes et comment résoudre des problèmes |
| **Babori :** Quelles sont les notions qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |
| **Etudiant 7 :** Pour moi, c'est les boucles |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ?<br><br>Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |
| **Etudiant 7 :** j'ai consulté les vidéos au début à la fin je résous les quizz… j'ai regardé le deux vidéos de la semaine en essayant de télécharger d'abord les vidéos sur mon pc pour pouvoir les lire sans se soucier de la connexion internet pour me concentrer |
| **Babori :** Comment avez-vous interagi avec les vidéos ? |

| |
|---|
| **Etudiant 7 :** J'ai regardé les vidéos en entier mais dans certains quiz qui mobilisent quelque chose auquel je ne me rappelle pas je suis revenu à la vidéo qui traite un exemple proche de celui où j'ai trouvé des difficultés ? |
| **Babori :** Est-ce que vous avez consulté les autres ressources (PDF, HTML, jeux sérieux,…) ? |
| **Etudiant 7 :** Oui les ressources PDF |
| **Babori :** Après avoir consulté une vidéo ou une ressource, avez-vous noté d'une manière ou d'une autre ce que vous avez regardé et/ou écouté (graphiques, tableaux, captures d'écran) ? |
| **Etudiant 7 :** oui j'ai essayé de faire des organigrammes pour comprendre la logique des algorithmes étudiés…je fais appel aux schémas pour représenter et organiser l'enchainement des conditions…ben, j'ai pensé automatiquement aux jeux qui permettent de programmer des personnes pour qu'elles fassent quelques choses monter un escalier, marquer un but, etc… |
| **Babori :** Et après avoir terminé toute une séquence, êtes-vous revenu à la vidéo ? Ou à d'autres activités ? pour approfondir les éléments spécifiques vus dans le cours ? |
| **Etudiant 7 :** oui je reviens parfois… |
| **Babori :** Avez-vous revenu aux concepts d'algorithmiques ? à leurs utilisations ? |
| **Etudiant 7 :** Oui, pour les conditions car j'ai fait des erreurs dans les quizz comme je vous ai expliqué je me suis trouvé obligé de regarder les vidéos sur les conditions imbriquées encore une fois. |
| **Babori :** Avez-vous pris des notes sur ce que vous avez fait, appris, échoué ? |
| **Etudiant 7 :** Je fais appel aux schémas pour représenter et organiser l'enchainement des conditions |
| **Babori :** En ce qui concerne les activités en général proposées dans chaque séquence du MOOC, avez-vous<br>Eté attentif à la rétroaction fournie dans les quiz |
| **Etudiant 7 :** Oui le feedback était d'une certaine utilité pour comprendre les erreurs faites et m'a aidé à refaire le quizz |
| **Babori :** Avez Suivi chaque la séquence dans l'ordre proposé dans le MOOC ? / les activités se déroulent-elles dans un ordre différent de celui proposé? |
| **Etudiant 7 :** Non selon l'ordre dans le MOOC |
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC ? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |
| **Etudiant 7 :** hum…pour moi, les jeux sérieux proposé dans la semaine 1, au début je ne comprenais pas comment résoudre les problèmes mais après avoir essayé de comprendre et relire les exemples fournis, j'ai compris la démarche et c'était vraiment motivant qu'un cours traditionnel [petits rires]…c'est la première fois que je vois bien l'utilité des boucles et conditions |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |

| |
|---|
| **Etudiant 7 :** Oui |
| **Babori :** Y a-t-il quelque chose que vous avez apprécié particulièrement ? |
| **Babori :** Je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. Je sais que vous avez étudié l'algorithmique mais je voudrais vous demander d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant 8 :** Je pense que l'algorithmique est une suite des instructions dans laquelle on doit respecter la logique dans chaque instruction |
| **Babori :** Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 8:** j'ai appris davantage comment résoudre un problème en utilisant les boucles et les conditions…j'ai appris la méthode de conception des algorithmes et comment résoudre des problèmes |
| **Babori :** Quelles sont les notions qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |
| **Etudiant 8:** l'important c'est de savoir comment analyser un problème et exécuter un algorithme |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ? Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |
| **Etudiant 8 :** Pendant une semaine j'ai appris la logique de la boucle Tant que faire, répéter jusqu'à et Pour faire, j'ai posé des questions liées au cours dans les forums de discussion à la fin j'ai réalisé des quizz. |
| **Babori :** Comment avez-vous interagi avec les vidéos ? |
| **Etudiant 8 :** j'ai interagi avec les vidéos d'une manière simple, et à propos de ces vidéos j'ai noté des exemples d'algorithmes issues de la vidéo |
| **Babori :** Est-ce que vous avez consulté les autres ressources (PDF, HTML, jeux sérieux,…) ? |
| **Etudiant 8 :** Oui, le jeux sérieux aussi dans la semaine 1 ça me permet de voir qu'est ce qu'un algorithme concrètement et comment programmer d'une manière ludique et bénéfique au même temps |
| **Babori :** Après avoir consulté une vidéo ou une ressource, avez-vous noté d'une manière ou d'une autre ce que vous avez regardé et/ou écouté (graphiques, tableaux, captures d'écran) ? |
| **Etudiant 8 :** Oui j'ai pris des notes pour mémoriser ça |
| **Babori :** Est-ce que vous vous rappelez des concepts que vous avez noté ? |
| **Etudiant 8 :** Les boucles, les conditions et les tableaux |
| **Babori :** Et après avoir terminé toute une séquence, êtes-vous revenu à la vidéo ? Ou à d'autres activités ? pour approfondir les éléments spécifiques vus dans le cours ? |
| **Etudiant 8 :** Non j'étais très occupé pour regarder une vidéo plusieurs fois donc j'essaye de les voir une seule fois |
| **Babori :** Avez-vous pris des notes sur ce que vous avez fait, appris, échoué ? Comment ? |

| |
|---|
| **Etudiant 8 :** NON |
| **Babori :** En ce qui concerne la séquence proposée dans le MOOC, avez-vous toujours fait toutes les activités proposées dans le MOOC ? |
| **Etudiant 8 :** Non j'ai pas fait toutes les activités, j'ai regardé uniquement les semaines des boucles, conditions et tableaux qui me posaient problème dans le cours présentiel. |
| **Babori :** Avez Suivi chaque la séquence dans l'ordre proposé dans le MOOC ? / les activités se déroulent-elles dans un ordre différent de celui proposé? |
| **Etudiant 8 :** Non selon l'ordre proposé dans le MOOC |
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |
| **Etudiant 8 :** J'ai des difficultés quant à l'écriture des algorithmes d'une manière correcte et surtout qu'on a plusieurs boucles |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |
| **Etudiant 8 :** Oui |
| **Babori :** Y a-t-il quelque chose que vous avez apprécié particulièrement ? |
| **Etudiant 8 :** C'est un cours structuré et organisé que j'aime bien et m'a aidé à palier à mes difficultés de compréhension de la logique de l'algorithmique |
| **Babori :** Je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. Je sais que vous avez étudié l'algorithmique mais je voudrais vous demander d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant 9 :** ça sert à résoudre des problèmes de manière informatique |
| **Babori :** Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 9 :** j'ai appris les boucles, les conditions et comment résoudre les problèmes en essayant de voir Est-ce que ces connaissances relèvent des expériences issues de la vie de tous les jours ou des autres matières ? |
| **Babori :** Quelles sont les notions qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |
| **Etudiant 9 :** c'est décortiquer le problème |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ? Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |
| **Etudiant 9 :** Pendant une semaine j'ai visualisé les vidéos et j'ai essayé de comprendre ce qui se dit dans ces vidéos j'ai appris la logique de la boucle Tant que faire, répéter jusqu'à et Pour faire, j'ai posé des questions liées au cours dans les forums de discussion à la fin j'ai réalisé des quizz. |
| **Babori :** Comment avez-vous interagi avec les vidéos ? |
| **Etudiant 9 :** J'ai interagi avec les vidéos en regardant des vidéos soigneusement et faisant des pauses vidéos comme ça pour noter et schématiser ce que l'enseignant a expliqué…hum…à |

| |
|---|
| savoir les algorithmes où il y a des traitements complexes…ainsi, euh…j'utilise des organigrammes pour dérouler les algorithmes car imaginez un algorithme où on doit utiliser plusieurs conditions et boucles au même temps.., euh …, c'est-à-dire une imbrication de plusieurs si et/ou boucles, dans ce cas on doit faciliter un peu la tâche en organisant les étapes de déroulement de l'algorithme…,euh,… c'est-à-dire qu'est ce qui va être en premier afin de de comprendre d'abord l'enchaînement des actions avant de procéder par la suite à l'écriture de l'algorithme et programme… l'organigramme c'est visuel, je préfère l'utiliser, c'est plus parlant qu'un pseudocode. Un dessin vaut mieux qu'un long pseudocode |
| **Babori :** En ce qui concerne la séquence proposée dans le MOOC, avez-vous toujours fait toutes les activités proposées dans le MOOC ? |
| **Etudiant 9 :** Non dans certains cas j'adapte ma manière de lecture en re-consultant les vidéos qui traitent des algorithmes similaires à ceux présentés dans les quiz au cas où je n'ai pas réussi à les faire |
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC ? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |
| **Etudiant 9 :** c'est vrai que j'ai rien installé pour exécuter des programmes C, […] il y avait assez de documentation sur ce nouveau outil…cela a pris du temps pour chercher encore comment ça fonctionne à savoir la syntaxe et les fonctions permises…, euh…, on aurait dû travailler avec des outils standards à savoir DEVC++ |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |
| **Etudiant 9 :** je trouve que c'est le même contenu qu'un classique |
| **Babori :** Y a-t-il quelque chose que vous avez apprécié particulièrement ? |
| **Etudiant 9 :** J'ai apprécié les quizz qui m'a aidé à tester mes connaissances |
| **Babori :** Je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. Je sais que vous avez étudié l'algorithmique mais je voudrais vous demander d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant 10 :** il permet de savoir comment écrire des algorithmes de résolution de problèmes |
| **Babori :** Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 10 :** j'ai appris surtout comment élaborer les algorithmes pour résoudre des problèmes à l'aide des organigrammes |
| **Babori :** Quelles sont les notions qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |
| **Etudiant 10 :** le plus important c'est comment s'exécute un algorithme en décrivant ce qui se passe en mémoire de l'ordinateur pas à pas |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ? Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |
| **Etudiant 10 :** Pendant une semaine j'ai appris comment faire un algorithme en déterminant les données d'E/S et les formules de calcul pour le calcul de PGCD de deux nombres |

| |
|---|
| **Babori :** Comment avez-vous interagi avec les vidéos ? |
| **Etudiant 10 :** interagi comment ? |
| **Babori :** Avez-vous regardé les vidéos en entier une fois et après vous avez repris des morceaux, avez-vous fait tout de suite des pauses ou avez regardé les vidéos en entier comme dernière chose ? |
| **Etudiant 10 :** j'ai vu les vidéos en entier pour voir qu'est ce que [traite] comme information puis je suis revenu pour noter les exemples d'algorithmes |
| **Babori :** En ce qui concerne la séquence proposée dans le MOOC, avez-vous toujours fait toutes les activités proposées dans le MOOC ? |
| **Etudiant 10 :** oui la majorité je consulte les activités dans l'ordre du MOOC…, euh…, mais quelques fois je commence par les sections les plus faciles….j'ai suivi juste les activités de la première, la deuxième et la troisième semaine pour comprendre la démarche de création d'un algorithme de a à z |
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |
| **Etudiant 10 :** parmi les difficultés que j'ai rencontrées dans ce MOOC est la saisie du problème d'autoroute, je n'ai pas compris les cas présentés pour payer la somme d'argent, il y a beaucoup de cas et je ne sais pas comment les formuler dans l'algorithme |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |
| **Etudiant 10 :** ça m'a aidé à voir la démarche de résolution de a à z d'un problème en algorithmique |
| **Babori :** Je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. Je sais que vous avez étudié l'algorithmique mais je voudrais vous demander d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant 11 :** l'algorithme est une suite des instructions qui permettent de programmer une application |
| **Babori :** Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 11 :** hein…j'ai appris plusieurs choses, comment faire pour résoudre les problèmes en algorithmique à savoir comprendre l'énoncé du problème…décomposer le problème en sous-problèmes plus simple à résoudre…associer à chaque sous problème, une spécification… les données nécessaires • les données résultantes…la démarche à suivre pour arriver au résultat en partant d'un ensemble de données en utilisant des organigrammes [logiques] |
| **Babori :** Quelles sont les éléments qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |
| **Etudiant 11 :** décomposer le problème en sous problèmes simples |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ? Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |

| |
|---|
| **Etudiant 11 :** J'ai consulté les vidéos des parties que j'ai du mal à comprendre dans le cours puis j'ai pris des notes dans mon cahier pour mémoriser ce que j'ai appris. A la fin j'ai réalisé des quiz pour savoir si j'ai bien compris |
| **Babori :** Comment avez-vous interagi avec les vidéos ? |
| **Etudiant 11 :** J'ai vu le début et la fin de la vidéo pour voir combien de temps je dois consacrer au visionnage de la vidéo…, euh…, puis je note des échéanciers dans mon agenda…puis j'ai dessiné des organigrammes pour exécuter les algorithmes et ne pas être perdu [petits rires] des instructions surtout composées… alors…si je prends un exemple concret, dans ce cas comment je peux exécuter l'algorithme ? c'est ça ce que je faits |
| **Babori :** En ce qui concerne la séquence proposée dans le MOOC, avez-vous toujours fait toutes les activités proposées dans le MOOC ? |
| **Etudiant 11 :** Oui la majorité des activités y compris le visionnage des vidéos, la réalisation des quizz et la participation dans les forums de discussion pour poser des questions sur les difficultés que j'ai rencontrées dans le MOOC |
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |
| **Etudiant 11 :** au début, je confonds la relation d'égalité et l'instruction d'affectation…alors, j'ai essayé de faire simple en prenant des exemples d'algorithmes et les traduire en programmes Pascal pour voir l'évolution des valeurs |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |
| **Etudiant 11 :** de point de vue cours c'était riche comme cours mais parfois je me sens démotivé car il faut suivre le MOOC tout seul après une longue journée d'étude à la fac. Je constate également l'absence des moyens pour communiquer directement à savoir le Hangout pour discuter de voix vive que ce soit avec l'enseignant ou avec les autres camarades de classe. |
| **Babori :** Je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. Je sais que vous avez étudié l'algorithmique mais je voudrais vous demander d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant 12 :** l'algorithme sert tout simplement à trouver une solution à un problème. L'algorithmique nous permet par exemple de décrire le déroulement des actions que vous faites pour trouver un lieu |
| **Babori :** Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 12 :** A résoudre des problèmes, utiliser aussi des organigrammes pour élaborer des algorithmes. |
| **Babori :** Quels sont les éléments qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |
| **Etudiant 12 :** je trouve que le fait de diviser les tâches en sous tâches est le plus important |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ? Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |
| **Etudiant 12 :** je n'ai pas regardé les vidéos mais j'ai fait de quizz |

| |
|---|
| **Babori :** Pourquoi vous n'avez pas regardé les vidéos ? |
| **Etudiant 12 :** parce que j'ai déjà suivi ça dans le cours en classe et je veux une attestation de réussite à la fin |
| **Babori :** En ce qui concerne la séquence proposée dans le MOOC, avez-vous toujours fait toutes les activités dans votre cas les quizz proposées dans le MOOC ? |
| **Etudiant 12 :** oui en fait j'ai fini les quizz pour avoir l'attestation à la fin. |
| **Babori :** Avez-vous participé dans les forums de discussion |
| **Etudiant 12 :** oui j'ai posé des questions pour comprendre les quizz |
| **Babori :** Est-ce que vous avez trouvé les réponses à vos questions dans les forums du MOOC |
| **Etudiant 12 :** oui |
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC ? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |
| **Etudiant 12 :** oui dans le quizz sur les conditions imbriquées je comprenais comment s'exécute certains algorithmes j'ai raté alors ces exercices…l'algorithmique c'est difficile,… euh,… comment dirais-je… ben, je ne peux pas penser comment s'exécuter des programmes je n'ai pas l'imagination nécessaire pour penser à [ça] |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |
| **Etudiant 12 :** je le trouve intéressant car on peut suivre le MOOC chez nous à la maison. |
| **Babori :** Je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. Je sais que vous avez étudié l'algorithmique mais je voudrais vous demander d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant 13 :** elle sert à résoudre des problèmes |
| **Babori :** Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 13 :** le cours m'a permis de voir la démarche de résolution de problèmes. |
| **Babori :** Quels sont les éléments qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |
| **Etudiant 13 :** les tests je pense que c'est la base de l'algorithmique |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ? Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |
| **Etudiant 13 :** Comment ça le déroulement ? |
| **Babori :** Avez-vous regardé les vidéos en entier une fois et après vous avez repris des morceaux, avez-vous fait tout de suite des pauses ? |
| **Etudiant 13 :** J'ai regardé en entier les vidéos du MOOC du début à la fin sans couper. |

| |
|---|
| **Babori :** Après avoir consulté une vidéo ou une ressource, avez-vous noté d'une manière ou d'une autre ce que vous avez regardé et/ou écouté (graphiques, tableaux, captures d'écran) ? |
| **Etudiant 13 :** Non je regarde les vidéos sans prendre des notes ou schémas |
| **Babori :** Avez-vous revenu aux vidéos ? |
| **Etudiant 13 :** je reviens aux vidéos en cas de difficulté de compréhension de quelque chose dans les quizz |
| **Babori :** En ce qui concerne la séquence proposée dans le MOOC, avez-vous toujours fait toutes les activités dans votre cas les quizz proposées dans le MOOC ? |
| **Etudiant 13 :** Non je ne suis pas l'ordre, j'ai commencé par ce que je n'ai pas compris boucle puis les conditions puis les tableaux |
| **Babori :** En ce qui concerne la séquence proposée dans le MOOC, avez-vous toujours fait toutes les activités proposées dans le MOOC ? |
| **Etudiant 13 :** Non je n'ai pas eu le temps de faire tout mais j'ai vu quelques vidéos et discussion qui m'intéressaient |
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC ? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |
| **Etudiant 13 :** parmi les difficultés que j'ai rencontrées dans ce MOOC est la saisie du problème d'autoroute, je n'ai pas compris les cas présentés pour payer la somme d'argent, il y a beaucoup de cas et je ne sais pas comment les formuler dans l'algorithme. |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |
| **Etudiant 13 :** j'apprécie les vidéos, elles sont claires et intéressantes et m'ont aidé à comprendre les boucles et les tableaux qui m'étaient avant difficiles |
| **Babori :** Je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. Je sais que vous avez étudié l'algorithmique mais je voudrais vous demander d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant 14 :** normalement c'est pour qu'on puisse réaliser des programmes informatiques |
| **Babori :** Pouvez-vous me donner des exemples de programmes ? |
| **Etudiant 14 :** Eh bien pour que l'ordinateur puisse programmer une application qui permet de calculer la moyenne des notes et afficher la mention on doit écrire un algorithme qui permet de faire ça… |
| **Babori :** Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 14 :** j'ai réalisé des organigrammes pour comprendre le déroulement des algorithmes ou les transformer après en algorithmes |
| **Babori :** Quelles sont les notions qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |
| **Etudiant 14 :** subdivision des actions du problème en instructions compréhensibles en algorithmique |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ? Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |

| |
|---|
| **Etudiant 14 :** …, hum.., j'ai fait les quizz de toutes les semaines du MOOC et j'ai posé quelques questions dans les forums pour m'éclairer des points que je n'ai pas compris |
| **Babori :** Et après avoir terminé toute une séquence, êtes-vous revenu à la vidéo ? Ou à d'autres activités ? Pour approfondir les éléments spécifiques vus dans le cours ? |
| **Etudiant 14 :** non je n'ai pas regardé les vidéos…j'ai utilisé plutôt les forums de discussion pour poser directement mes questions |
| **Babori :** Avez-vous pris des notes sur ce que vous avez fait, appris, échoué ? |
| **Etudiant 14 :** Oui pour les conditions imbriquées j'ai eu des problèmes dans les quizz alors en refaisant les quizz j'ai noté les erreurs que j'ai faites et la cause de cette difficulté pour l'éviter dans le futur |
| **Babori :** En ce qui concerne les activités en général proposées dans chaque séquence du MOOC, avez-vous<br>Eté attentif à la rétroaction fournie dans les quiz |
| **Etudiant 14 :** oui le feedback m'a aidé pour comprendre les choses que j'ai pas comprises |
| **Babori :** Avez Suivi chaque la séquence dans l'ordre proposé dans le MOOC ? / les activités se déroulent-elles dans un ordre différent de celui proposé? |
| **Etudiant 14 :** non selon l'ordre proposé dans le MOOC |
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |
| **Etudiant 14 :** la boucle tant que faire me pose beaucoup de problème dans le quiz sur la condition d'arrêt au cours je ne ressentie pas cette difficulté mais dans les quizz je vois la difficulté en fait je ne sais pas quand est ce que je vais m'arrêter dans la boucle tant que c'est pas comme la boucle Pour Faire je sais exactement la condition d'arrêt… |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |
| **Etudiant 14 :** oui c'est la première fois que je suis un MOOC je le trouve assez intéressant qu'un simple cours en ligne |
| **Babori :** Y a-t-il quelque chose que vous avez apprécié particulièrement ? |
| **Etudiant 14 :** les vidéos nous aident à comprendre l'exécution des algorithmes |
| **Babori :** Je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. Je sais que vous avez étudié l'algorithmique mais je voudrais vous demander d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant :** On a besoin des algorithmes pour créer des logiciels |
| **Babori :** Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 15 :** j'ai appris comment élaborer un algorithme en utilisant des instructions de base, des conditions et des boucles. J'ai appris aussi comment j'analyse un problème en déterminant les entrées, les sorties, etc.. |
| **Babori :** Quelles sont les notions qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |

| |
|---|
| **Etudiant 15 :** Pour moi c'est les conditions |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ? Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |
| **Etudiant 15 :** j'ai consulté les vidéos et les quiz des conditions et boucles |
| **Babori :** Et après avoir terminé toute une séquence, êtes-vous revenu à la vidéo ? Ou à d'autres activités ? Pour approfondir les éléments spécifiques vus dans le cours ? |
| **Etudiant 15 :** oui j'ai regardé les vidéos pour voir des exemples d'algorithmes proches de ceux vus dans le cours en classe |
| **Babori :** Avez-vous pris des notes sur ce que vous avez fait, appris, échoué ? |
| **Etudiant 15 :** non, mais avant de résoudre des problèmes je me demande Quelles sont les données d'entrées et sorties ? Quels types de données et instructions utilisées dans les algorithmes présentés |
| **Babori :** En ce qui concerne les activités en général proposées dans chaque séquence du MOOC, avez-vous été attentif à la rétroaction fournie dans les quiz |
| **Etudiant 15 :** oui la rétroaction m'a aidé à comprendre les erreurs que j'ai faites |
| **Babori :** Avez Suivi chaque la séquence dans l'ordre proposé dans le MOOC ? / les activités se déroulent-elles dans un ordre différent de celui proposé? |
| **Etudiant 15 :** j'ai regardé uniquement les conditions |
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |
| **Etudiant 15 :** j'ai un manque de capacité de décomposition et d'analyse d'un problème je me demande comment ces gens arrivent à élaborer des algorithmes à penser comme ça |
| **Babori :** Quel problème vous a posé des difficultés ? |
| **Etudiant 15 :** dans tout problème ou il y a beaucoup de logique beaucoup d'instructions…par exemple l'exemple de la suite numérique ou il y a le factoriel et la somme des nombres je ne sais pas comment je vais utiliser tout ce que je sais sur ces deux problèmes déjà vus pour écrire [l'algorithme]…, euh…, je ne sais pas où je vais commencer et comment je peux faire |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |
| **Etudiant 15 :** non c'est la même chose que le cours en classe je n'éprouve aucune différence la matière reste floue pour moi toujours |
| **Babori :** Y a-t-il quelque chose que vous avez apprécié particulièrement ? |
| **Etudiant 15 :** non… |
| **Babori :** Je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. Je sais que vous avez étudié l'algorithmique mais je voudrais vous demander d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant 16 :** l'algorithmique est utilisée pour résoudre un problème en déterminant les données d'entrées, sorties et comment arriver au résultat |

| |
|---|
| **Babori :** Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 16 :** hein ! j'ai appris à réaliser des organigrammes et faire des algorithmes pour résoudre les problèmes |
| **Babori :** Quelles sont les notions qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |
| **Etudiant 16 :** je pense que transformer le problème en actions simples pour résoudre le problème est le plus important en algorithmique… |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ? Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |
| **Etudiant 16 :** j'ai regardé la vidéo de présentation du MOOC, j'ai regardé la vidéo de chaque semaine et j'ai fait les quizz. |
| **Babori :** Et après avoir terminé toute une séquence, êtes-vous revenu à la vidéo ? Ou à d'autres activités ? pour approfondir les éléments spécifiques vus dans le cours ? |
| **Etudiant 16 :** oui je suis revenu aux vidéos pour travailler plus refaire les exemples d'algorithmes de boucles et les traduire en langage C que j'ai exécuté sur machine. |
| **Babori :** Pourquoi vous exécutez sur machine les programmes ? |
| **Etudiant 16 :** En effet, il y a certains algorithme que je n'ai pas bien saisi au début… je m'interroge est ce que j'ai vu une situation semblable mais une fois exécuté sur machine je teste avec des valeurs ces programmes et j'ai commencé à comprendre concrètement ce que fait le programme, pour moi le programme est plus parlant qu'un algorithme, on comprend avec un programme |
| **Babori :** Avez-vous pris des notes sur ce que vous avez fait, appris, échoué ? |
| **Etudiant 16 :** oui, j'ai noté quelques algorithmes qui me posaient problèmes à savoir le PGCD, nombre parfait,… |
| **Babori :** En ce qui concerne les activités en général proposées dans chaque séquence du MOOC, avez-vous été attentif à la rétroaction fournie dans les quiz |
| **Etudiant 16 :** non |
| **Babori :** Avez Suivi chaque la séquence dans l'ordre proposé dans le MOOC ? / les activités se déroulent-elles dans un ordre différent de celui proposé? |
| **Etudiant 16 :** oui j'ai lu le programme de chaque semaine et j'ai suivi ce programme |
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |
| **Etudiant 16 :** comme je vous ai dit j'ai trouvé des difficultés dans l'exécution de certains algorithmes j'ai procédé donc à leurs exécutions sur machine pour comprendre leurs déroulements |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |
| **Etudiant 16 :** oui je trouvais que c'est intéressant d'avoir un cours qui nous donnent la liberté de suivre les vidéos à sa propre manière mais le problème c'est qu'il n ya pas de moyens de communications directes avec l'enseignant |

| |
|---|
| **Babori :** Y a-t-il quelque chose que vous avez apprécié particulièrement ? |
| **Etudiant 16 :** oui, les vidéos l'enseignant explique bien les exécutions des algorithmes |
| **Transcription de l'entretien avec l'étudiant 17** |
| **Babori :** Je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. Je sais que vous avez étudié l'algorithmique mais je voudrais vous demander d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant 17 :** je pense que l'algorithmique ça sert à programmer des applications, des jeux des sites web… |
| **Babori :** Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 17 :** hein ! j'ai appris dans ce MOOC d'algorithmique, les instructions conditionnelles et les instructions répétitives pour créer un algorithme résolvant le problème |
| **Babori :** Quelles sont les notions qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |
| **Etudiant 17 :** selon mon expérience en algorithmique je considère que… l'affectation, lecture et écriture et conditions […] mais l'analyse d'un problème et la division d'un problème aussi importants car sans ça tu ne peux pas créer un algorithme |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ? Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |
| **Etudiant 17 :** j'ai vu dans un premier lieu la vidéo de présentation du MOOC pour voir d'abord de quoi il s'agit et comment apprendre dans le MOOC, pour la semaine des boucles j'ai regardé le deux vidéos de la semaine en essayant de télécharger d'abord les vidéos sur mon pc pour pouvoir les lire sans se soucier de la connexion internet après une fois je visionne les vidéos avec mes camarades en discutant après les algorithmes expliqués en essayant d'appliquer la démarche pour d'autres exemples dans les autres sites web |
| **Babori :** Et après avoir terminé toute une séquence, êtes-vous revenu à la vidéo ? Ou à d'autres activités ? Pour approfondir les éléments spécifiques vus dans le cours ? |
| **Etudiant 17 :** non je ne suis pas revenu aux vidéos du MOOC |
| **Babori :** Avez-vous pris des notes sur ce que vous avez fait, appris, échoué ? |
| **Etudiant 17 :** oui j'ai pris des notes sur ce que je n'ai pas compris pour le refaire une autre fois |
| **Babori :** En ce qui concerne les activités en général proposées dans chaque séquence du MOOC, avez-vous été attentif à la rétroaction fournie dans les quiz |
| **Etudiant 17 :** oui si je me trompe dans les quizz ou quelques chose dans la vidéo |
| **Babori :** Avez Suivi chaque la séquence dans l'ordre proposé dans le MOOC ? / les activités se déroulent-elles dans un ordre différent de celui proposé? |
| **Etudiant 17 :** j'ai suivi l'ordre proposé dans le MOOC…cad c'est logique on commence par des choses simples puis on va vers des choses complexes |
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |

| |
|---|
| **Etudiant 17 :** J'ai trouvé des difficultés au niveau de la formulation des algorithmes car même si je sais… comment analyser un problème en termes de données d'entrées et sorties…euh… je ne peux pas combiner tout ça pour formuler un algorithme |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |
| **Etudiant 17 :** Je le trouve très bien intéressant comme cours |
| **Babori :** Y a-t-il quelque chose que vous avez apprécié particulièrement ? |
| **Etudiant 17 :** oui la manière d'explication des algorithmes est claire en fait grâce aux vidéos j'ai compris les deux boucles qui me posaient assez de problèmes euh…Tant que faire et répéter jusqu'à |
| **Babori :** je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. Je sais que vous avez étudié l'algorithmique mais je voudrais vous demander d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant 18 :** L'algorithmique c'est comme les maths…, euh…, ça nous permet de résoudre les problèmes mais un peu différent car c'est pas nous qui vont les résoudre mais les machines |
| **Babori :** Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 18 :** j'ai appris la manière d'utilisation des instructions et des organigrammes pour réaliser un algorithme |
| **Babori :** quels types d'instructions vous avez appris ? |
| **Etudiant 18 :** le type d'instruction hein ! en fait j'ai appris des boucles pour programmer des choses qui se répètent dans le programme. |
| **Babori :** Quelles sont les notions qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |
| **Etudiant 18 :** je pense que la détermination des objets d'entrées et sorties et la décomposition des étapes en sous étapes sont très importants pour construire des algorithmes |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ? Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |
| **Etudiant 18 :** j'ai fait les quizz de la semaine 1 après avoir vu les vidéos et les pages web du site |
| **Babori :** et après avoir terminé toute une séquence, êtes-vous revenu à la vidéo ? Ou à d'autres activités ? pour approfondir les éléments spécifiques vus dans le cours ? |
| **Etudiant 18 :** oui j'ai vu les vidéos de presque…, euh.., des trois premières semaines, je reviens à ces vidéos si je bloque dans un exercice |
| **Babori :** Avez-vous pris des notes sur ce que vous avez fait, appris, échoué ? |
| **Etudiant 18 :** oui surtout les exemples d'algorithmes complexes à savoir le PGCD et la suite numérique des quizz |
| **Babori :** En ce qui concerne les activités en général proposées dans chaque séquence du MOOC, avez-vous été attentif à la rétroaction fournie dans les quiz |
| **Etudiant 18 :** oui toujours ça m'a aidé beaucoup pour refaire l'exercice |
| **Babori :** Avez Suivi chaque la séquence dans l'ordre proposé dans le MOOC ? / les activités se déroulent-elles dans un ordre différent de celui proposé? |
| **Etudiant 18 :** non selon l'ordre proposé dans le MOOC |
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |

| |
|---|
| **Etudiant 18 :** j'ai trouvé des difficultés dans l'élaboration des algorithmes complexes qui compose des traitements complexes |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |
| **Etudiant 18 :** Non les exemples sont limités à l'algorithmique 1 qu'on a étudié |
| **Babori :** Y a-t-il quelque chose que vous avez apprécié particulièrement ? |
| **Etudiant 18 :** oui l'animation des vidéos qui montre les algorithmes et leur exécution |
| **Transcription de l'entretien avec l'étudiant 19** |
| **Babori :** Je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. Je sais que vous avez étudié l'algorithmique mais je voudrais vous demander d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant 19 :** hein ! l'algorithmique sert eh bien à informatiser les processus |
| **Babori :** Si vous pouvez clarifier un peu quel processus ? |
| **Etudiant 19 :** je voulais dire les processus de calcul par exemple pour calculer la somme d'une suite, l'algorithme nous permet de calculer la somme automatiquement l'ordinateur s'occupe ainsi de faire le calcul. Mais ça c'est pour le calcul l'algorithmique permet aussi d'automatiser l'affichage par exemple d'un message selon les conditions. |
| **Babori :** Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 19 :** j'ai appris comment faire pour résoudre des problèmes en algorithmique et la façon de faire des algorithmes |
| **Babori :** Quelles sont les notions qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |
| **Etudiant 19 :** Ben ! pour moi, simplifier les étapes de résolution en succession des instructions est un important pour élaborer n'importe quel algorithme |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ? Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |
| **Etudiant 19 :** J'ai vu dans la première semaine le jeu de la personne qui se déplace pour arriver à un lieu en utilisant des block pour comprendre concrètement les conditions et les boucles |
| **Babori :** Et après avoir terminé toute une séquence, êtes-vous revenu à la vidéo ? Ou à d'autres activités ? pour approfondir les éléments spécifiques vus dans le cours ? |
| **Etudiant 19 :** oui j'ai vu quelques vidéos, j'ai suivi les vidéos en faisant des pauses pour les vidéos qui durent longtemps |
| **Babori :** Avez-vous pris des notes sur ce que vous avez fait, appris, échoué ? |
| **Etudiant 19 :** non cela ne nécessite pas de prendre des notes |
| **Babori :** En ce qui concerne les activités en général proposées dans chaque séquence du MOOC, avez-vous été attentif à la rétroaction fournie dans les quiz |
| **Etudiant 19 :** Oui pour savoir mes erreurs je fais très attentions à ça |
| **Babori :** Avez Suivi chaque la séquence dans l'ordre proposé dans le MOOC ? / les activités se déroulent-elles dans un ordre différent de celui proposé ? |
| **Etudiant 19 :** non j'ai suivi l'ordre du MOOC pour voir les vidéos et faire les quizz après |

| |
|---|
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC ? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |
| **Etudiant 19 :** Je trouve des difficultés à faire des analogies avec les différents problèmes déjà vus dans les autres matières comme la physique et les sciences de la vie et de terre, on peut comprendre les concepts en recourant toujours aux analogies [par exemple] pour comprendre… , euh…, le circuit électrique on recourt au circuit d'eau, mais pour l'algorithmique c'est autre chose…aussi je trouve des difficultés pour présenter la solution du problème sous forme d'algorithme même si…hum… je comprends parfaitement le problème et je le résous sans faire appel aux algorithmes |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |
| **Etudiant 19 :** Oui j'aime la façon de l'organisation des vidéos suivies de quizz pour s'assurer de comprendre chaque notion |
| **Transcription de l'entretien avec l'étudiant 20** |
| **Babori :** Je m'appelle Babori Abdelghani, je suis membre de l'équipe pédagogique du MOOC Algorithmique : concepts de base et application. Je sais que vous avez étudié l'algorithmique mais je voudrais vous demander d'après vous à quoi sert l'algorithmique ? |
| **Etudiant 20 :** l'algorithmique aide à résoudre les problèmes |
| **Babori :** Qu'est-ce que vous avez appris d'important en algorithmique dans le MOOC ? |
| **Etudiant 20 :** euh…j'ai appris la méthode à faire pour concevoir [des algorithmes] à l'aide de l'organigramme qui représente les étapes de l'algorithme qui permet de trouver une solution à un problème |
| **Babori :** Quelles sont les notions qui vous semblent importantes pour élaborer un algorithme ? |
| **Etudiant 20 :** décortiquer le problème est l'élément le plus important dans l'algorithmique car sans lui on peut résoudre le problème |
| **Babori :** En pensant à une semaine du MOOC que vous avez suivi, pourriez-vous en décrire le déroulement ? Est-ce que vous vous rappeler de ce que vous avez fait comme tâche durant une semaine du MOOC |
| **Etudiant 20 :** J'ai vu dans un premier lieu le programme de la semaine pour voir comment elle est organisée et combien je dois consacrer de temps puis j'ai suivi les vidéos, eh bien…en faisant des pauses pour les vidéos qui durent longtemps je prends des captures d'algorithmes et j'essaye de les exécuter moi-même et de comprendre leurs fonctionnements…enfin, j'ai fait les quizz |
| **Babori :** Et après avoir terminé toute une séquence, êtes-vous revenu à la vidéo ? Ou à d'autres activités ? pour approfondir les éléments spécifiques vus dans le cours ? |
| **Etudiant 20 :** Non |
| **Babori :** Avez-vous pris des notes sur ce que vous avez fait, appris, échoué ? |
| **Etudiant 20 :** Oui des captures d'écran d'algorithmes |
| **Babori :** En ce qui concerne les activités en général proposées dans chaque séquence du MOOC, avez-vous été attentif à la rétroaction fournie dans les quiz ? |
| **Etudiant 20 :** Oui pour ne pas refaire la même faute |
| **Babori :** Avez Suivi chaque la séquence dans l'ordre proposé dans le MOOC ? / les activités se déroulent-elles dans un ordre différent de celui proposé? |

| |
|---|
| **Etudiant 20 :** Non pour les semaines qui me paraissent faciles 1 et 2 sur la définition des algorithmes, les instructions de base et les conditions j'ai passé directement aux quizz alors pour les boucles et les tableaux j'ai consulté les vidéos en premier avant de faire les quizz |
| **Babori :** Avez-vous rencontré des difficultés dans le contenu du MOOC? Y a-t-ils certains points où vous avez l'impression d'avoir besoin de l'aide de la part des autres personnes (enseignant, autres apprenants, etc.) ? |
| **Etudiant 20 :** j'ai trouvé problème dans le problème de robot calcul nombre sublime, parfait, dilaté, etc. plus de calcul je ne sais pas comment je vais mobiliser les boucles , en fait je sais que je dois l'utiliser mais comment c'est ça le problème. |
| **Babori :** Que pensez-vous du format du cours (cours en ligne et ouvert à tous) ? Cela vous a convenu ? |
| **Etudiant 20 :** Intéressant mais chargé il y plus d'activités pour avoir l'attestation |
| **Babori :** Y a-t-il quelque chose que vous avez apprécié particulièrement ? |
| **Etudiant 20 :** Non |

# Liste de figures

**Figure 1.** Organisation du manuscrit.....25

**Figure 2.** Graphe indiquant la correspondance revue de littérature / périodes couvertes.....33

**Figure 3.** Répartition des revues et bases de données sur les revues de littérature.....36

**Figure 4.** Graphe indiquant la correspondance revue de littérature /nb d'articles.....36

**Figure 5.** Distribution des objets de recherches dans les recherches sur les MOOC.....43

**Figure 6.** Distribution des méthodologies dans les recherches sur les MOOC.....46

**Figure 7.** Distribution des méthodes de collection de données.....47

**Figure 8.** Traitements de données adoptés par les recherches analysées.....48

**Figure 9.** Les diverses manières de prise en compte du contenu.....72

**Figure 10.** Dispositif MOOC.....76

**Figure 11.** Médiation cognitive et didactique.....90

**Figure 12.** Synthèse des Indicateurs du cadre conceptuel.....94

**Figure 13.** Synthèse du cadre conceptuel.....97

**Figure 14.** Représentations/choix des concepteurs quant aux éléments centraux d'un algorithme.....108

**Figure 15.** Algorithme de PGCD.....110

**Figure 16.** Modèle cognitif de l'algorithmique retenu.....113

**Figure 17.** Introduction à la notion d'algorithme.....116

**Figure 18.** Exemple de fonctionnalités d'*edx* ..... 119

**Figure 19.** Question avec des réponses multiples à réponse unique en utilisant l'échelle de Likert ..... 127

**Figure 20.** Fil de discussion ..... 132

**Figure 21.** Dendrogramme issu de l'anlayse CHD avec Iramuteq des discours des étudiants ..... 137

**Figure 22.** Dendrogramme montrant les formes corrélées avec chaque classe ..... 138

**Figure 23.** Post de discussion montrant une performance didactique cognitive ..... 145

**Figure 24.** Pourcentages de la somme des fréquences aux réponses aux réponses « plutôt d'accord », « d'accord » et « tout à fait d'accord » ..... 154

**Figure 25.** Pourcentages de la somme des fréquences aux réponses « concept difficile » et « concept très difficile »..... 154

**Figure 26**. Pourcentages de la somme des fréquences aux réponses « évolution significative », « évolution très significative» et « évolution tout à fait significative » ..... 155

**Figure 27.** Graphe de la classe C1 ..... 159

**Figure 28.** Graphe de classe C3 ..... 161

**Figure 29.** Graphe de classe C4 ..... 163

**Figure 30.** Graphe de la classe C2 ..... 165

**Figure 31.** Total des occurrences des performances didactiques ..... 183

# Liste des tableaux

**Tableau 1.** Distribution des 93 articles de recherche ..... 29

**Tableau 2.** Eléments de la grille d'analyse ..... 31

**Tableau 3.** Critères de sélection des revues et des articles ..... 34

**Tableau 4.** Catégories des contenus couverts par les études empiriques ..... 38

**Tableau 5.** Cadres conceptuels mobilisés ..... 49

**Tableau 6.** Les recherches qui ont considéré le contenu comme objet de recherche ..... 52

**Tableau 7.** Recherches centrées sur l'évaluation en faisant le lien avec le contenu véhiculé 64

**Tableau 8.** Recherches centrées sur l'évaluation en ne faisant pas le lien avec le contenu véhiculé ..... 64

**Tableau 9.** Recherches recourant aux traces qui considèrent le contenu comme objet de recherches ..... 68

**Tableau 10.** Indicateurs du cadre conceptuel pour examiner la construction du contenu ..... 93

**Tableau 11.** Eléments du module d'algorithmique et programmation 1 ..... 102

**Tableau 12.** Séquences du module d'algorithmique ..... 103

**Tableau 13.** Mobilisation des concepts dans des problèmes algorithmiques selon les concepteurs ..... 109

**Tableau 14.** Description des unités pédagogiques du MOOC ..... 116

**Tableau 15.** Structure du questionnaire ..... 125

**Tableau 16.** Raisons de choix de chaque instrument et les objectifs des instruments ..... 133

**Tableau 17.** Tableau de contingence des performances didactiques techniques ..... 136

**Tableau 18.** Codage des entretiens avec les concepteurs du contenu ..... 140

**Tableau 19.** Codage des entretiens avec les étudiants ..... 142

**Tableau 20.** Codage des posts de discussion ..... 145

**Tableau 21.** Tableau synthétique de recueil et d'analyse de donnée ..... 147

**Tableau 22.** Performances didactiques cognitives ..... 149

**Tableau 23.** Stratégies métacognitives ..... 151

**Tableau 24.** Performances didactiques techniques ..... 152

**Tableau 25.** Stratégies de gestion du temps et de l'environnement ..... 152

**Tableau 26.** Performances didactiques sociales ..... 153

**Tableau 27.** Cause des blocages selon les étudiants ..... 156

**Tableau 28.** Sémantiques des classes obtenues par l'analyse lexicale ..... 166

**Tableau 29.** Exemples de questions posées pendant la découverte d'une notion ..... 170

**Tableau 30.** Contenu construit par les étudiants ..... 172

**Tableau 31.** Savoirs identifiés dans les forums de discussion ..... 187

**Tableau 32.** Liste des revues ..... 238

**Tableau 33.** Critères de sélection des revues et des articles (Suite) ..... 239

**Tableau 34.** Cadres conceptuels mobilisés (Suite) ..... 248