Université Sidi Mohamed Ben Abdellah
Faculté des Sciences Dhar El Mahraz- Fès
Centre d'Etudes Doctorales
"Sciences et Technologies"

Formation Doctorale : Didactique des Sciences et Ingénierie Pédagogique (DSIP)

Discipline : Mathématiques

Spécialité : Ingénierie Pédagogique et TICE

Laboratoire : Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche en Didactique des Sciences et Techniques (LIRDIST)

THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Youssef BOUCHAMA

Intégration des TICE en mathématiques au secondaire marocain et ressources pédagogiques numériques dans les manuels scolaires

Soutenue le devant le jury composé de :

Pr. Nadia BENJELLOUN	***FSDM, Fès***	***Présidente***
Pr. Hamid BEHAJ	***FSE, Rabat***	***Rapporteur***
Pr. Si Lhoussain AOURAGH	***FSJES, Salé***	***Rapporteur***
Pr. Amina BENBACHIR	***FSDM, Fès***	***Rapporteur***
Pr. Anouar ALAMI	***FSDM, Fès***	***Examinateur***
Pr. Ahmida CHIKHAOUI	***ENS, Fès***	**Examinateur**
Pr. Moncef ZAKI	***FSDM, Fès***	**Directeur de thèse**

Université Sidi Mohamed Ben Abdellah
Faculté des Sciences Dhar El Mahraz- Fès
Centre d'Etudes Doctorales
"Sciences et Technologies"

Remerciements

En préambule à la présentation des résultats de ce travail de recherche, je tiens à formuler quelques remerciements aux membres de jury et aux nombreuses personnes qui m'ont encouragées et soutenues durant ces années. Je voudrais leur adresser ces quelques mots afin de les remercier.

Tout d'abord, je souhaite adresser mes vifs remerciements à mon directeur de thèse, **Monsieur le Professeur Moncef ZAKI**, Directeur du Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche en Didactique des Sciences et Techniques (LIRDIST). Cela a été un plaisir pour moi de préparer mon doctorat sous sa direction. Je le remercie vivement pour ses encouragements, ses compétences, sa rigueur scientifique, sa clairvoyance, la documentation qu'il a mise à ma disposition, son aide et pour le temps qu'il a bien voulu me consacrer et sans qui cette thèse n'aurait jamais vu le jour.

Je suis particulièrement honoré par la présence de **Madame le Professeur Nadia BENJELLOUN**, professeur à la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz de Fès, qui a bien voulu accepter de juger ce travail et de présider le jury de cette thèse. Qu'elle soit assurée de mes respectueuses considérations.

Je souhaiterais exprimer ma gratitude **au Professeur Amina BENBACHIR**, professeur à la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz de Fès, pour l'honneur qu'elle me fait en acceptant de juger ce travail en qualité de rapporteur de cette thèse, et pour le temps consacré malgré ses nombreuses occupations. Qu'elle veuille bien accepter mes chaleureux remerciements.

Je tiens également à remercier **Monsieur le Professeur Hamid BEHAJ**, professeur à la Faculté des Sciences de l'Education de Rabat, d'avoir accepté de relire cette thèse et d'en être rapporteur. Un grand merci pour sa disponibilité et pour son déplacement à Fès pour juger ce travail, malgré ses nombreuses occupations.

Je voudrais également adresser mes remerciements au **Professeur Si Lhoussain AOURAGH**, professeur à la Faculté des Sciences Juridiques, Economiques et Sociales de Salé, qui me fait le grand honneur d'être rapporteur de ce travail et qui a eu l'amabilité de se déplacer pour juger ce travail. Qu'il veuille bien accepter l'expression de mes considérations distinguées.

Je voudrais, par ailleurs, exprimer ma reconnaissance au **Professeur Anouar ALAMI**, Professeur à la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz de Fès pour l'attention qu'il a portée à ce travail en me faisant l'honneur d'être examinateur dans ce jury.

Je remercie chaleureusement **le Professeur Ahmida CHIKHAOUI**, Vice-directeur de l'Ecole Normale Supérieure de Fès et membre du Laboratoire LIRDIST, pour m'avoir fait l'honneur de participer à l'évaluation de cette thèse.

Mes remerciements vont enfin à toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Intégration des TICE en mathématiques au secondaire marocain et ressources pédagogiques numériques dans les manuels scolaires

Table des matières

Liste des abréviations 8

Liste des tableaux 10

Liste des figures 12

Introduction générale 13

Premier chapitre : Contexte de recherche 16

I. TIC et recommandations internationales 17

1. Organisation des Nations Unies (ONU) 17
2. L'Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture (UNESCO) 17
3. Banque Mondiale 18
4. L'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) 18
5. Sommet Mondial 19

II. TIC au niveau national 21

1. La charte nationale de l'éducation et de la formation 21
2. Plan d'urgence 22
3. Maroc Numérique 2013 23
4. Vision stratégique 2015-2030 24
5. GENIE 26
6. Programmes innovants 27
   - i. NAFID@ 27
   - ii. Centre pour l'Innovation dans les Technologies de l'Information (CITI) 27
   - iii. MASSAR 29
   - iv. Programme "IT Academy et Certification Microsoft Office Specialist (MOS)" 30
   - v. INJAZ 31
   - vi. LAWHATI 31
   - vii. Programme NET-U 31

viii. APOGEE (Gestion des affaires pédagogiques (inscriptions, examens…) 32
ix. Plateforme E-learning 32
x. Le Campus Virtuel Marocain (CVM) : 32
xi. ComPracTICE 33
7. Concours innovants 33
i. Initiative « Africa code week » 34
ii. Hackathon Pédagogique 34
iii. Concours des applications mobiles 34
iv. Concours d'innovation pédagogique 34
III. Conclusion 35
Deuxième chapitre : Problématique 36
I. Introduction 37
II. Étude bibliographique 37
1. Formation des enseignants 38
2. Attitudes des enseignants 41
3. Obstacles de l'intégration des TIC 42
III. Questions de recherche 44
IV. TIC et enseignement des mathématiques au Maroc 45
1. TIC et orientations pédagogiques de l'enseignement des mathématiques au Maroc 46
i. Orientations pédagogiques au secondaire qualifiant 46
ii. Orientations pédagogiques au secondaire collégial 49
V. Questions de recherche 50
Troisième chapitre : Cadre théorique 53
I. Introduction 54
II. Étude bibliographique 54
1. Le concept « TIC » 54
2. Le concept « Intégration » 56
3. Impact des TIC 57
i. Impact sur l'apprentissage 58
ii. Impact des TIC sur l'enseignement 60
4. Facteurs d'intégration des TIC 63
5. Obstacles des TIC 70
6. Intégration des TIC en mathématiques 76

i. Au niveau de l'enseignement 76
ii. Au niveau de l'apprentissage 79
III. Théories d'apprentissage et TIC 81
1. Behaviorisme 81
2. Cognitivisme 82
3. Constructivisme et Socioconstructivisme 83
4. Connectivisme 85
IV. Modèles d'intégration des TIC 88
1. Modèle de Moersch (1995, 2001) 88
2. Modèle de Sandholtz, Ringstaff et Dwyer (1997) 89
3. Modèle de Morais (2001) 90
4. Modèle de Raby : processus d'intégration des TIC (2005) 91
5. Modèle synthèse 93
V. Théorie documentaire 96
1. Les genèses documentaires individuelles 96
2. Les genèses documentaires communautaires. 100
Quatrième chapitre : Méthodologie de recherche 102
I. Population visée 103
II. Premier questionnaire 105
1. Connaissance des aspects institutionnels de l'intégration des TIC dans l'enseignement .. 106
2. Planification pédagogique à l'aide d'outils TIC et compétences techno-pédagogiques 107
3. Aspects didactiques relatifs à l'intégration des TIC dans l'enseignement 109
III. Deuxième questionnaire 111
1. Les équipements technologiques institutionnels 111
2. Ressources numériques et usages pédagogiques 112
3. Manuels scolaires et intégration des TIC dans l'enseignement 112
4. Disposition à l'intégration des TIC dans l'enseignement 114
5. Innovation pédagogique intégrant les TIC 115
IV. Méthode d'analyse 116
Cinquième chapitre : Résultats sur l'intégration des TIC 117
I. Introduction 118
II. Interprétation des résultats de l'analyse factorielle de correspondance multiple (AFCM) 118

1. Analyses factorielles de correspondances multiples préalables à l'identification des modalités du questionnaire à fortes contributions relatives 118
2. Interprétation du premier axe factoriel 121
3. Validation du premier axe factoriel 123
4. Facteurs non discriminants dans la réussite de l'intégration des TIC 125
5. Interprétation du deuxième axe factoriel 126
6. Validation du deuxième axe factoriel 127

III. Conclusions, discussions et perspectives de la recherche 128

Sixième chapitre : Résultats sur les ressources pédagogiques numériques 131

I. Introduction 132

II. Interprétation des résultats de l'analyse factorielle de correspondance multiple (AFCM) 132

1. Analyses factorielles de correspondances multiples préalables à l'identification des modalités du questionnaire à fortes contributions relatives 132
2. Interprétation du premier axe factoriel 134
3. Validation du premier axe factoriel 136
4. Interprétation du deuxième axe factoriel 137
5. Validation du deuxième axe factoriel 138

III. Conclusions, discussions et perspectives de la recherche 139

Conclusion générale 142

Bibliographie 147

Annexe I : Codage des variables 160

Annexe II : Première AFCM de la 1 ère étude 163

Annexe III : Deuxième AFCM de la 1 ère étude 168

Annexe IV : Troisième AFCM de la 1ère étude 171

Annexe V : Dernière AFCM de la 1 ère étude 174

Annexe VI : Première AFCM 2ème étude 177

Annexe VII : Dernière AFCM de la 2ème étude 180

Liste des abréviations

ONU : Organisation des **N**ations **U**nies.

ODD : **O**bjectifs de **D**éveloppement **D**urable.

SMSI : **S**ommet **M**ondial sur la **S**ociété de l'**I**nformation.

UNESCO : Organisation des **N**ations **U**nies pour l'**É**ducation, la **S**cience et la **C**ulture.

ISU : **I**nstitut de **S**tatistique de l'**U**NESCO.

EPT : **É**ducation **P**our **T**ous.

OCDE : **O**rganisation de **C**oopération et de **D**éveloppement **É**conomiques.

PIIC : Comité de la **P**olitique de l'**I**nformation, de l'**I**nformatique et des **C**ommunications.

UIT : Union **I**nternationale des **T**élécommunications.

TMSI : Tour **M**ondial de la **S**ociété de l'**I**nformation.

CEA : **C**ommission **É**conomique pour l'**A**frique.

COSEF : **C**ommission **S**péciale d'**É**ducation et de la **F**ormation.

MENESFCRS : **M**inistère de l'**É**ducation **N**ationale, de l'**E**nseignement **S**upérieur, de la **F**ormation de **C**adres et de la **R**echerche **S**cientifique.

ENT : **E**nvironnements **N**umériques de **T**ravail.

CSEFRS : **C**onseil **S**upérieur de l'**É**ducation, de la **F**ormation et de la **R**echerche **S**cientifique.

GENIE : **GÉN**éralisation des Technologies d'**I**nformation et de Communication dans l'**E**nseignement.

MOS: Microsoft **O**ffice **S**pecialist.

MARWAN: **MAR**OC **W**ide **A**rea **N**etwork.

APOGEE : **A**pplication **P**our l'**O**rganisation et la **G**estion des **E**nseignements et des **É**tudiants.

AMUE : **A**gence de **M**utualisation des **U**niversités et des **É**tablissements.

PGI : **P**rogiciel de **G**estion **I**ntégré.

CVM : **C**ampus **V**irtuel **M**arocain.

CMCF : **C**entre **M**aroc-**C**oréen de **F**ormation.

ComPracTICE : **Com**munauté de **Pra**tiques des Enseignants Marocains dans le secteur des **TICE.**

CARET: **C**enter for **A**pplied **R**esearch in **E**ducational **T**echnologies.

CAPES : **C**ertificat d'**A**ptitude au **P**rofessorat de l'**E**nseignement du **S**econd degré.

BECTA: **B**ritish **E**ducationnal **C**ommunications and **T**echnology **A**gency.

CRMEF : **C**entres **R**égionaux des **M**étiers de l'**É**ducation et de la **F**ormation.

INESEFRS : Instance **N**ationale de l'**É**valuation du **S**ystème de l'**É**ducation.

AREF : **A**cadémies **R**égionales d'**É**ducation et de **F**ormation.

AFCM : **A**nalyse **F**actorielle de **C**orrespondance **M**ultiple.

SDTICE : **S**ous-**D**irection des **T**echnologies de l'**I**nformation et de la **C**ommunication pour l'**É**ducation.

Liste des tableaux

Tableau 1 : TIC dans les orientations pédagogiques au secondaire qualifiant.

Tableau 2 : TIC dans les orientations pédagogiques au secondaire collégial.

Tableau 3 : AREF : Marrakech-Safi.

Tableau 4 : AREF : Casablanca-Settat.

Tableau 5 : AREF : Fès-Meknès.

Tableau 6 : AREF : Rabat-Salé-Kénitra.

Tableau 7 : Contributions relatives aux axes du premier plan factoriel des variables (items) éliminées par la première AFCM.

Tableau 8 : Contributions relatives aux axes du premier plan factoriel des variables (items) éliminées par les deuxième et troisième AFCM.

Tableau 9 : Variables à fortes contributions relatives pour la construction du premier axe factoriel.

Tableau 10 : Individus à forte contribution relative au premier axe factoriel.

Tableau 11 : Variables à fortes contributions relatives pour la construction du deuxième axe factoriel.

Tableau 12 : Individus à forte contribution relative au deuxième axe factoriel.

Tableau 13 : Contributions relatives aux axes du premier plan factoriel des variables (items) éliminées par la première AFCM.

Tableau 14 : Variables à fortes contributions relatives pour la construction du premier axe factoriel.

Tableau 15 : Individus à fortes contributions relatives dans la construction du premier plan factoriel.

Tableau 16 : Variables à fortes contributions relatives dans la construction du 2ème axe factoriel.

Tableau 17 : Individus à forte contribution relative au deuxième axe factoriel.

Liste des figures

Figure 1 : Obstacles à l'intégration des TIC pour un professeur (Bibeau 2007)

Figure 2 : Organisation des connaissances humaines, Source : Marquet Pascal (2005)

Figure3 : Théorie constructiviste de l'apprentissage Source : (Bonyeme, 2008 : P.23)

Figure4 : Le connectivisme (Siemens, 2005).

Figure5 : Modèle-synthèse du processus d'intégration des TIC de Raby (2005)

Figure 6 : Modèle-synthèse du processus d'intégration des TIC dans l'enseignement des mathématiques au Maroc [inspiré des modèles de Moersch (1995, 2001), de Sandholtz, Ringstaff et Dwyer (1997) et de Raby (2005)].

Figure7 : Représentation de la genèse d'un document (Gueudet & Trouche, 2010, p. 59)

Figure 8 : Dialectique ressource- document et évolution temporelle. Gueudet & Trouche 2008

Figure 8 : Diagramme des modalités des variables dans le premier plan factoriel

Figure 9 : Projection des individus sur le premier plan factoriel

Figure 10 : Diagramme des modalités des variables : plan factoriel (Axe1, Axe2)

Figure 11 : Projection des individus sur le plan factoriel (Axe1, Axe2)

Introduction générale

Le pessimiste se plaint du vent, l'optimiste espère qu'il va changer, le réaliste ajuste ses voiles. William Arthur Ward a révélé bien une sagesse ; nous devons nous adapter judicieusement aux nouvelles réalités et circonstances. Les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) sont certainement un vent plein d'avantages qui peuvent bouleverser positivement tous les secteurs, et c'est probablement le cas en éducation.

La place que prennent les TIC dans le milieu scolaire devient de plus en plus importante. Pour certains, les TIC représentent un outil, un objectif à atteindre, tandis que, pour d'autres, c'est une vérité inéluctable au temps actuel. Pour l'OCDE (2015), les TIC représentent « l'avenir même » de l'éducation. Par conséquent, l'usage des nouvelles technologies pour apprendre et enseigner, représente de nos jours une condition nécessaire pour permettre aux apprenants et aux enseignants de mieux réussir en contexte éducatif, et plus largement, dans la société du savoir à laquelle nous appartenons.

De nombreux pays en voie de développement, à l'image de ceux développés, se concentrent sur la mise en place d'une éducation de qualité, en misant sur : l'intégration des TIC. En effet, le système éducatif actuel a enregistré une amélioration et une évolution remarquable grâce à l'intégration pédagogique des TIC, à la fois dans les activités des enseignants et des apprenants (Aguilar, 2012).

Le Maroc a connu, à son tour, dès le début des années 2000 une refonte profonde de son système d'enseignement secondaire et supérieur, suite à la Charte Nationale de l'Éducation et de la Formation de 1999. A l'instar de systèmes éducatifs internationaux, le Maroc s'est alors inscrit dans une succession de programmes nationaux visant à intégrer les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) dans son système éducatif. En 2006, le programme GENIE fût la première action d'envergure nationale entreprise par le Ministère de l'Éducation Nationale marocain dans le cadre d'une réforme du système éducatif, qui vise en premier lieu l'intégration des TIC dans l'enseignement secondaire. Outre la formation des enseignants à l'utilisation des TIC, ce programme avait pour ambition

de généraliser les équipements informatiques et la connexion au réseau internet de l'ensemble des établissements scolaires publics. Ensuite, de 2009 à 2012, un second programme national intitulé « Plan d'urgence du système scolaire », a pris la relève du programme GENIE, pour prolonger et accompagner l'action d'intégration des TIC dans le système éducatif marocain.

L'impact de ces programmes nationaux sur le système éducatif marocain a bien entendu été évalué par le Ministère de l'Éducation Nationale, mais seulement selon une approche purement quantitative, en termes de pourcentages d'équipements informatiques et de connexion internet des établissements scolaires, ou encore de nombre d'offres de formations nationales destinées aux enseignants du secondaire. Seulement, la question qui reste toujours posée, malgré ces diverses actions nationales, est l'identification de la nature des facteurs qui sont en faveur (ou font obstacle) à l'intégration des TIC dans le système éducatif marocain.

Plusieurs travaux de recherches au Maroc se sont intéressés à cette question, à travers diverses approches de l'intégration des TIC, mais comme nous le verrons dans notre problématique, peu d'entre eux se sont intéressés à cette question, spécifiquement pour l'enseignement des mathématiques.

Si les TIC forment un champ dont le débat et l'étude scientifique est toujours d'actualité, c'est peut-être parce que ces outils sont continuellement en développement. C'est par ailleurs aussi parce que l'intégration des TIC dans le système éducatif présente un grand défi. Notre recherche a pour ambition de participer au renforcement de la littérature scientifique sur l'utilisation des TIC dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques au Maroc. Sa première partie a pour objectif de présenter un état des lieux de l'intégration des TIC dans l'enseignement des mathématiques, ce choix est justifié par les études et les conclusions des travaux antérieurs qui ont abordé l'usage des TIC dans l'école marocaine, notamment dans les matières scientifiques, à savoir les sciences de la vie et de la terre et la physique.

La deuxième partie de notre travail est une continuité de la première, elle vise à identifier les ressources numériques utilisées par les enseignants dans leurs pratiques d'enseignement, en

particulier à travers les ressources proposées dans les manuels scolaires de l'enseignement des mathématiques, secondaire qualifiant et collégial.

Les deux parties de cette thèse s'articulent autour de six chapitres. Le premier aborde le contexte de l'intégration des TIC à l'échelle nationale et internationale. Il est suivi d'un second chapitre présentant la problématique de notre recherche.

Le troisième chapitre consiste à présenter le cadre théorique de notre travail, ce chapitre s'organise comme suit : nous avons tout d'abord mené une étude bibliographique en jetant un éclairage sur quatre aspects importants ; l'impact des TIC sur l'enseignement et l'apprentissage, les facteurs influençant l'intégration des TIC, les obstacles freinant cette intégration, ainsi que l'usage des TIC dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Ensuite, nous avons présenté les principes des différentes théories d'apprentissages (behaviorisme, cognitivisme, constructivisme, socioconstructivisme et connectivisme), ainsi que quelques modèles de l'intégration des TIC. Cette étude nous a permis de proposer notre propre modèle-synthèse qui a conduit à la formulation de notre premier questionnaire. Quant à l'élaboration de notre deuxième questionnaire, elle a été fondée sur une étude concernant les concepts fondamentaux de l'approche documentaire.

Le quatrième chapitre a pour objectif de décrire la démarche méthodologique de notre recherche.

Dans les deux derniers chapitres, nous avons exposé l'analyse et les résultats de notre recherche, sur l'intégration des TIC en mathématiques et leurs ressources pédagogiques dans les manuels.

Enfin, une conclusion générale nous a permis de faire un bilan prescriptif des résultats obtenus et des propositions en termes de recommandations.

Premier chapitre : Contexte de recherche

I. TIC et recommandations internationales

1. Organisation des Nations Unies (ONU)

L'organisation des Nations Unies (ONU) a déployé un grand effort vis-à-vis de l'intégration des nouvelles technologies dans la vie quotidienne du citoyen. En effet, le Secrétaire général des Nations Unies António Guterres et vingt hauts responsables ont annoncé le 13 juillet 2017 dans le rapport[1] « *Progrès rapides : tirer parti des technologies pour réaliser les objectifs mondiaux* » qu'il y a une influence positive de ces technologies (TIC) pour avancer la mise en œuvre des objectifs de développement durable (ODD) à l'horizon 2030. Par ailleurs, la Deuxième Commission dans l'Assemblée Générale des Nations Unies, qui a pour mission d'aborder les sujets économiques et financiers et de poser des plans pour aider les États Membres à combattre leurs problèmes, a annoncé le 19 octobre 2018 que la fracture numérique est l'un des freins au développement des pays membres. En outre, selon le rapport du Secrétaire général consacré au Sommet mondial sur la société de l'information (SMSI), l'utilisation des outils numériques reste très inégale : la moitié de la population mondiale n'a pas la possibilité d'accès à Internet. D'ailleurs, la quatrième révolution industrielle (révolution numérique) nécessite des changements radicaux ; tous les pays doivent avoir la possibilité d'intégrer ces nouvelles technologies dans tous les secteurs essentiels : la santé, l'eau potable, et l'éducation.

2. L'Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture (UNESCO)

En tant que laboratoire d'idées, centre d'échanges, et catalyseur neutre de la coopération internationale, et en se basant sur des données statistiques très fiables, L'Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture **(UNESCO)** travaille avec tous les pays membres par une approche collaborative et consensuelle afin de garantir la qualité, l'impartialité de l'éducation pour toute l'humanité. Pour ce, L'UNESCO encourage et soutient le travail des pays membres pour l'instauration ainsi que la mise en œuvre d'une politique convaincante et des stratégies efficaces et factuelles en matière des TIC dans l'éducation.

En parallèle, l'Institut de statistique de l'UNESCO (ISU), qui est chargé de rassembler des statistiques mondiales dans les domaines de l'éducation, de la science et la technologie, et

[1] https://news.un.org. Consulté le 25 mai 2019

de la culture et la communication, pour le compte des Nations Unies, a présenté un soutien remarquable aux pays membres sous forme d'une élaboration de statistiques et de processus appropriés en vue de la collecte de données nationales. Ceci dans le but d'amener les dirigeants politiques à prendre des décisions convenables et des stratégies cohérentes de l'intégration des TIC dans l'éducation.

La réunion mondiale « *l'Éducation pour tous (EPT)* » organisée au siège de l'UNESCO à Paris, du 21 au 23 novembre 2012 a eu pour objectif d'évaluer les progrès réalisés en faveur des TIC et d'appliquer des mesures de suivi dans l'Amérique latine et les Caraïbes. Il était évident, selon les participants à cette réunion, que les TIC aident dans plusieurs processus comme l'amélioration de la qualité éducative. Pourtant, les TIC présentent aussi de nouveaux défis pour les projets de cet événement. Par exemple, la naissance de nouveaux genres d'analphabétisme, celui du numérique. Il est devenu clair que savoir lire et écrire ne suffit pas pour travailler et apprendre avec efficacité dans la société du 21e siècle. Mais, il devient nécessaire de savoir manipuler les TIC. Et par conséquent, les participants ont recommandé d'investir dans ce domaine et créer des stratégies pertinentes pour que l'utilisation des TIC soit mondiale et concerne tous les secteurs.

3. Banque Mondiale

Dans la même dimension s'inscrit le rapport annuel 2018 de la Banque mondiale, allant du 1er juillet 2017 au 30 juin 2018. Il a recommandé de révolutionner le développement à base des nouvelles technologies numériques, car ces outils favorisent la croissance économique, le développement du capital humain en accordant une importance particulière aux économies futures.

4. L'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE)

L'Organisation de coopération et de développement économiques **(OCDE)** ; de sa part**,** a rédigé plusieurs rapports et organisé plusieurs rencontres pour braquer la lumière sur les technologies de l'information et de la communication (TIC) :

L'édition 2004 des perspectives des technologies de l'information dirigée par le Comité de la Politique de l'Information, de l'Informatique et des Communications (PIIC) de l'OCDE a déclaré l'importance des TIC dans les économies nationales. De ce fait, elle a conseillé la

mondialisation du secteur des TIC, l'externalisation internationale des services fondés sur les outils en question et l'évolution des politiques des pays dans ce domaine.

Dans le même contexte, le rapport de L'**OCDE** de 2015 *« Connectés pour apprendre ? les élèves et les nouvelles technologies* », présente une analyse comparative universelle (la première dans ce domaine) des compétences numériques des élèves et de leurs environnements d'apprentissage. Un écart remarquable est révélé entre la réalité de notre école et les promesses des nouvelles technologies ; d'où, un besoin important de mettre en place des stratégies convaincantes pour renforcer les capacités des enseignants. En effet, ce rapport a recommandé : « Nous *devons investir dans le renforcement des capacités et les compétences de gestion du changement, recueillir des données de suivi fiables et les partager avec les institutions concernées, et mettre un financement pérenne au service de l'ensemble de ces efforts. Enfin, il est crucial que les enseignants deviennent des acteurs engagés de ce changement, en participant non seulement à la mise en œuvre des innovations technologiques, mais aussi à leur conception.* » (Andreas Schleicher, « *Connectés pour apprendre ? les élèves et les nouvelles technologies* », p. 3)

5. Sommet Mondial

Dans la première phase du Sommet mondial sur la société de l'information organisée par **l'Union Internationale des Télécommunications (UIT)**, et **l'Organisation des Nations unies (ONU)** à Genève du 10 au 12 décembre 2003, les acteurs dans cet événement ont adopté une déclaration de principes et un plan d'action pour moderniser les sociétés, voire garantir une utilisation des TIC par tout le monde. Tandis que, la deuxième phase organisée à Tunis du 16 au 18 novembre 2005 a eu pour objectif d'effectuer une première évaluation des actions déclarées au sommet de Genève. Les participants dans cette phase ont exhorté les gouvernements, le secteur privé, la société civile et les organisations internationales à travailler ensemble pour appliquer les recommandations énoncées dans la déclaration de principes et dans le Plan d'action de Genève, afin de mettre en place les infrastructures convenables des TIC et de développer les capacités humaines à son usage par des formations, en particulier dans le domaine éducatif.

Le 10ème Sommet de la francophonie (26 et 27 novembre 2004) organisé à Ouagadougou (Burkina Faso), sous le thème « *La Francophonie, espace solidaire pour un développement*

durable » avec la présence de grands politiciens, a annoncé que les efforts des pays membres seront consacrés à favoriser la construction des savoirs et le partage des connaissances ainsi que l'adaptation des TIC, visant la diminution de la fracture numérique. D'ailleurs, cet événement a encouragé l'adoption de la Déclaration et du Plan d'action de Genève, promettant la prise d'une part active à la deuxième phase du Sommet (Tunis du 16 au 18 novembre 2005).

L'Afrique est parmi les continents qui nécessitent un effort remarquable dans le secteur de l'intégration des nouvelles technologies dans tous les domaines :

La Déclaration de Rabat dans le Tour Mondial de la Société de l'Information **TMSI** (2003) a recommandé de développer les compétences individuelles et collectives des intéressés en matière d'utilisation des TIC, d'encourager la recherche et la production scientifique des ressources adéquates. Elle a aussi conseillé de :

- Favoriser l'utilisation des TIC dans les programmes d'enseignement et de formation, dès le niveau élémentaire et tout au long du parcours scolaire, via l'enseignement à distance.
- Former les enseignants et tous les acteurs en vigueur.
- Encourager l'utilisation de ces outils surtout chez les jeunes
- Développer et diffuser les logiciels libres.

En Afrique subsaharienne, le Gouvernement de la république du Rwanda, en collaboration avec l'Union Internationale des Télécommunications (UIT), l'Union Africaine, le Groupe de la Banque Mondiale, l'Alliance Mondiale des Nations Unies pour les TIC au service du Développement, l'Union Africaine des Télécommunications, la Commission Économique des Nations Unies pour l'Afrique et le Fond Mondial de Solidarité Numérique, ont organisé du 29 au 30 Octobre 2007, à Kigali, un événement sous le thème « *Connect Africa* » pour permettre à 1000 participants et dirigeants, dans le secteur public et privé, de discuter le sujet des TIC et de recommander la création d'un environnement adéquat, outre que d'investir dans ce secteur au niveau africain. D'ailleurs, En partenariat avec l'Union Internationale des Télécommunications (UIT), le Rwanda a organisé du 28 au 31 octobre

2013 un sommet à Kigali titré « *Transform Africa* », qui s'appuie sur le succès du Sommet « *Connect Africa* ». Cette rencontre a permis à tous les acteurs de ce domaine (TIC et Innovation) d'assurer un dialogue fructueux, afin de confronter les menaces et les problèmes socioéconomiques des pays africains en vue de permettre à la nouvelle technologie d'assurer une transformation et un développement de ce continent.

Par ailleurs, « *e-Learning Africa* », dans sa 7ème conférence internationale consacrée aux TIC appliquées au développement, à l'enseignement et à la formation, organisée à Cotonou au Bénin du 23 au 25 mai 2012, sous le thème « *le e-Learning et le Développement Durable* », s'est intéressée à la question selon laquelle comment le e-Learning peut amener de façon créative au développement et à la construction d'un avenir durable pour l'Afrique.

Toutefois, La Commission Economique pour l'Afrique (CEA) a élaboré l'Examen régional africain décennal pour mettre en lumière les conclusions du Sommet mondial sur la société de l'information (SMSI+10) sur le thème « SMSI+10 et au-delà : Objectifs et perspectives pour l'Afrique ». L'examen, qui a eu lieu à Addis-Abeba du 14 au 16 avril 2015, a réuni plus de 70 participants venus de 27 états membres, il a permis d'évaluer les progrès réalisés en Afrique dans la mise en œuvre des lignes d'action et des objectifs, de corriger les problèmes affectant les TIC, de déterminer les domaines qui doivent rester prioritaires au-delà de 2015, et de présenter les difficultés rencontrées par les états membres.

II. TIC au niveau national

1. *La charte nationale de l'éducation et de la formation*

La charte nationale de l'éducation et de la formation rédigée en 1999, et lancée en 2000 par le Ministère de l'Éducation Nationale, de la Formation Professionnelle, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, souligne que l'intégration des TIC est une nécessité absolue dans les années à venir pour moderniser l'école marocaine. Elle est composée de deux parties complémentaires : la première concerne les fondements constants du système d'éducation et de formation, ses grandes finalités, et les droits et devoirs des différents partenaires. Tandis que, la deuxième partie se divise en six espaces de rénovation comprenant dix-neuf leviers de changement.

Dans la partie II « Espaces de rénovation et leviers de changement » de la charte, et plus précisément ‘’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 »’’, la Commission Spéciale d’Éducation et de la Formation (COSEF) chargée de cette charte a recommandé :

- L’investissement dans ces nouvelles technologies de l’information et de la communication en tant qu’utilité et nécessité dans le futur.
- L’usage des nouvelles technologies de l’information et de la communication dans les formations, et surtout dans les formations continues.
- L’encouragement de l’enseignement à distance aux niveaux collégial et secondaire, pour les régions éloignées, afin de garantir un enseignement convenable et continu pour tous.
- L’accès pour tous aux ressources documentaires, aux bases de données et aux réseaux de communication, dans le but d’une intégration efficace des TIC.
- La mise en place de programmes de télé-enseignement et d’équipement des écoles en nouvelles technologies d’information et de communication.
- L’accès aux équipements informatiques, aux différents matériels et outils pédagogiques et scientifiques pour les enseignants et les apprenants dans les établissements d’éducation-formation.
- L’intégration des nouvelles technologies de l’information et de la communication dans la réalité de l’école sous forme des centres informatiques et de bibliothèques multimédia.

2. Plan d’urgence

Après sept ans de la mise en œuvre de la charte nationale de la formation, le bilan élaboré (la mise en œuvre de la charte nationale d’éducation et de formation 2000-2013 : Acquis, déficits et défis)[2] montre que les résultats ne sont pas au même niveau que les attentes, et qu’il reste un long chemin à parcourir. Par conséquent, à l’occasion de l’ouverture de la

[2] https://www.csefrs.ma. Consulté le 25 mai 2019.

session parlementaire à l'automne 2007, le Roi Mohammed VI a donné ses recommandations pour l'élaboration d'un plan d'urgence afin de donner un nouveau souffle à la charte nationale de la formation.

Face à ce constat, le Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation de Cadres et de la Recherche Scientifique (MENESFCRS) a rédigé un Plan d'Urgence, appelé « NAJAH 2009-2012 » qui s'articule autour d'un principe stratégique « Placer l'apprenant au cœur du Système d'Éducation et de Formation et mettre les autres piliers du système à son service ». L'intégration des nouvelles technologies dans l'école marocaine moderne a pris une place importante dans ce plan :

En effet, dans l'espace 1 « Rendre effective l'obligation de scolarité jusqu'à l'âge de 15 ans », plus précisément le projet 3 « Mise à niveau des établissements », le plan d'urgence a demandé d'assurer les équipements et les infrastructures dans les établissements scolaires, surtout à propos des nouvelles technologies. Tandis que, le projet 8 « Recentrage sur les savoirs et les compétences de base » a eu pour objectif de garantir une meilleure qualité des apprentissages en renforçant l'acquisition des compétences de base, à l'aide de méthodes et de supports pédagogiques convenables comme les supports numériques, et en sollicitant l'innovation pédagogique par l'organisation d'un concours national de l'innovation pédagogique.

3. Maroc Numérique 2013

Le Ministère du Commerce, de l'Industrie et des Nouvelles Technologies a lancé, en 2009, une stratégie, sous le nom « Maroc Numeric 2013 », pour placer le Maroc parmi les pays qui avancent à pas effrénés dans l'utilisation des TIC. La transformation sociale dans cette stratégie repose sur la mise en œuvre de 3 initiatives clés, parmi lesquelles « la généralisation de l'usage et l'équipement en technologies de l'information des acteurs de l'enseignement », en s'appuyant sur 4 actions importantes :

- **Équiper en accès Internet et ressources multimédias les établissements scolaires publics** : cette action a pour objectif de soutenir le projet GENIE, en équipant tous les établissements scolaires de ressources multimédias connectées à Internet, de former plus de 200000 enseignants dans le domaine des technologies de l'information et de

la communication, et de développer des contenus numériques pédagogiques adaptés à l'apprentissage.

- **Équiper en accès Internet et ressources multimédias les établissements publics d'enseignement supérieur** : il s'agit de l'intégration des Environnements Numériques de Travail (ENT) dans les établissements de l'enseignement supérieur.

- **Subventionner l'équipement des enseignants en ordinateurs et connexions Internet** : cette action a pour but de soutenir les efforts du programme Nafid@ qui vise à aider les enseignants pour avoir des ordinateurs et des connexions Internet.

- **Subventionner l'équipement des élèves ingénieurs ou assimilés en ordinateurs portables et connexions Internet :** il s'agit d'aider les étudiants (bac+5) d'acquérir leurs propres ordinateurs et connexions internet, selon les normes du programme INJAZ (2009-20013).

4. *Vision stratégique 2015-2030*

Elle se résume par une école marocaine nouvelle fondée sur trois principes : l'équité et l'égalité des chances, la qualité pour tous, et la promotion de l'individu et de la société. A ce propos, le Conseil Supérieur de l'Education, de la Formation et de la Recherche Scientifique (CSEFRS) a rédigé un rapport, intitulé « vision stratégique 2015-2030 »[3], dans lequel le CSEFRS vise à jeter les bases de cette nouvelle école par 23 leviers.

L'intégration des nouvelles technologies de l'information et de la communication a pris une place importante dans plusieurs leviers de la vision stratégique 2015-2030. Certes, dans le levier 6 « Dotation des institutions d'éducation et de formation d'un niveau d'encadrement, d'une qualité des équipements et d'une capacité de soutien à la hauteur des exigences de l'équité et de l'égalité des chances », le CSEFRS recommande l'utilisation des TIC par les élèves dans les établissements scolaires lors des apprentissages, en équipant les classes scolaires par du matériel informatique convenable. D'ailleurs, dans le levier 7 « Mise en place d'une École performante attractive » le CSEFRS a demandé de diversifier les systèmes de suivi et d'évaluation en utilisant la télévision scolaire et la formation à distance.

[3] https://www.csefrs.ma/publications/vision-strategique-de-la-reforme/?lang=fr. Consulté le 26 mai 2019

Tandis que, le levier 12 « développement d'un modèle pédagogique et de formation fondé sur la diversité, l'ouverture, l'adéquation et l'innovation », il insiste sur la promotion de l'usage des TIC dans le système éducatif marocain, en adoptant une stratégie nationale permettant de s'informer sur les développements numériques récents, et de mettre ces technologies au service du développement des établissements de l'éducation et de la formation et la recherche scientifique. Toutefois, dans le levier 20 « Implication active dans l'économie et la société du savoir », le Conseil a considéré que l'école marocaine est désormais tenue d'ouvrir des ateliers appropriés à la participation active à l'économie et à la société de la connaissance, où : les nouvelles technologies de l'information et de la communication prennent une place importante. Il a même précisé les différentes conditions pour mettre en exécution cette approche :

- Préparation d'un programme national pour équiper les établissements scolaire et universitaires par les outils TIC.
- Intégration des TIC dans tous les niveaux de gestion et de direction, outre, l'accès facile à la documentation, le partage d'informations et le renforcement de la communication entre les différents acteurs de l'école marocaine.
- Promotion de l'intégration de la technologie afin d'améliorer la qualité de l'éducation, surtout dans l'approche méthodologique de l'éducation dans son ensemble, ainsi que dans les compétences visées et les méthodes d'enseignement utilisées.
- Numérisation des livres scolaires et autres documents éducatifs.
- Intégration des TIC, à court terme, en tant qu'élément principal dans les formations initiale et continue des cadres éducatifs.
- Formation, à moyen terme, de spécialistes en logiciels éducatifs et en supports pédagogiques.
- Encouragement des jeunes à créer des entreprises spécialisées dans la production de ressources éducatives numériques.

- Création de centres de ressources numériques aux niveaux régional et local, ainsi que de laboratoires pour la production de ces ressources.
- Préparation d'un plan d'action pour mobiliser et sensibiliser à l'importance des TIC.
- Encouragement l'apprentissage à distance.
- Développement de la recherche théorique et appliquée dans les domaines de l'éducation, surtout en ingénierie pédagogique.

5. GENIE

Dans le cadre des efforts institutionnels pour la généralisation des TIC dans l'école marocaine, le gouvernement a instauré au début de 2006 un programme nommé GENIE (**GÉN**éralisation des Technologies d'**I**nformation et de Communication dans l'**E**nseignement), qui vise à répondre à deux objectifs essentiels :

- L'amélioration de la qualité de l'enseignement.
- La démocratisation et l'égalité des chances pour avoir un enseignement convenable.

Pour atteindre ces deux finalités, le programme GENIE s'articule autour de trois axes indispensables :

- **Infrastructure et équipements :** les dirigeants du programme GENIE visent à équiper tous les établissements scolaires au moins d'une salle multimédia connectée à internet avec des ordinateurs et du matériels informatiques nécessaire, (Un vidéo projecteur, une imprimante, un tableau d'affichage, un ensemble de logiciel pour les différentes matières), afin de garantir un volume horaire hebdomadaire d'utilisation des TIC pour chaque élève.
- **Formation :** dans cet axe, le programme GENIE a pour but de former en nouvelles technologies de l'information et de la communication tous les acteurs dans l'école marocaine (enseignants- administration- inspecteurs…). Ces formations respectent les niveaux de chaque bénéficiant, et sont programmées comme suit :
    - Initiation à l'usage des nouvelles technologies d'une façon générale.

- Initiation à l'usage des nouvelles technologies au cours des séances d'enseignement.
- Formation destinée aux animateurs pour gérer la salle multimédia.
- Formation destinée aux formateurs dans les établissements de formation (ENS- CPR…).

- **Ressources numériques** : les dirigeants ont l'ambition de mettre à la disposition des enseignants un ensemble de contenus numériques adaptés au curricula, en créant un Laboratoire national de ressources pédagogiques numériques et un Portail de l'éducation nationale.

6. Programmes innovants

i. NAFID@

La Fondation Mohammed VI de Promotion des Œuvres Sociales de l'Éducation- Formation a initié, le 14 mai 2008, le programme NAFID@, qui propose aux enseignants marocains une subvention intéressante pour acquérir leurs propres matériels informatiques et s'abonner à l'Internet haut débit.

Le programme NAFID@ a permis en 2010 à 50.000 enseignants d'avoir leurs propres équipements informatiques avec des tarifs préférentiels, avec un large choix au niveau des ordinateurs et même au niveau de l'Internet à haut débit (Maroc Telecom, Méditel et Wana). D'ailleurs, les enseignants marocains, dans le cadre du programme NAFID@, ont bénéficié des licences des applications installées et l'accès aux programmes e-Learning ABC de Microsoft et PC Basics d'Intel.

Cette initiative a été certes louable, elle a touché une vaste population d'enseignants dans le système éducatif marocain, mais elle n'a pas été renouvelée pour une deuxième phase ; elle n'a duré que 3 ans.

ii. Centre pour l'Innovation dans les Technologies de l'Information (CITI)

Le Centre pour l'Innovation dans les Technologies de l'Information (CITI) est le produit d'une coopération Maroco-coréenne dans les domaines des technologies de l'information, de la communication et de la recherche scientifique. Cet accord a été signé par l'Agence de

coopération sud-coréenne (KOICA) et l'Université Al Akhawayn. Il a été mis en œuvre le 28 février 2008 dans l'objectif majeur de contribuer à la réhabilitation du processus éducatif dans notre pays et de produire des contenus numériques destinés principalement à l'enseignement des matières scientifiques au collège (mathématiques, physique et science de la vie et de la terre).

Cette approche repose sur un système d'information numérique englobant toutes les productions pédagogiques numériques (vidéos, applications, simulations, exercices et résumés), créées par le Centre et en collaboration avec les enseignants du collège Orz (Ifran) et Qasim Amin (Fès), et destinées particulièrement à tous les niveaux du secondaire collégial pour l'amélioration des résultats scolaires. Dans le même contexte, l'Agence de coopération internationale sud-coréenne a doté le CITI d'équipements électroniques de pointe pour le développement de contenus, ainsi que de six autres salles multimédias (21 ordinateurs, un serveur, un vidéo projecteur, une imprimante, un scanner, un modulateur, un écran, un tableau et un climatiseur) dans des villes comme Ifrane, Azrou et Fès.

Le développement et la diffusion des ressources numériques dans l'enseignement collégial par le centre de l'innovation dans les technologies de l'information (CITI) sont passés par trois phases :

Phase 1 : La production et le développement des ressources numériques en matières scientifiques (mathématiques, physique et science de la vie et de la terre).

Phase 2 : La création d'un projet pilote comme une base de réflexion afin de prouver l'utilité des TIC dans l'enseignement et l'apprentissage.

Phase 3 : L'évaluation globale du projet pilote, en mettant en avant les résultats qui favorisent l'intégration pédagogique des contenus numériques.

En parallèle à la production d'outils numériques, le centre de l'innovation dans les technologies de l'information (CITI) a créé une plateforme[4] en arabe afin de garantir l'accès pour tous. Cette plateforme permet aux enseignants et aux élèves (1 ère, 2ème, 3ème années collégiales) de profiter d'un ensemble de contenus numériques sous forme

[4] www.citi.ma . Consulté le 26 mai 2019

d'exercices interactifs, de séquences vidéo, de simulations, d'applications à télécharger gratuitement, ainsi que des jeux éducatifs.

iii. MASSAR

Le ministère de l'Éducation nationale et de la Formation professionnelle a lancé en juin 2013 un système informatique, sous le nom MASSAR, pour favoriser l'intégration des TIC, et renforcer la gouvernance du système scolaire.

Le projet de gestion de la scolarité dans les établissements scolaires (MASSAR) fournit une base de données nationale intéressante, donnant la possibilité pour tous (parents-élèves-enseignants-administrations) le suivi du parcours scolaire des élèves dès leur scolarisation et jusqu'à la fin de leur parcours. Il permet aussi l'accompagnement de leurs apprentissages et leurs contrôles continus, ainsi que la gestion de leurs emplois des temps.

Le ministère de l'Éducation nationale et de la Formation professionnelle a par ailleurs ciblé d'autres objectifs dans ce projet :

- L'utilisation des technologies de la communication dans le système éducatif marocain et amélioration de sa qualité.
- L'autonomie de la gestion des établissements scolaires.
- L'égalité des chances entre les élèves.
- La gestion des inscriptions et réinscriptions des élèves
- La gestion des ressources humaines dans les établissements scolaires.
- La communication entre les différents responsables (ministère-délégation-académie-administration…)
- L'équipement des établissements scolaires par les outils informatiques nécessaires.
- L'accompagnement des autres programmes de réformes nationaux : déperdition scolaire, analphabétisme, évaluation.
- Le soutien scolaire et le soutien social des apprenants.
- L'aide à l'orientation, en donnant des informations et un accompagnement.

D'ailleurs, Le ministère de l'Éducation nationale et de la Formation professionnelle a mis à la disposition des parents un service de téléphone vert, afin de répondre aux interrogations et réclamations des intéressés, de plus, il a organisé des rencontres au niveau de toutes les régions du royaume pour présenter ce projet, ses objectifs et la façon de l'utiliser efficacement.

Malgré les efforts fournis dès l'instauration de ce projet, MASSAR a fait l'objet jusqu'aujourd'hui de plusieurs réclamations et critiques, notamment en ce qui concerne la qualité faible de la connexion au serveur, outre le fait que la plupart des objectifs ciblés n'ont pas été mis en œuvre (l'orientation, le soutien social et scolaire des élèves…).

iv. Programme "IT Academy et Certification Microsoft Office Specialist (MOS)"

Le ministère de l'Éducation nationale, de la formation professionnelle, de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique et Microsoft ont commencé en octobre 2013 le programme IT Academy et Certification Microsoft Office Specialist (MOS) dans le but de former les enseignants et les administrateurs à l'utilisation des TIC dans leur vie professionnelle, afin d'acquérir les compétences technologiques nécessaires.

Le programme IT Academy et Certification Microsoft Office Specialist (MOS) a été généralisé dans toutes les Académies Régionales de l'Éducation et de la Formation du royaume pour garantir à une large population d'enseignants et d'administrateurs une formation certifiée dont l'objectif est de mieux bénéficier des avantages et des opportunités offertes en matière de formations spécialisées dans le domaine des TIC.

Pour l'obtention de La certification Microsoft Office Specialist (MOS) et l'évolution de leurs carrières professionnelles, l'enseignant et l'administrateur doivent passer un examen sur le pack office, sous la supervision du Microsoft :

- Microsoft office Word (savoir écrire professionnellement des documents sur un ordinateur…)
- Microsoft office Excel (Créer et développer des tableaux - insérer des outils graphiques dans Word et PowerPoint et utiliser des fonctions pour terminer le travail rapidement…)

- Microsoft office Access (Démarrer rapidement avec des applications de suivi préinstallées – Effectuer des tâches plus rapidement avec la nouvelle interface utilisateur)

- Microsoft office Powerpoint (Ajouter des graphiques de qualité designer Smart Art- Utiliser de nouveaux thèmes, mise en page, styles, tableaux et graphiques -Partager des informations et collaborer avec des utilisateurs d'autres systèmes d'exploitation…)

- Microsoft office Outlook (Rechercher instantanément toutes les informations-Gérer facilement les informations et les priorités quotidiennes- Communiquer aisément et efficacement…)

L'enseignant et l'administrateur sont alors invités durant cet examen à réussir un nombre important de tâches de l'application office concernée.

v. INJAZ

Le programme « INJAZ » est parmi les ambitions qui méritent un encouragement. Il est lancé dans le cadre « Maroc Numeric 2013 » pour mettre à la disposition des étudiants des cycles Ingénieur et Master, inscrits dans les établissements publics (Écoles d'ingénieurs, Facultés des Sciences et Facultés des Sciences et Techniques), une offre spéciale des opérateurs de télécommunications, constituée d'un pack étudiant comprenant : Un service Internet Haut Débit Mobile et un ordinateur portable.

vi. LAWHATI

En novembre 2015, le Ministère de l'Enseignement Supérieur de la Recherche Scientifique et de la Formation des Cadres a lancé officiellement un programme intitulé « LAWHATI » qui est destiné aux étudiants de l'enseignement supérieur, aux stagiaires de la formation professionnelle et au corps professoral, pour mettre à leur disposition des « Tablettes 2 en 1 », munies d'un contenu pédagogique intégré.

vii. Programme NET-U

Dans le cadre de « Maroc Numérique 2013 », le Service Universel des Télécoms a financé le Programme NET-U, afin de permettre la « Couverture des établissements et cités universitaires en WIFI », ce programme s'articule autour de 4 points importants :

- Offrir un accès WIFI dans les établissements et cités universitaires.
- Équiper les établissements et cités universitaires par les liaisons, matériaux informatiques et tous les travaux nécessaires pour garantir la couverture WIFI.
- Installer un système centralisé de gestion des accès des utilisateurs.
- Donner aux usagers la possibilité d'utiliser les mêmes login et mot de passe dans les différents sites de l'Université.

viii. APOGEE (Gestion des affaires pédagogiques (inscriptions, examens…)

APOGEE (Application pour l'organisation et la gestion des enseignements et des étudiants) est un progiciel de gestion intégré (PGI) crée par l'Agence de mutualisation des universités et des établissements (AMUE) depuis 1995, il a pour objectif de gérer d'une façon moderne et efficace les affaires estudiantines dans les universités marocaines.

ix. Plateforme E-learning

Les sites des établissements universitaires proposent à leurs étudiants des cours, des travaux pratiques et des scénarisations pédagogiques sous forme de vidéos, pour garantir un enseignement à distance efficace et identique à celui dans les amphis de ces établissements.

x. Le Campus Virtuel Marocain (CVM) :

Le Campus Virtuel Marocain (CVM) est un système de coordination de la formation ouverte et à distance utilisant les nouvelles technologies de l'information et de la communication, il est sous la direction de l'université IBN ZOHR d'Agadir depuis janvier 2004 et a pour objectif de :

- Améliorer l'intégration des TIC dans tous les établissements d'enseignement supérieur marocain.
- Rendre l'accès au savoir possible pour tous.
- Accéder à des formations non disponibles localement.
- Surmonter les difficultés liées au temps.
- Avoir un ensemble de ressources numériques (cours multimédias…).

- Créer des centres de ressources universitaires et développer des projets pédagogiques pilotes dans les universités.
- Former aux technologies du e-learning et aux projets pédagogiques pilotes.

xi. ComPracTICE

Dans le cadre de la mise en œuvre du programme GENIE inscrit au sein de la stratégie nationale de diffusion des TIC dans le système éducatif marocain, un comité (30 personnes) a organisé une rencontre le 11 novembre 2015 au CMCF (Centre Maroc-Coréen de Formation) afin d'instaurer ComPracTICE « communauté de pratiques des enseignants marocains dans le secteur des TICE » pour dynamiser et créer une grande communauté éducative innovante en matière d'utilisation des TIC. Ce projet s'articule autour de :

- La formation à distance des enseignants à l'aide d'une plateforme (http://www.compractice.net/comspace)
- La production de nouvelles connaissances.
- L'amélioration des conditions d'innovation pédagogique.
- Le partage des connaissances dans les réseaux sociaux.
- L'aide aux enseignants dans l'exploitation de leurs savoirs et leurs savoir-faire de façon à donner un autre souffle à l'enseignement.

Jusqu' à aujourd'hui, quatre sessions de formations à distance ont été lancées dans l'espace de ComPracTICE, et cela dans plusieurs académies régionales de l'éducation et de formation. La dernière formation était intitulée « Remédiation pédagogique », et s'est déroulée du 21 mai jusqu'à 16 juin 2018.

7. Concours innovants

Dans le cadre d'instaurer les leviers de la vision stratégique, le ministère de l'Éducation nationale et de la formation professionnelle a pris en charge d'encourager les apprenants et les enseignants à utiliser les nouvelles technologies, à travers l'organisation de formations dans ce domaine et de concours au niveau national et continental :

i. Initiative « Africa code week »

Le ministère de l'Éducation nationale et de la formation professionnelle (MEN), en partenariat avec la société "SAP Maroc" participe depuis 2015 (4 éditions jusqu'aujourd'hui) dans l'initiative « Africa code week » afin de sensibiliser les apprenants à la programmation informatique en utilisant le langage de programmation SCRATCH[5] pour développer chez eux les compétences informatiques, et le travail en équipe, ainsi pour mettre en place les jeunes africains parmi les jeunes du monde entier.

Pour réussir la participation à cette initiative, Le ministère de l'Éducation nationale et de la formation professionnelle (MEN) organise au cours de chaque année scolaire des formations en SCRATCH en faveur des enseignants et surtout les élèves dans toutes les académies régionales d'éducation et de formation.

ii. Hackathon Pédagogique

Hackathon Pédagogique est un concours national destiné aux enseignants et futurs enseignants du secondaire qualifiant dans les matières scientifiques (mathématique, physique et science de la vie et de la terre) et la langue française, il est organisé en collaboration entre le Ministère de l'Éducation Nationale, de la Formation Professionnelle, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique et l'institut français de Rabat, pour choisir les meilleures productions pédagogiques qui intègrent les TIC dans ces matières.

iii. Concours des applications mobiles

Pour mettre en pratique la vision stratégique 2015-2030, surtout celle qui concerne l'enseignement du primaire, le ministère de l'éducation nationale encadre un concours national, afin de produire des applications éducatives du système Android.

iv. Concours d'innovation pédagogique

Dans le même contexte, le ministère de l'éducation nationale et MICROSOFT organisent chaque année un concours d'innovation pédagogique « innovaTICE » afin de produire des contenus numériques par les enseignants marocains pour mettre à la disposition des enseignants une bibliothèque numérique importante.

[5] SCRATCH est un langage de programmation qui permettre de créer facilement des propres histoires interactives, jeux vidéo, animations, créations musicales et artistiques, etc.

III. Conclusion

A l'instar de ce qui se fait à l'international, et tout en suivant les recommandations d'institutions internationales, comme l'UNESCO, La Banque Mondiale ou encore l'OCDE, en matière d'intégration des TIC dans l'enseignement et la formation d'enseignants, le Maroc a consacré d'énormes efforts depuis 2006, à travers une multitude de programmes et de projets qui ont visé les différents volets de cette intégration.

Il est temps maintenant d'en évaluer l'impact sur le terrain, et nous nous proposons dans ce travail de contribuer à cette évaluation, à travers une étude qui concerne l'intégration des TICE en mathématiques au secondaire, et les ressources pédagogiques numériques disponibles dans les manuels scolaires.

Deuxième chapitre : Problématique

I. Introduction

Le numérique touche en profondeur tous les domaines d'activités d'une société. L'enseignement est particulièrement concerné par la modification qui interroge les principes traditionnels de ses méthodes pédagogiques, mais aussi des contenus d'enseignements, des ressources et des approches pour enseigner et apprendre.

Notre présent travail porte sur deux volets principaux :

1) Le premier volet a pour objectif de présenter un état des lieux de l'intégration des TIC dans l'enseignement des mathématiques, ce choix est justifié par les études et les conclusions des travaux antérieurs qui ont abordé la question d'usage des TIC dans l'école marocaine, surtout pour les matières scientifiques (les sciences de la vie et de la terre et la physique). En effet, ces travaux ont essayé de déterminer la réalité de l'usage pédagogique des TIC dans l'enseignement, et de présenter un diagnostic de l'état d'utilisation de ces outils dans notre école, en mettant la lumière, dans un premier lieu, sur les infrastructures informatiques dans les établissements scolaires, puis le degré d'intérêt et de maîtrise des outils technologiques par les enseignants, et enfin les contraintes qui entravent l'utilisation des TIC.

2) Le deuxième volet est une continuité du premier, il vise à étudier les ressources numériques utilisées par les enseignants dans leurs pratiques d'enseignement, et en particulier les ressources des manuels scolaires de l'enseignement des mathématiques au secondaire qualifiant et collégial.

L'étude de ces deux volets nous paraît légitime et importante au niveau de l'enseignement marocain, car très peu de recherches scientifiques se sont intéressées à ces questions.

II. Étude bibliographique

Dans cette partie, nous allons tout d'abord passer en revue un ensemble d'études bibliographiques marocaines qui ont déjà abordé des éléments directement en relation avec notre recherche, afin de formuler la problématique de notre travail. Notre étude bibliographique va être centrée sur trois aspects :

- **Formation des enseignants et futurs enseignants aux TIC** : nous y présentons le modèle de formation marocain des futurs enseignants (formation initiale), ainsi que les différentes conclusions auxquelles ont abouti les recherches concernant la formation des enseignants à l'intégration des TIC.

- **Attitudes des enseignants face à l'utilisation des TIC dans l'enseignement** : nous y exposons les différents résultats de recherches relatives aux compétences techno pédagogiques des enseignants, et aux comportements des enseignants face à l'intégration des TIC dans l'enseignement.

- **Obstacles qui freinent l'usage des TIC dans l'enseignement** : nous y présentons les différentes contraintes qui entravent l'intégration des TIC au Maroc, à travers la littérature scientifique sur cette question.

1. Formation des enseignants

Les savoirs sont en développement continu, et l'accès au savoir est à son tour en perpétuel développement ; par conséquent, on attend de l'enseignant qu'il accompagne attentivement ces développements. Une école a besoin de bons enseignants qui ont des capacités suffisantes pour mettre en pratique les orientations pédagogiques les plus récentes, tant sur le plan du contenu de l'enseignement, que celui de la méthodologie. Le corps enseignant est l'élément essentiel de la réussite de l'action enseignement-apprentissage. A ce titre, il fait l'objet d'une attention très particulière de la part des institutions de tutelle, et plus généralement de la part de la société. L'une des questions qui se révèle très importante à l'heure actuelle, c'est la formation : le moyen privilégié pour assurer une bonne qualité d'enseignants.

De ce fait, plusieurs pays ont conçu des programmes spécifiques pour former les enseignants et développer le métier d'enseignement, par ailleurs plusieurs travaux ont traité ces programmes et étudié le sujet de formations initiale et continue (F. Brière-Guenoun (2017), L. Cammarata et al (2018)).

Au Maroc, la formation initiale des futurs enseignants se fait durant une année scolaire dans les Centres Régionaux des Métiers de l'Éducation et de la Formation CRMEF (créés par

L'article 33 du décret N° 2-11-672 du 23 décembre 2011). Parmi les modules étudiés dans les CRMEF, on trouve celui des Technologies de l'Information et de la Communication qui vise 4 objectifs pour une enveloppe horaire de 20 heures :

- Être capable de travailler dans un environnement numérique.
- Être capable de produire, traiter, exploiter et diffuser des documents numériques.
- Être capable de s'informer et de se documenter par le biais des technologies de l'information et de la communication.
- Être capable de communiquer et d'échanger avec les technologies de l'information et de la communication

La formation continue reste avant tout une volonté politique, le rapport de la COSEF a confirmé que : « *L'actualisation des programmes lorsqu'elle est réalisée ne s'accompagne pas d'une formation adéquate et d'une remise à niveau des enseignants, qui de ce fait ne maîtrisent pas suffisamment les nouveaux concepts introduits* », et par conséquent, le rapport CSEFRS (2014) a déclaré que la formation continue « *se doit permettre aux enseignants de compléter et de perfectionner leur formation pour qu'ils soient capables de suivre et de s'adapter aux réformes que connaît le système éducatif.»* (CSEFRS ; (INESEFRS), 2014, p. 34). D'ailleurs, le projet 9 « *La rénovation des métiers de l'enseignement, de la formation et de la gestion : premier préalable pour l'amélioration de la qualité* », dans la vision stratégique de la réforme du CSEFRS pour la période de 2015-2030, présente deux points importants :

- Rendre la formation initiale obligatoire pour l'ensemble des métiers de l'enseignement en tenant compte des spécificités de chacun d'eux et en soutenant la spécialisation, notamment dans l'enseignement primaire.
- Diversifier les formes de la formation continue et le développement professionnel dans l'objectif d'encourager l'effort, la motivation, l'initiative et l'innovation dans les pratiques pédagogiques

De plus, plusieurs études ont abordé l'utilité de la formation des enseignants (initiale, continue) pour l'intégration des TIC dans l'enseignement Au Maroc, ils ont montré qu'une proportion importante d'enseignants souffrent du manque de formation aux TIC.

En effet, la plupart des enseignants en SVT ont déclaré qu'ils n'ont pas bénéficié d'une formation adéquate dans le domaine des TIC, notamment en relation avec SVT (Youssef El Madhi et al (2014), A. MAOUNI et al (2014), Benfares et al (2016), Youssef Nafidi et al 2018, Omar El ouidadi et al (2013) et Mohammed Mastafi (2015)). Dans le même contexte, Alj Omar et Nadia Benjelloun (2013) ont détaillé les besoins des enseignants de sciences physiques dans trois académies marocaines (Fès-Boulmane, Rabat-Salé et Tétouan-Tanger) : les enseignants ont besoin de formation sur les logiciels d'EAO (60 %), les logiciels d'ExAO (67,2 %), les logiciels de simulation (58,4 %), le système d'exploitation (37,6 %), le traitement de texte (28 %), les tableurs (36,8 %), PAO (40,8 %) et le réseau Internet (32,8 %).

D'ailleurs, en se basant sur le référentiel de compétence TIC de l'UNESCO, Aboutajdyne Mohammed et El Ouidadi Omar (2014) ont montré que les formations continues au Maroc s'intéressent principalement aux compétences professionnelles du premier stade « alphabétisation technologique », tandis qu'elles négligent les autres compétences comme l'« Approfondissement des connaissances » et la « Création de connaissances ». De ce fait, ils ont recommandé l'adoption d'une formation à distance hybride qui crée un environnement adéquat pour mettre en œuvre des pédagogies actives intéressantes, et pour avoir un temps suffisant que peut demander la mise en exercice de compétences professionnelles de l'enseignement.

Enfin, Faouzia Messaoudi et al (2012) ont signalé que plusieurs modèles de formations doivent être mis à la disposition des enseignants, notamment :

- Un accompagnement sous forme de tutorat.
- Une séance de regroupement en présentiel ou en ligne.
- La favorisation de l'autoformation.
- Les FOAD: Formations ouvertes et à distance.

2. Attitudes des enseignants

Pour perfectionner les conditions de réussite de l'intégration des TIC, il est primordial de déterminer les attitudes des enseignants face à l'usage des TIC, le niveau de leurs compétences techno-pédagogiques et leur intéressement à cette intégration. Cela permet d'identifier les profils des enseignants innovants et non innovants, afin de proposer des recommandations et de préparer des plans pour donner un autre souffle aux orientions officielles. Ainsi, plusieurs travaux ont essayé de déterminer les profils des enseignants et de décrire les usages et les attitudes des enseignants face aux TIC dans l'enseignement.

Abouhanifa Said et al (2008) ont montré que l'intégration des TIC par les enseignants de mathématiques de la Délégation de Settat (l'Académie régionale de l'éducation et de la formation de la région de Chaouia Ourdigha) est très insuffisante. Il résulte de ce travail que 34,9% des interrogés utilisent les technologies de l'information et la communication comme un outil de traitement de texte mathématique pour la présentation des énoncés de devoirs et de cours, que 18,3% pour construire des tableaux, que 14,3% les utilisent pour tracer des courbes, et 21,4% pour d'autres fins personnelles. En revanche, la plupart des enseignants intègrent les TIC pour des fins administratives.

Omar El ouidadi et al (2013) ont procédé à une classification des enseignants. Un tiers d'entre eux utilise les TIC pour des fins strictement personnelles, un autre tiers pour des fins professionnelles, et seulement 14 % affirment qu'ils utilisent les TIC en classe.

Abderrahim Abouzaid et al (2017) ont relevé que 95% des enseignants interrogés ont exprimé un grand intérêt pour les outils informatiques. Quant à l'intégration des TIC, il apparait que 20% des enseignants n'ont jamais intégré ces outils dans l'enseignement, que 57.5% les intègrent occasionnellement, et seulement 22.5% les utilisent régulièrement.

Dans le même contexte, Mohammed Mastafi (2015**)** a étudié les différentes compétences des enseignants à propos l'usage des technologies de l'information et de la communication. Concernant les systèmes d'exploitation informatique, il a trouvé que 58,8 % des enseignants ont des compétences de base en Windows, que 1,6 % en ont pour le système d'exploitation Linux et moins de 1 % pour le système d'exploitation du Mac. En revanche, 41,2 % des enseignants ne maitrisent aucun système d'exploitation. Par ailleurs, il a trouvé que 37,9 %

des enseignants interrogés utilisent facilement des logiciels du traitement de texte (Microsoft Word en particulier), que 32,8 % utilisent des logiciels de présentation (comme PowerPoint), que 22,1 % ont des compétences nécessaires pour la manipulation de logiciels éducatifs, et seuls 9,6 % d'entre eux maîtrisent les programmes de simulation d'expériences. Toutefois quand il s'agit de compétences garantissant l'intégration pédagogique des TIC dans l'enseignement, une majorité de 83,7 % des enseignants n'a pas ce type de compétences. D'ailleurs, l'étude d'Aziz Rasmy et Aurélien Fiévez (2015) a montré que l'intégration des nouvelles technologies est très faible. En effet, seulement 22 % des enseignants qui intègrent les TIC dans leurs stratégies pédagogiques, que moins de 20 % des enseignants poussent les élèves à utiliser les TIC pour développer un esprit critique, et seulement 10% des enseignants aident les élèves à réaliser des projets en utilisant les nouvelles technologies.

Les points communs de presque tous les travaux scientifiques marocains conduisent aux constats suivants : la plupart des enseignants interrogés sont persuadés de l'utilité et de la richesse pédagogique de l'intégration des TIC dans les pratiques d'enseignement, cependant l'intégration des TIC par les enseignants des matières scientifiques (SVT, PC, Mathématiques) en classe et hors classe est limitée, elle constitue un défi difficile à surmonter, elle a besoin d'efforts considérables de la part des enseignants et des responsables institutionnels. Dans les faits, les enseignants doivent avoir des attitudes positives face à l'utilisation des TIC et avoir les compétences technologiques et pédagogiques nécessaires, et les responsables doivent mettre à la disposition des enseignants les infrastructures technologiques, les formations adéquates et les ressources numériques compatibles avec les programmes enseignés (Youssef El Madhi et al (2014), A. MAOUNI et al (2014), Alj Omar et al (2013), Youssef Nafidi et al (2018), Samiha Benfaress et al (2016), Abderrahim Abouzaid et al (2017), Aicha Tarichen et al (2017)).

3. Obstacles de l'intégration des TIC

L'intégration des TIC dans l'enseignement contient à la fois des avantages et des obstacles, pour soutenir ces avantages, on a besoin tout d'abord d'éliminer les défis et les freins rencontrés par les enseignants lors de l'usage des TIC. Plusieurs recherches se sont penchées sur les obstacles qui freinent cette action :

Omar El ouidadi et al (2013) ont attribué la résistance de l'intégration des TIC à différents facteurs ; ils ont relevé que 37,2 % et 13,6 % des enseignants ont bénéficié respectivement de formations continue et initiale, et qu'il y a une faible utilisation d'applications comme office, d'applications de communication, de moteurs de recherches et d'applications d'EXAO. Ils ont ajouté d'autres facteurs : les enseignants de milieu urbain utilisent les TIC mieux que les enseignants de zone rurale, de plus les enseignants des matières scientifiques et les enseignants du secondaire qualifiant et collégial sont innovants par rapport aux enseignants des matières littéraires. Dans le même contexte, les enseignants des sciences de la vie et de la terre interrogés dans l'étude de Youssef El Madhi et al (2014) ont constaté que plusieurs obstacles entravent l'intégration des TIC dans l'enseignement des SVT : ''Formation insuffisante dans le domaine'' déclarée par 90% des enseignants et '' Surnombre des élèves'' affirmé par plus de 90% des interrogés. Ils ont ajouté d'autres difficultés : emploi du temps, programme trop chargé, rareté des ressources numériques éducatives utiles, manque d'assistance technique aux utilisateurs et absence de planification (absence de cadre référentiel).

Abouhanifa Said et al (2008) ont déterminé trois catégories d'obstacles lors de l'intégration des nouvelles technologies dans l'école marocaine : la première est à caractère organisationnel, due au nombre élevé d'élèves. Pour surmonter cet obstacle, les auteurs ont recommandé de travailler en groupe et d'utiliser des vidéos projecteurs. La deuxième catégorie d'obstacles est technique, elle englobe : la maîtrise des outils informatiques et des logiciels adéquats, la maintenance du matériel informatique, et la gestion du temps et du contenu. Ces obstacles sont dus au manque de formation des enseignants dans ce domaine, du nombre insuffisant d'ordinateurs, de l'insuffisance de temps des enseignants et du manque d'intérêt et de volonté. La dernière catégorie d'obstacles s'intitule « rôle des acteurs », elle s'articule autour des nouvelles fonctions des enseignants et des élèves dans l'école moderne. A leur tour, Faouzia Messaoudi et al (2012) ont aussi relevé de nombreux obstacles comme la sous-exploitation des équipements installés, le manque de développement professionnel du corps enseignant et la gestion défaillante locale. Par ailleurs, ils ont pointé que l'insuffisance des ressources numériques certifiées par des responsables pédagogiques, que le manque de motivation et d'encouragement des enseignants par les dirigeants, que l'instabilité dans les centres de décision et dans les

politiques éducatives, que l'absence de dialogue et de consultation entre les différents acteurs constituent autant d'obstacles qui freinent l'intégration des TIC.

En résumé, les obstacles relevés dans la plupart des recherches (Aziz Rasmy et Aurélien Fiévez (2015), Nachit Brahim et al (2013), Abderrahim Abouzaid et al (2017), Youssef Nafidi et al (2018), Alj et al (2013), Benfaress et al (2016), Mohammed Mastafi (2015), A. Maouni et al (2014), Aicha Tarichen et al (2017), Youssef El Madhi et al (2014)) peuvent être classés en trois catégories :

- La première dépend du développement professionnel des enseignants : la plupart des enseignants interrogés déclarent qu'ils ont eu juste des initiations élémentaires dans le domaine des TIC et non pas eu de formations avancées qui permettent de développer des compétences.

- La deuxième catégorie est relative aux équipements informatiques dans les établissements : les enseignants critiquent la qualité et le vieillissement des outils informatiques mis à leur disposition.

- La troisième catégorie touche le contexte individuel des enseignants : leur attitude négative et leur volonté passive présentent autant de freins pour l'intégration des TIC.

III. Questions de recherche

A la lumière des résultats antérieurs à propos de l'intégration des TIC dans l'enseignement secondaire au Maroc, un premier constat renvoie à un manque de travaux consacrés de manière exclusive à l'enseignement des mathématiques. Notre travail cherche à combler cette lacune, tout en tenant compte de l'ensemble de ces résultats. Les formations d'enseignants, les obstacles et les attitudes, sont autant d'éléments qui rentrent en compte dans le processus d'intégration des TIC, et nous nous proposons de les intégrer dans notre investigation selon notre propre classification, que nous présentons sous forme des questions de recherche suivantes :

- Quelles sont les connaissances dont disposent les enseignants à propos des aspects institutionnels de l'intégration des TIC ?

- Quelles sont les compétences techno-pédagogiques dont disposent les enseignants, et quelles sont leurs planifications pédagogiques à l'aide des outils TIC ?

- Quels aspects didactiques sont traités par l'intégration des TIC dans les pratiques d'enseignement ?

Voici les questions de recherche auxquelles nous cherchons à répondre dans une première partie de notre travail, avec l'originalité d'utiliser une analyse qui permet de tenir compte à la fois, des liaisons éventuelles entre les réponses à ces questions, des éléments discriminants dans ces réponses, ainsi de leur ordre de priorité.

IV. TIC et enseignement des mathématiques au Maroc

Le Maroc a connu trois grandes réformes de l'enseignement des mathématiques, au secondaire, durant ces 60 dernières années. Il s'agit en l'occurrence de :

- **La réforme des mathématiques modernes (fin des années 1960)** : J.P. Nuss, le responsable des programmes et de l'enseignement des mathématiques a adopté en 1962 les principes des mathématiques modernes comme une reforme dans l'enseignement des mathématiques au Maroc. Ensuite, Yves Peureux a généralisé cette réforme dans les programmes marocains en 1968. La réforme des mathématiques modernes vise à :

  - Former les esprits des élèves et développer leur intelligence,
  - Les habituer au raisonnement déductif dès le plus jeune âge possible,
  - Permettre un accès assez précoce aux notions générales, aux grandes structures et aux symboles logiques.

- **La réforme accompagnant l'arabisation (fin des années 1980)** : L'année 1978 est connue par le début de préparation du plan d'arabisation de l'enseignement des matières scientifiques sous la direction de la commission de réflexion et de réforme de l'enseignement des mathématiques dans le primaire et le secondaire. En effet, ce plan a concerné le collège en 1983, puis le secondaire en 1987. Il vise à :

- Permettre à tous les élèves une formation mathématique minimale et ne pas restreindre la connaissance mathématique à une élite d'élèves,
- Permettre à l'élève d'acquérir des connaissances mathématiques qui contribueront, avec les autres disciplines, à fournir à l'élève les outils intellectuels et techniques qui seront nécessaires sur le court, le moyen et le long terme,
- Ne pas center les programmes uniquement sur les besoins des formations scientifiques supérieures,
- Les programmes doivent permettre l'éclosion de l'élite des élèves qui a les capacités à suivre l'enseignement scientifique et technique,
- Les programmes doivent constituer une continuité avec ceux du premier cycle,

- **La réforme préconisée par la charte nationale (2000)** : La charte nationale de l'éducation et de la formation lancée en 2000 par le ministère de l'Éducation Nationale, de la Formation Professionnelle, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, a adopté une autre réforme pour l'enseignement des mathématiques au Maroc. Elle a encadré l'enseignement de cette discipline par un ensemble de recommandations, regroupés dans un document sous le nom « Orientations Pédagogiques de l'enseignement des mathématiques ».

Dans ce qui suit, nous allons nous intéresser particulièrement aux orientations pédagogiques qui sont en cours actuellement dans le secondaire qualifiant et dans le secondaire collégial, qui encadrent l'intégration des TIC dans l'enseignement des mathématiques.

1. TIC et orientations pédagogiques de l'enseignement des mathématiques au Maroc

i. Orientations pédagogiques au secondaire qualifiant

Les orientations pédagogiques de l'enseignement des mathématiques au secondaire qualifiant (2007) ont présenté six objectifs d'enseignement des mathématiques au lycée. Le sixième objectif « *Mettre à la disposition de l'élève des bases solides dans les mathématiques pour se qualifier aux futures études et s'intégrer dans le processus de la vie dans des circonstances appropriées* », vise à développer chez l'élève les compétences de base en intégrant les nouvelles technologies.

Ces orientations ont par ailleurs encouragé les enseignants à intégrer les TIC dans leurs pratiques d'enseignement des mathématiques. En effet, afin de faciliter et d'améliorer l'apprentissage, l'enseignant doit diversifier ses outils et moyens pédagogiques pour stimuler les capacités cognitives des élèves. Ces outils varient en fonction de la nature des activités pédagogiques éducatives, ainsi que des aspects didactiques et cognitifs de la discipline. Ces outils tels les vidéoprojecteurs, les CD rom, les calculatrices scientifiques ou programmables et les logiciels informatiques, ont pour buts (selon les orientations pédagogiques) de :

- Simplifier des calculs et déterminer des valeurs approchées.
- Vérifier des résultats et des conjectures.
- Résoudre des problèmes qui nécessitent plus du temps.
- Construire des tableaux, des graphiques, des courbes et des figures géométriques dans le plan ou dans l'espace.
- Faire des simulations ou animations de figures dans le plan ou dans l'espace.

Leçon	**Niveau**	**Outil technologique**	**Recommandations pédagogiques**
Ordre dans R	Tronc commun scientifique	Calculatrice scientifique	La calculatrice est un outil qui aide à l'apprentissage des notions récentes (encadrement, valeurs approchées, …). Toutefois les élèves devront prendre connaissance de l'écriture scientifique et être conscients que la calculatrice donne dans certains cas une approximation décimale des résultats, il est donc important que les élèves acquièrent des techniques propres à la calculatrice scientifique.
Géométrie spatiale	Tronc commun scientifique	Logiciels disponibles dans les établissements	Utiliser dans la limite de ce que les établissements scolaires possèdent des logiciels informatiques installés dans l'ordinateur en vue de déterminer les sections coplanaires de quelques figures de l'espace.
Fonctions numériques Généralités sur les fonctions numériques	Tronc commun scientifique 1 ère année bac scientifique	Calculatrice scientifique et programmable Calculatrice scientifique et logiciels disponibles	Utiliser la calculatrice scientifique pour préciser le tableau de valeurs d'une fonction. La calculatrice programmable interviendra dans la construction des graphes chaque fois que c'est possible. Utiliser dans la limite du possible, les calculatrices et logiciels informatiques qui donnent la possibilité d'étudier la fonction.
Les suites	1 ère année bac scientifique	Non défini	Le cours des suites est une occasion pour que les élèves s'habituent à l'outil informatique

Limite des suites numériques	2eme année bac scientifique	Non défini	Non défini
Calcul des probabilités	2eme année bac scientifique	Calculatrice et EXCEL	On utilise la simulation pour montrer la stabilité des fréquences d'un événement aléatoire à partir de la répétition d'une expérience aléatoire un grand nombre des fois (par exemple 10000 fois et plus), en utilisant des exemples simples et en utilisant la touche « rand »de la calculatrice scientifique ou programmable ou en utilisant le logiciel Excel pour faciliter la compréhension de la probabilité d'un événement aléatoire. Toute justification théorique de ce résultat est hors programme. A partir de la répétition d'une expérience aléatoire un grand nombre des fois, à titre d'exemple : le jet d'une pièce de monnaie, tirage d'une boule d'une urne…, on constate la stabilité de fréquence d'un événement aléatoire ensuite on admet le résultat obtenu. Pour cela on peut utiliser la fonction rand de la calculatrice scientifique ou programmable ou les logiciels informatiques.

Tableau 1 : TIC dans les orientations pédagogiques au secondaire qualifiant

ii. Orientations pédagogiques au secondaire collégial

Parmi les compétences visées par les orientations pédagogiques de l'enseignement des mathématiques au secondaire collégial (2009) ; la septième compétence « *Développer la capacité de l'élève à utiliser les technologies de l'information et de la communication* », insiste sur l'intégration de ces outils dans les activités numériques, algébriques, géométriques et statistiques.

Leçon	Niveau	Outil technologique	Recommandations pédagogiques
Nombres décimaux relatifs	1 ère année collégiale	Calculatrice scientifique	La calculatrice est un outil auxiliaire pour traiter les concepts précédents (somme et multiplication de deux nombres, calcul des valeurs arrondies pour un nombre fractionnaire, calcul des sommes algébriques, ...). Les élèves doivent acquérir des techniques spéciales à l'aide de la calculatrice scientifique (priorités des opérations, fonctions tactiles, ...).
Géométrie	1 ère année collégiale	Non défini	L'utilisation d'outils TIC, dans la mesure du possible, afin de corriger les représentations et les perceptions erronées de l'élève sur les concepts de la géométrie dans l'espace.
Statistique	1 ère année collégiale 2eme année collégiale 3eme année collégiale	Logiciels disponibles	Les outils TIC peuvent être utilisés dans la mesure où les établissements d'enseignement y ont accès.
Géométrie	3eme année collégiale	Logiciels et vidéos	L'utilisation des logiciels et vidéos pour introduire le théorème de Thales et sa réciproque.

Tableau 2 : TIC dans les orientations pédagogiques au secondaire collégial

V. Questions de recherche

Les orientations pédagogiques constituent un cadre théorique uniforme pour l'enseignement des mathématiques au niveau national, elles théorisent et organisent les

contenus des manuels scolaires et la documentation des enseignants. Comme on vient de le voir, les orientations pédagogiques de l'enseignement des mathématiques au secondaire qualifiant et collégial ont accordé une attention dans leurs recommandations à l'intégration des TIC dans les travaux des enseignants. **Mais est ce que le contenu des manuels scolaires de mathématiques répond pleinement ces recommandations ?**

Cette question délimite la problématique de la deuxième partie de notre recherche. Après un passage en revue de tous les manuels scolaires marocains de mathématiques de l'enseignement secondaire qualifiant et collégial, à la recherche d'activités qui intègrent les TIC (intégration des ressources numériques dans les manuels scolaires), nous nous sommes adressés aux enseignants à l'aide d'un second questionnaire pour répondre aux questions de recherche suivantes :

- Au cours du processus d'instrumentalisation, quand l'enseignant cherche les ressources adéquates, les organise, les cadre, les améliore selon son objectif d'enseignement, quelles sont alors ses ressources ? Et pour quelles raisons elles ont été ciblées ?

- Au cours des genèses d'instrumentation, est ce que les ressources numériques dans les manuels scolaires marocains ont des qualités didactiques pertinentes et des avantages remarquables pour répondre aux objectifs des orientations pédagogiques officielles ?

- Est-ce que l'enseignement de mathématiques est prêt d'avoir un manuel scolaire numérique[6] ? Et quelles sont les notions qui peuvent faire l'objet d'une utilisation des TIC dans les manuels numériques ?

- Dans le cadre de l'innovation pédagogique, est ce que l'enseignant a les compétences nécessaires de créer ses propres ressources numériques ? Et dans le cadre du travail documentaire communautaire, est ce qu'il les partage avec ses collègues en participant au Concours des enseignants innovants au Maroc ?

[6] D'après la définition de la SDTICE, un manuel numérique est un manuel dématérialisé que l'on utilise avec un ordinateur. Il est vu sur l'écran ou projeté en classe avec un vidéoprojecteur. En plus des textes et images que l'on trouve dans le manuel papier, le manuel numérique peut proposer des documents sonores, des animations ou des vidéos.

Ce sont les questions auxquelles nous tenterons de répondre dans la deuxième partie de nos investigations, en utilisant une analyse qui permet de mettre en avant les liaisons entre les réponses des enseignants, ainsi que les éléments discriminants et les priorités qui se dégagent de ces réponses.

Troisième chapitre : Cadre théorique

I. Introduction

Ce chapitre s'intéresse au cadre théorique de notre travail, il s'organise comme suit : nous allons tout d'abord mener une étude bibliographique en jetant un éclairage sur quatre aspects importants ; l'impact des TIC sur l'enseignement et l'apprentissage, les facteurs influençant l'intégration des TIC, les obstacles freinant cette intégration, ainsi que l'usage des TIC dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Puis, nous allons présenter les principes des différentes théories d'apprentissages (behaviorisme, cognitivisme, constructivisme, socioconstructivisme et connectivisme). Ensuite, à travers l'étude de quelques modèles d'intégration des TIC, nous allons proposer notre propre modèle synthèse qui encadre la formulation du premier questionnaire. Enfin, nous allons exposer les concepts fondamentaux de l'approche documentaire pour encadrer notre deuxième étude.

II. Étude bibliographique

1. *Le concept « TIC »*

L'humanité a connu dès sa naissance trois révolutions, qui ont bouleversé totalement la vie de l'être humain : la révolution néolithique, la révolution industrielle, et la révolution de l'information actuelle. La notion des technologies de l'information et de la communication apparait dans la troisième révolution au centre de plusieurs domaines et disciplines, comme : l'ingénierie, l'informatique, les sciences de l'éducation et les sciences de la communication…

Dans les travaux scientifiques, plusieurs acronymes sont utilisés par différents auteurs pour désigner les technologies de l'information et de la communication : Nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC), Nouvelles technologies (NT), Nouvelles technologies de l'information (NTI) et Technologies Usuelles de l'Information et de la Communication (TUIC). Mais l'acronyme le plus souvent utilisé dans les écrits scientifiques est « TIC », qui désigne **T**echnologies de l'**I**nformation et de la **C**ommunication.

Dans la plupart des acronymes utilisés, trois initiales se répètent (T, I, C). Dans ce qui suit, nous présenterons la définition de chaque mot de ces initiales :

Technologie : Le mot Technologie désigne selon le dictionnaire Larousse « *Étude des outils, des machines, des procédés et des méthodes* », il est d'origine Grec'' technologia'' :

Tekhnè : le métier (tekhnaï), l'art, le procédé, la production technique

Logia : la théorie, de logos, le discours rationnel, logique.

En éducation, le mot « technologie » peut désigner n'importe quel type d'outil ou de connaissance appliquée (Unesco, 2008). Dans les écrits scientifiques, deux visions définissent la technologie, la première s'intéresse à l'instrument, aux machines et aux techniques, tandis que, la deuxième s'intéresse aux connaissances et savoirs.

Information : P. Brouste et D. Cotte ont défini le terme « Information » comme : « *le résultat d'un processus de mise en forme et de matérialisation visant à communiquer un fait ou un ensemble de faits à un public donné* » (Franck Bulinge, Maîtriser l'information stratégique : Méthodes et techniques d'analyse, p. 36). Par conséquent, ce terme est un mélange entre la production de l'information et sa communication. Il prend plusieurs formes, il peut être un contenant (support), un processus (mise en forme et en disposition), ou un contenu (message)

Communication : La communication est introduite par le transport d'une entité mesurable appelée arbitrairement information, elle présente un acte, toutefois l'information est son produit (Escarpit, 1991).

En résumé, les TIC comprennent toutes les activités qui permettent de produire, traiter et transformer l'information et la communication, en utilisant un procédé électronique (OCDE). Pour l'UNESCO (2004) « *les TIC sont définies comme la combinaison des technologies issues de l'informatique avec d'autres technologies apparentées, en particulier les technologies de la communication* » (p. 13).

En outre, Plusieurs travaux utilisent l'acronyme TICE (TIC+E = TIC + Enseignement) pour désigner les outils, produits numériques et même les processus et l'ensemble des méthodes utilisées dans le contexte de l'enseignement et l'apprentissage. Le Ministère canadien de l'éducation a défini les TICE en 2000, comme étant « *(…) des outils et des ressources au service de l'apprentissage et de l'enseignement (…) des moyens de consultation de sources*

documentaires, mais aussi des moyens de production » (Programme de formation de l'école québécoise (2000), page 5).

Raby (2004), quant à lui, a distingué trois aspects pour définir les technologies de l'information et de la communication dans l'enseignement (TICE) :

- Les équipements qui sont les instruments porteurs de message, les réseaux, les ordinateurs, Internet, etc. ;
- Leur utilité dans l'apprentissage ou l'enseignement ;
- Leur domaine d'application qui est l'éducation.

Dans ce travail, nous désignons par les mots TIC et TICE tous les outils informatiques utilisés dans le champ éducatif.

2. Le concept « Intégration »

Le terme « intégration » désigne l'opération d'assembler les différentes parties d'un système et d'assurer leur compatibilité ainsi que le bon fonctionnement du système complet (le Petit Larousse Illustré (2014)). Mais Legendre (1993) l'a défini comme une « *action de faire interagir divers éléments en vue d'en constituer un tout harmonieux et de niveau supérieur* » (page, 732).

L'application de ce concept dans le domaine de la technologie de l'information et de la communication en éducation met en évidence l'importance de faire interagir harmonieusement les TIC avec les autres composantes de la situation éducative pour que la résultante, c'est-à dire l'apprentissage et l'enseignement, soit de niveau supérieur (Raby 2004). Quand on parle de l'intégration des TIC, Lauzon, Michaud et Forgette-Giroux (1991) distinguent deux types d'intégration : intégration physique et celle pédagogique.

En effet l'intégration physique désigne de mettre en disposition aux enseignants et aux élèves les équipements technologiques nécessaires, afin de s'en servir occasionnellement pour des fins pédagogiques (Lauzon, Michaud et Forgette-Giroux, 1991). Mais ce type d'intégration ne suffit pas pour parler d'un usage efficace des TIC dans l'enseignement et l'apprentissage. Bray (1999) montre que l'équipement des classes par les TIC ne signifie pas

que les enseignants auront les capacités techniques de les utiliser ou que le curriculum sera amélioré par leur présence.

De même, plusieurs auteurs sont en accord avec cette idée, ils affirment que l'étape de l'intégration physique est nécessaire, mais l'intégration en général des TIC doit être principalement pour des fins pédagogiques (Depover et Strebelle, 1996 ; Dias, 1999 ; Jefferson et Edwards, 2000 ; le Conseil supérieur de l'éducation 2000a), car c'est l'intégration pédagogique qui détermine la réussite ou l'échec de l'intégration des TIC dans l'éducation (IsaBelle, 2002).

D'autres auteurs définissent l'intégration des TIC juste par l'intégration pédagogique. Dias (1999) déclare que « *Les technologies sont intégrées lorsqu'elles sont utilisées de manière continue pour soutenir et pousser plus loin les objectifs du programme et pour engager les élèves dans des apprentissages significatifs*. »[7]

3. Impact des TIC

Dès les premières utilisations des TIC dans l'éducation, l'une des questions les plus récurrentes était celle de l'effet des TIC sur l'enseignement et surtout sur l'apprentissage. La méta-analyse de recherche sur l'impact des TIC par Tamim, Bernard, Borokhovski, Abrami et Schmid (2011) a montré que la technologie a un impact sur l'apprentissage des apprenants. En effet, lorsque les TIC sont intégrées pour favoriser l'enseignement, l'effet est simple. Mais, lorsque les TIC sont intégrées pour favoriser l'apprentissage, l'effet est significatif. Cela permet déjà de nuancer l'effet de l'intégration des TIC entre enseignement et apprentissage.

L'usage significatif des TIC par les enseignants en classe développera probablement la qualité de l'apprentissage d'une façon efficace et rapide. Dans cette partie, nous déterminons dans un premier lieu l'effet des TIC sur l'apprentissage des apprenants, ensuite sur le travail des enseignants.

[7] « *technology is integrated when it is used in a seamless manner to support and extend curriculum objectives and to engage students in meaningful learning*» (p. 11)

i. Impact sur l'apprentissage

a. Impact sur la motivation et la qualité de l'apprentissage

Les apprenants de la génération actuelle sont accoutumés aux nouvelles technologies numériques dans leur vie quotidienne, de ce fait, les enseignants doivent exploiter cet avantage pour favoriser l'apprentissage en classe. Les TIC ne sont pas convenables aux principes de la pédagogie traditionnelle, mais elles sont un renfort pour les pédagogies modernes. En effet, la recherche contemporaine montre que l'intégration des TIC dans l'éducation fait partie des approches pédagogiques qui favorisent davantage l'apprentissage des élèves (karsenti 2009). Ainsi, les élèves du primaire préfèrent apprendre avec des matériaux physiques et des formes concrètes, tandis que, les élèves du secondaire apprennent mieux avec les technologies de l'information et de la communication (TIC). Kaput (2007)

Plusieurs chercheurs trouvent que les TIC ont un impact positif sur l'apprentissage des élèves, elles assurent un apprentissage plus signifiant, plus contextualisé et plus viable et donnent d'autres opportunités et possibilités pour l'avenir des élèves (Karsenti & Collin, 2011). Dans l'étude d'Ayadi et al. (2009), les apprenants sont devenus actifs grâce à l'usage des TIC dans leurs apprentissages, ils prennent l'initiative pour apprendre, et font un effort important pour la résolution de problèmes, pour la recherche de solutions originales, en suivant des méthodes d'analyses pertinentes. Par ailleurs, le Conseil supérieur de l'éducation (2000) a trouvé que « *de nombreux auteurs et éducateurs ont observé une amélioration des comportements, des attitudes et des habiletés chez les élèves et étudiants placés dans un contexte d'enseignement et d'apprentissage faisant appel aux technologies nouvelles : plus grande motivation et autonomie, davantage de collaboration, des efforts plus soutenus, des encadrements plus personnalisés* » (Raby 2004, p. 18).

Les TIC mettent facilement et gratuitement à la disposition des enseignants et apprenants les ressources numériques nécessaires pour enseigner et apprendre (Depover et al., 2007). De plus, Ils donnent aux apprenants l'opportunité d'accéder en toute autonomie aux différents savoirs, sur lesquels les enseignants avaient jusqu'à ces dernières années le droit exclusif de les transmettre aux élèves (Messaoudi et al., 2012). Ils assurent des objectifs fondamentaux dans l'éducation comme l'égalité d'apprendre et l'accès à l'information pour tous (Charlier, 2011). Dans le même contexte, l'utilisation des animations et des vidéos

comme supports d'enseignement permet aux apprenants d'assimiler des notions difficiles et de les relier à la vie réelle. L'étude de Droui et el Hajjami (2015) en est une illustration. Ils ont montré qu'un apprentissage actif basé sur la simulation et l'ExAO favorise une meilleure appréhension des lois de Newton. En mathématiques, Zaman et al (2004) ont fait le même constat auprès d'élèves qui ont utilisé des didacticiels multimédias.

En fait, toute interaction entre un groupe de personnes, nécessite une communication efficace et fructueuse pour satisfaire tous les membres, et c'est le cas, dans l'action enseignement -apprentissage, entre enseignants et apprenants. Les TIC représentent un outil de communication qui peut mettre à la disposition des enseignants et des apprenants toute une gamme de stratégies de communication en classe, notamment à distance (Dintinger et al. 2017). Elles facilitent les échanges et suscitent chez les apprenants des questions, voire des idées créatives. (Biaz et al, 2009).

Christian Barrette (2005), à la lumière d'une synthèse effectuée par le Centre de recherche CARET[8] à partir de 706 titres d'articles et rapports de recherches sur les TIC, a conclu que les TIC stimulent la motivation, la passion chez les élèves dans le but de :

- Résoudre des problèmes et acquérir une expérience fructueuse.
- Produire, présenter et partager leur travail.
- Développer des compétences et des connaissances de base.

b. Impact des TIC sur les opérations cognitives d'ordre supérieur

L'impact de l'intégration des TIC dans l'apprentissage des élèves dépasse les compétences simples, il peut même favoriser des compétences d'ordre supérieur. En effet, les TIC stimulent chez les élèves des compétences intellectuelles transversales comme l'esprit critique et des habiletés méthodologiques d'ordre cognitif et métacognitif (Jefferson et Edwards, 2000). Hopson, Simms et Knezek (2002) ont justifié que l'usage de la technologie dans l'apprentissage stimule l'autonomie et la créativité des apprenants lors de l'exécution de tâches et de résolution de problèmes. L'impact des TIC devient positif sur l'apprentissage,

[8] Le CARET (2004) est un centre créé par l'International Society for Technology in Education. Ce projet, financé par la Bill and Melinda Gates Foundation, a pour but de diffuser une synthèse d'expériences révélant un impact positif des nouvelles technologies en enseignement et en apprentissage

lorsque ces outils sont intégrés dans des situations constructives et fructueuses, qui créent un conflit cognitif et un changement conceptuel pour les élèves. (Elkhatabi, 2011)

Pour Christian Barrette (2005), les TIC permettent le développement d'opérations cognitives d'ordre supérieur, en particulier lorsque :

- On enseigne aux élèves de suivre des démarches de résolution de problèmes, en intégrant les TIC, lors de la recherche de solutions.
- Les élèves apprennent en groupes et en collaboration, en utilisant les outils TIC, pour trouver des solutions à divers problèmes.
- Les élèves intègrent avec succès les TIC afin de communiquer, présenter et diffuser leurs travaux.

c. Impact des TIC sur le rendement scolaire

Christian Barrette (2005) a montré dans sa synthèse que les TIC améliorent les résultats scolaires quand le dispositif d'enseignement :

- Favorise complètement les objectifs du programme d'enseignement.
- Encourage le travail en collaboration entre les élèves.
- S'ajuste aux capacités de l'élève et à son expérience antérieure et fournit une rétroaction sur des résultats et progrès de l'élève.
- Favorise les activités utilisées dans l'enseignement.
- Présente aux élèves des moyens de conception et de mise en place de projets qui dépassent le contenu du programme d'études.
- Est intégré dans des écoles qui encouragent l'usage des TIC.

ii. Impact des TIC sur l'enseignement

La plupart des études scientifiques qui ont abordé le sujet de l'intégration de la technologie de l'information et de la communication ont accordé une place importante aux effets des TIC sur l'enseignement (Butcher, 2005 et Isaacs, Broekman et Mogale, 2005). Les TIC influencent les pratiques des enseignants et favorisent les nouveaux rôles des enseignants

de l'approche constructiviste (Fleischer, 2012). L'enseignant devient principalement « *un animateur, un facilitateur, un mentor, un guide dans la découverte et la maîtrise progressive de connaissances, d'habiletés et d'attitude* » (Grégoire, Bracewell et Laferrière, 1996, p. 25).

Les TIC changent effectivement les pratiques pédagogiques des enseignants, mais Bibeau (2007) a déclaré que « *changer ce n'est pas innover* », l'innovation des enseignants en matière des TIC nécessite plusieurs principes : l'enseignant doit, en premier lieu, augmenter les contacts enseignant-élèves à l'école ou en ligne et soutenir les ambitions élevées des élèves. Il a besoin d'encourager l'apprentissage réactif, proactif et interactif. Ainsi il est nécessaire d'appuyer une rétroaction immédiate et efficace, doubler le temps d'études, renforcer les talents pertinents, et encourager le travail en collaboration entre les élèves.

L'intégration réussie des TIC dans l'éducation dépend dans une large mesure de la capacité de l'enseignant à structurer l'environnement d'apprentissage (Unesco, 2008). Butcher (2005) a affirmé que les TIC permettent aux enseignants de développer et améliorer leur rendement ; et que ce dernier est favorisé par :

- La présentation de mini et micro-leçons intégrant les TIC en vue d'observer, manipuler, expérimenter, et enfin extraire des conclusions qui peuvent ensuite renforcer le travail des enseignants.

- La présentation de séances d'enseignement intégrant les TIC, dans des salles réelles, avec de vrais apprenants. Ces séances peuvent ensuite être disséquées, examinées, visionnées à nouveau et évaluées progressivement, sans changer l'enseignement dans la classe.

- La diffusion de formations pour les enseignants sur la radio, la télévision et l'ordinateur (en ligne ou enregistrée) pour garantir des formations adéquates, moins couteuses, à distance, en respectant le temps et le lieu qui conviennent aux enseignants, aucune perturbation de l'horaire scolaire.

- Des modules de formations à distance qui répondent aux besoins des enseignants, et leur donnent l'opportunité de préparer à domicile leur formation.

- L'organisation de formations périodiques pour actualiser les connaissances didactiques et pédagogiques des enseignants.
- Les espaces qu'offrent les TIC aux enseignants pour communiquer avec des groupes en ligne, sous forme de forums ou de conférences virtuelles.

Les TIC représentent des outils intéressants pour garantir une formation de qualité en ligne à une vaste population d'enseignants, par substitution aux formations classiques qui rencontrent souvent beaucoup de contraintes. La formation en ligne assure le partage facile de contenus pédagogiques et une instauration efficace des nouvelles réformes pédagogiques (Mahdi, Chekour, & Laafou, 2014) ; de ce fait, les TIC contribuent au développement des carrières des enseignants, à l'amélioration de la qualité de leur travail, et à leur mise en confiance lors de la recherche d'informations pour un usage professionnel ou privé (Thierry Karsenti et Simon Collin, 2013).

En outre, les enseignants et tous les acteurs dans le champ de l'éducation peuvent diffuser et partager facilement et à peu de frais, voire gratuitement, des activités et ressources pédagogiques numériques. Par conséquent, ces sources (sites internet- plateformes…) mettent à la disposition des enseignants et des élèves une banque d'activités numériques pour une exploitation efficace en faveur de l'apprentissage des apprenants. L'étude d'Anderson (2006) en Suède a montré que les enseignants intègrent les TIC, pour essentiellement parvenir à une information scientifique ou à des ressources numériques, permettant de préparer des cours de bonne qualité.

Finalement, la recherche sur l'intégration des TIC s'accorde sur le fait que la plupart des enseignants sont conscients de l'utilité des technologies de l'information et de la communication dans toutes les étapes de l'enseignement, depuis la planification et la préparation jusqu'à la présentation du travail devant les élèves. Actuellement, les pays développés ont dépassé dans leurs recherches la question de l'utilité-ou non- des TIC dans leurs systèmes éducatifs, ils concentrent tous leurs efforts sur les conditions et les facteurs qui pourront contribuer à un effet positif de ces technologies sur l'enseignement et l'apprentissage.

4. Facteurs d'intégration des TIC

L'intégration des TIC est un projet complexe qui nécessite plusieurs conditions et facteurs pour garantir sa réussite. La recherche scientifique sur plusieurs années, a pu mettre en avant plusieurs facteurs, qui contribuent considérablement à l'intégration des TIC dans les établissements d'enseignement. Bibeau (2007) les a nommés par « *les ingrédients* ». Ces derniers doivent être disponibles en bonne quantité et mélangé dans des proportions qui respectent l'autonomie régionale ainsi que la sensibilité des acteurs locaux (écoles), afin de préparer la recette d'une implantation réussie des TIC dans l'enseignement. Ces ingrédients sont :

- Une intention politique forte qui renforce les efforts de tous les acteurs, encourage et soutient notamment le travail des enseignants.
- Des investissements financiers importants afin d'assurer la mise en œuvre des projets pour une longue période.
- Des ordinateurs suffisants en nombre, disponibles pour tous, de bonne qualité et connectés à l'internet.
- Des applications convenables pour une utilisation pédagogique, destinées à tous, avec des ressources et activités numériques.
- Un soutien technique disponible dans les établissements.
- Un plan systémique d'intégration, résultat d'un travail fructueux entre tous les acteurs de l'éducation.
- Un temps suffisant dans toutes les étapes d'enseignement et d'apprentissage : la planification, la préparation, la présentation, l'évaluation, ainsi que pour la formation des enseignants.

Raby (2004) a par ailleurs souligné dans sa thèse cinq facteurs qui influencent l'intégration des TIC : des facteurs contextuels, institutionnels, sociaux, pédagogiques et personnels :

Facteurs contextuels :

Le contexte pour intégrer les TIC est un élément essentiel pour réussir cette opération. Raby (2004) regroupe les facteurs qui déterminent le contexte par l'acronyme TEARS (« T » pour temps, « E » pour expertise, « A » pour accessibilité, « R » pour ressources et « S » pour soutien). En effet, l'usage des TIC dans le milieu scolaire nécessite, dans un premier lieu, un temps suffisant pour la planification, la préparation, l'expérimentation et même la présentation des contenus numériques (Karsenti et al., 2012). De plus, l'utilisation de nouveaux outils et approches, comme c'est le cas de l'intégration des TIC, exige aussi une expertise qui est une résultante des formations continues de la part des enseignants. En effet, l'étude de Hardy (2003) montre que les enseignants soutiennent que la formation professionnelle est nécessaire pour leur expertise, car elle leur permet :

- D'explorer profondément les notions mathématiques et de favoriser la réflexion des élèves.
- De réfléchir et donner leurs avis sur l'expérience de l'enseignement qu'ils ont vécue, et même de proposer des recommandations pédagogiques.
- D'utiliser ces avis et ces recommandations comme un point de départ pour réussir la formation professionnelle.
- D'encourager les enseignants à devenir des chercheurs dans leurs propres salles de classe.

L'intégration de TIC exige aussi l'équipement des établissements scolaires par les outils et les matériels numériques nécessaires, avec un soutien technique et administratif (Karsenti, Salomon Tchameni NGAMO, 2009). Elle a besoin en outre d'un investissement important en ressources numériques afin de garantir une accessibilité illimitée des différents acteurs. De ce fait, Sasseville (2002) montre que les TIC nécessitent un effort supplémentaire de la part des enseignants et des élèves à la fois, pour adapter les ressources numériques aux activités et matières enseignées en classe. Il ajoute que les enseignants doivent, dans un premier temps, consacrer une partie importante de leur travail à une familiarisation aux outils TIC, avant de commencer à innover et développer des ressources cohérentes avec leurs objectifs

d'enseignement en classe. Quant aux élèves, ils doivent participer efficacement à l'innovation pédagogique, en apprenant le fonctionnement de logiciels pédagogiques.

Facteurs institutionnels

La lecture objective du système éducatif par les dirigeants et leur volonté politique contribueront sûrement à mettre des plans proactifs et des projets fructueux pour l'intégration des technologies de l'information et de la communication dans l'école (Ghelleb, 2016). Ainsi, Raby (2004) a identifié d'autres facteurs institutionnels pouvant favoriser le travail des dirigeants :« *les récompenses et incitatifs (intrinsèques et extrinsèques), la participation (partage des décisions, et communication), la perception d'engagement et de soutien de la part de l'organisation (c'est-à-dire la direction, la commission scolaire, les commissaires, etc.) et le « leadership » (au niveau de la commission scolaire, de l'école, d'un projet, etc.) comme des facteurs influençant favorablement l'intégration des TIC* » (p. 48).

Les responsables du coté pédagogique, comme les inspecteurs pédagogiques, ont aussi un rôle important dans l'élaboration de curricula appropriés et d'orientations pédagogiques adéquates, en adéquation avec les stratégies nationales et internationales, pour encourager l'usage des TIC aux différents niveaux et disciplines scolaires. Ils doivent notamment encourager les enseignants qui ont des capacités et une volonté de produire des contenus et des ressources innovants.

Facteurs sociaux

Raby (2004) a présenté dans son travail de nombreux facteurs sociaux qui ont un impact sur la réussite ou l'échec de l'intégration des TIC dans l'enseignement. Il a notamment insisté sur l'encouragement des enseignants par les institutions à utiliser les TIC, en vue d'innovation pédagogique et de travail collaboratif.

Facteurs pédagogiques

L'enseignant est un élément essentiel dans l'opération pédagogique. Sa motivation et son engagement pour les projets d'innovations, son adaptation avec les changements et les modifications que le système scolaire connaît au niveau des approches pédagogiques et de méthodes d'enseignement, constituent des facteurs importants pour réussir l'implantation des TIC (Fleischer, 2012).

Par ailleurs, le facteur pédagogique le plus discriminant reste la formation des enseignants à l'intégration des TIC. La réussite de l'utilisation des TIC dans le milieu scolaire pour des fins pédagogiques, nécessite les deux formations, initiale et continue dans le parcours professionnel des enseignants. En effet, il s'avère que l'absence de ces formations constitue un obstacle d'intégration des TIC dans l'enseignement et l'apprentissage, même si les établissements scolaires sont équipés des dernières générations des outils informatiques (Mahdi, Chekour & Laafou, 2014). La formation d'enseignants dans le domaine des TIC va absolument garantir un ensemble de compétences techniques et de connaissances pédagogiques, en relation avec l'intégration des TIC par le biais de nouvelles approches pédagogiques. Par ailleurs, la formation peut aussi contribuer au changement d'attitudes négatives et de fausses croyances d'enseignants face à l'usage de la technologie dans les pratiques d'enseignement (Maddux et al., 2011).

Dans ce contexte, d'après Turner (2005), l'intégration des TIC dans l'enseignement par les enseignants nécessite l'acquisition de 20 compétences :

- La compétence de créer des textes et de les mettre en forme en utilisant des logiciels de traitement de texte.
- La compétence d'insérer et dessiner des tableaux pour compiler des données en classes et en diagramme en utilisant un tableur.
- La compétence de stocker, manipuler et partager des données en utilisant des logiciels de gestion de bases de données.
- La compétence de présenter des travaux sous forme d'un diaporama à l'aide d'un ordinateur en utilisant des logiciels pour cette tâche.
- La compétence de naviguer sur le Web pour chercher des informations et des ressources éducatives.
- La compétence de concevoir, créer et mettre à jour un site Web personnel ou institutionnel.
- La compétence de communiquer en utilisant des courriers électroniques, envoyer des pièces jointes…

- La compétence d'utiliser un appareil photo numérique et le brancher à un ordinateur.
- Les informations élémentaires sur les réseaux et surtout le fonctionnement du réseau de l'école de l'enseignant.
- Les compétences nécessaires pour gérer (créer, supprimer, déplacer, couper et copier) les fichiers dans l'ordinateur.
- La compétence de télécharger des données à partir du Web et connaitre les différents sites pour cette tâche.
- La compétence d'installer les logiciels utiles pour exécuter les différentes tâches sur l'ordinateur.
- La compétence d'utiliser les applications d'enseignement en ligne et surtout WebCT ou Blackboard.
- La compétence d'utiliser une salle de vidéoconférence et comprendre les normes d'enseigner au sein d'un tel environnement.
- La compétence d'utiliser les différents supports de stockage : CD, clés USB, DVD, disque dur externe.
- La compétence d'utiliser un scanner et connaître les capacités d'un système de reconnaissance de caractères.
- Les compétences nécessaires sur le fonctionnement d'un micro-ordinateur.
- Des connaissances du Web invisible : savoir ce qu'est le Web invisible et comment s'en servir comme source de ressources.
- Des connaissances des droits d'auteur en éducation pour les ressources dans le web comme des cours et des vidéos…
- Des connaissances de la sécurité informatique pour empêcher le vol des travaux personnels.

D’autre part, les dirigeants dans les pays développés obligent les futurs enseignants d’acquérir les compétences nécessaires de l’usage des TIC dans le milieu scolaire :

Pour avoir un diplôme d’enseignement (valable juste 5 ans) dans l’état de Texas (Etats-Unis), quelle que soit la discipline, un enseignant doit posséder un niveau remarquable en compétence technologique : il doit valider un cours de 36 heures de programmation, de création et de sécurité de site web (Ray et al., 2011). Au Canada, dans les orientations pédagogiques du Ministère de l’Éducation du Québec (2001), les futurs enseignants doivent acquérir plusieurs compétences durant leur formation initiale, particulièrement la compétence 8 " intégrer les TIC aux fins de préparation et de pilotage d'activités d'enseignement-apprentissage, de gestion de l'enseignement et de développement professionnel”. Cette compétence se décline en 6 composantes :

- Exercer un esprit critique et nuancé par rapport aux avantages et aux limites véritables des TIC comme soutien à l’enseignement et à l’apprentissage, ainsi que par rapport aux enjeux pour la société.
- Évaluer le potentiel didactique des outils informatiques et des réseaux en relation avec le développement des compétences du programme de formation.
- Communiquer à l’aide d’outils multimédias variés.
- Utiliser efficacement les TIC pour rechercher, interpréter, communiquer de l’information et pour résoudre des problèmes.
- Utiliser efficacement les TIC pour se constituer des réseaux d’échange et de formation continue concernant son propre domaine d’enseignement et sa pratique pédagogique.
- Aider les élèves à s’approprier les TIC, à les utiliser pour faire des activités d’apprentissage, à évaluer leur utilisation de la technologie et juger de manière critique les données recueillies sur les réseaux.

En France, pour réussir le concours de CAPES interne, les participants doivent avoir un certificat informatique ou C2i niveau 1 qui s’articule autour de 44 compétences réparties sur 9 domaines. Puis lors de la formation initiale, les futurs enseignants doivent valider le

certificat informatique et Internet de niveau 2 « enseignant » ou C2i2e, qui s'articule autour de 27 compétences. Enfin, les futurs enseignants doivent valider 10 compétences dont la 8ème qui s'intitule *« maîtriser les technologies de l'information et de la communication* ».

En Finlande (2013-2016), l'équipe de gestion eNorssi a approuvé une stratégie concernant les technologies de l'information et de la communication dans les écoles de formation des enseignants. Cette stratégie a pour objectif principal de renforcer l'unification et le développement des environnements, des compétences TIC lors de la formation initiale des futurs enseignants. Elle vise en particulier que :

- Chaque enseignant de l'École de formation possède des compétences pédagogiques exceptionnelles sur l'application des technologies de l'information et de la communication dans l'enseignement et la supervision des stagiaires.

- Chaque enseignant stagiaire acquiert une expérience polyvalente dans l'application des TIC dans l'enseignement pendant sa formation, pour être capable de mettre en pratique ses précieuses compétences dans sa future carrière.

- Chaque élève (élèves du primaire et secondaire) doit être doté d'excellentes compétences pour agir en tant que consommateur d'informations, évaluateur et producteur dans la société.

Facteurs personnels

Coulibaly et Karsenti (2013) ont annoncé que la pierre angulaire dans l'intégration des TIC est les attitudes personnelles des enseignants face aux TIC. Ainsi, soutenir le personnel enseignant dans son parcours professionnel peut influencer considérablement sa participation et ses attitudes afin d'améliorer à la fois l'enseignement et l'apprentissage (le Conseil Supérieur de l'Education (CSE), 2014).

Avant d'introduire la technologie de l'information et de la communication dans les systèmes éducatifs, de favoriser les compétences technologiques des enseignants et d'équiper les établissements scolaires par les différents matériels informatiques, il faut répondre à plusieurs questions liées aux enseignants : Est-ce que l'enseignant est convaincu de l'utilité des TIC ? Quel est son attitude, son ambition, sa curiosité pour utiliser les TIC dans la classe avec les apprenants ? quel est le degré de son engagement pour exploiter son temps libre

afin d'apprendre d'autres compétences techno-pédagogiques ? (Agyei and Voogt, 2014). La réponse à ces questions nous donnera certainement une idée sur les démarches nécessaires pour réussir l'implantation des TIC dans le milieu scolaire.

Finalement, plusieurs facteurs vont influencer la réussite de l'intégration de la technologie de l'information et de la communication dans le milieu scolaire. Toutefois, leur absence présente un obstacle et un frein, qui va nécessiter beaucoup d'effort pour les surmonter.

5. Obstacles des TIC

L'intégration des TIC dans l'enseignement et l'apprentissage est un processus complexe qui peut se heurter à des résistances sous forme de difficultés et obstacles. Un obstacle est défini comme « *toute condition qui empêche de progresser ou d'atteindre un objectif* » (WordNet, 1997, cité dans Schoepp, 2005, p. 2).

Dans la littérature scientifique, les chercheurs ont classé les freins de l'intégration des TIC en plusieurs catégories. Ertmer (1999) a déterminé deux grandes classes de ces obstacles :

- Les obstacles extrinsèques comme l'accès, le temps, le soutien, les ressources et la formation…
- Les obstacles intrinsèques comme les attitudes, les croyances, les pratiques…

De même, Hendren (2000, cité dans Bingimlas, 2009) a relié les obstacles extrinsèques aux institutions, tandis que les obstacles intrinsèques, ils sont relatifs aux individus comme les enseignants et les administrateurs.

Dans le même ordre d'idées, Becta (2004) a déterminé une catégorie d'obstacles au niveau des enseignants (le manque de temps, le manque de confiance en soi et le manque de compétence…), et une seconde catégorie au niveau de l'école (le manque d'équipements et de ressources numériques, manque de formation…).

Balanskat et al. (2006) ont suggéré un autre classement de ces obstacles : au niveau micro relevant des attitudes des enseignants et de leurs comportements face aux TIC, au niveau méso relatifs aux problèmes institutionnels, et au niveau macro en relation avec système éducatif.

Khalid Abdullah Bingimlas (2009) a effectué une méta-analyse sur les recherches qui ont abordé les obstacles freinant à l'intégration des technologies dans l'enseignement des sciences. Il les a classés en deux catégories :

- **Freins au niveau des enseignants** :

Manque de confiance des enseignants :

Plusieurs articles ont conclu que le manque de confiance des enseignants représente un des obstacles qui freine l'intégration pédagogique de ces outils dans le système éducatif : Dawes (2001) a mis ce frein dans la catégorie des facteurs contextuel qui a un impact déterminant sur l'usage des TIC. Ainsi, l'enquête de Becta (2004) a montré que cet obstacle est très important, il empêche les enseignants d'adopter une attitude positive face aux TIC. Pour Beggs (2000), cet obstacle est dû à la peur de l'échec. Balanskat et al., (2006) relient cet obstacle à une limitation des compétences des enseignants en matière de TIC.

Manque de compétence de l'enseignant

L'obstacle « Manque de compétence de l'enseignant », comme plusieurs travaux l'ont montré, a un lien de causalité avec le premier obstacle « Manque de confiance des enseignants ». Il se résume par : les enseignants n'ont pas les capacités et les connaissances informatiques ou pédagogiques nécessaires pour utiliser les TIC dans leurs pratiques d'enseignement. (Göktaş, Yıldırım and Yıldırım, 2009)

De nombreuses recherches ont montré que le manque de connaissances et de compétences des enseignants est un sérieux obstacle qui menace la réussite de l'intégration des TIC. En effet, Empirica (2006) a montré, dans l'enquête menée auprès de chefs d'établissement et d'enseignants dans 27 pays européens, que l'utilisation de l'ordinateur pour des fins pédagogiques nécessite l'acquisition de compétences de la part des enseignants. De même, Serpil Özdemir (2017) a trouvé que les connaissances technologiques des enseignants turques interrogés (qui n'intègrent pas les TIC) sont très limitées.

D'autre part, plusieurs enseignants possèdent les compétences technologiques nécessaires, mais ils ne les exploitent pas dans le contexte pédagogique, pour d'autres raisons (Larose, Grenon et Lafrance, 2002).

Résistance au changement et attitudes négatives

L'intégration des nouvelles technologies pour des objectifs éducatifs demande des changements et des attitudes spécifiques de la part des enseignants. Par contre, les attitudes négatives constituent un frein qui entrave la réussite de l'usage des TIC dans l'enseignement. En effet, Mueller, et al (2008) ont trouvé que l'attitude des enseignants et leur résistance inhérente au changement sont un obstacle influant sur l'action enseignement- apprentissage. Ainsi, Gomes (2005) a conclu que les enseignants de sciences trouvent des difficultés pour s'adapter aux changements effectués par l'intégration des outils technologiques. D'autre part, les attitudes négatives citées dans la littérature scientifique sont nombreuses, Jeanne Rey et al (2012) ont montré que les enseignants ne sont pas conscients des avantages des TIC, ils croient que ces outils ne présentent pas un plus à leur travail en classe. D'ailleurs, les enseignants pensent que ce n'est pas nécessaire de changer leurs pratiques professionnelles en intégrant les TIC, selon Thierry Karsenti et Simon Collin (2013), cette résistance est due au manque de compétences chez les enseignants, alors que, Voogt et al. (2011) l'ont relié au problème de manque de formation en matière des TIC.

- **Freins au niveau de l'école**

Manque de temps

La gestion du temps est un paramètre important dans l'intégration des TIC, son insuffisance devient alors un obstacle. Les enseignants interrogés dans l'étude de Thierry Karsenti et Simon Collin (2013) ont les compétences technologiques et pédagogiques nécessaires pour l'intégration des TIC, cependant, ils n'ont pas assez de temps pour réussir cette tâche. Dans sa recherche, Mestafi (2014) souligne à son tour que le manque de temps est l'une des principales raisons pour lesquelles les enseignants de sciences n'utilisent pas les TIC en classe.

En fait, les enseignants sont confrontés systématiquement à la gestion du temps dans l'enseignement. Becta (2004) a révélé que les enseignants souffrent du manque du temps sous plusieurs aspects de leur travail, ils ont besoin plus du temps pour trouver des conseils sur Internet, préparer des leçons, explorer et utiliser la technologie, résoudre des problèmes techniques et recevoir une formation adéquate. Dans le même contexte, Sicilia (2005) a

montré que les enseignants du Canada ont besoin d'un temps additionnel (par rapport à la préparation des leçons par les méthodes traditionnelles) pour préparer des activités intégrant les TIC.

Manque de formation en TIC

L'intégration de nouveaux outils et méthodes dans tout secteur nécessite tout d'abord une formation solide pour assimiler leur utilisation de ces nouveaux outils. En effet, l'usage des TIC dans l'enseignement a besoin des formations de bonne qualité (Mahdi, Chekour, & Laafou, 2014). Pour ce, Mestafi (2013) a mentionné que le manque de formation des enseignants dans la matière des TIC est un obstacle principal. De plus, les enseignants des sciences ont affirmé que le manque de formation pédagogique et didactique, à propos de l'utilisation des TIC en classe, constitue certainement un frein pour réussir le projet d'intégration des TIC dans l'enseignement des sciences (Gomes, 2005).

Plusieurs travaux ont par ailleurs critiqué les programmes de formations, en qualifiant ces derniers d'inappropriés et d'inefficaces, car ils ne visent pas l'intégration didactique des TIC en respectant les spécificités de chaque matière enseignée. En fait, il ne faut pas limiter l'usage des TIC à une alphabétisation technologique, mais plutôt à des fins pédagogiques, en amenant les apprenants à acquérir et développer les différentes compétences dans des situations concrètes d'enseignement (Balanskat et al., 2006).

Manque d'accessibilité.

Plusieurs auteurs ont montré dans leurs travaux que la difficulté d'accès aux ressources et aux outils technologiques est parmi les obstacles qui entravent l'intégration des TIC dans les établissements scolaires. Benfaress (2016) a conclu que le manque d'outils technologiques est un frein crucial qui se traduit par l'absence d'ordinateurs et l'absence de matériel technologique adéquat. Parmi les difficultés majeures qui empêchent les écoles d'avoir un équipement et une connexion adéquate, sont le manque ou l'insuffisance d'infrastructures élémentaires, à savoir : l'électricité, le téléphone, le problème de la maintenance et de l'entretien des équipements (Butcher, 2004)

Karsenti, Salomon Tchameni Ngamo (2009) ont mentionné que l'absence de matériels informatiques ne constitue pas toujours en soi un frein. En présence d'équipements

informatiques, d'autres facteurs peuvent intervenir : mauvaise organisation des matériels, matériel de mauvaise qualité, logiciel inapproprié ou difficulté d'accès de la part des enseignants.

L'effet de cet obstacle diffère d'un pays à l'autre ; le problème d'infrastructures et d'accessibilité aux outils TIC dans les pays développés n'est pas aussi accentué comme c'est le cas pour les pays en voie de développement, dans lesquels l'état se heurte à des difficultés de financement (Nafidi, 2018).

Manque de support technique

Au cours d'une utilisation des TIC pour des fins pédagogiques, les enseignants peuvent être confrontés à des pannes au niveau du matériel et ressource informatique, ce qui nécessite une assistance technique immédiate. Sicilia (2005) en a présenté plusieurs : L'accès aux sites web est lent, l'échec de la connexion à Internet, ou encore le dysfonctionnement des ordinateurs et des imprimantes. L'absence d'une assistance technique perturbe et décourage les enseignants, car ces derniers ont peur que les matériels informatiques utilisés tombent en panne au cours d'une activité d'enseignement (Boukary ouedraogo, 2017).

Dans leurs études, Bingimlas (2009) et Bibeau (2007) ont conclu que si les ingrédients (facteurs) de l'intégration des TIC ne sont pas de qualité et en quantité suffisante, la recette d'implanter avec succès les TIC dans l'enseignement se voit confronter à plusieurs obstacles. Bibeau (Ibid) les a résumés dans la figure suivante :

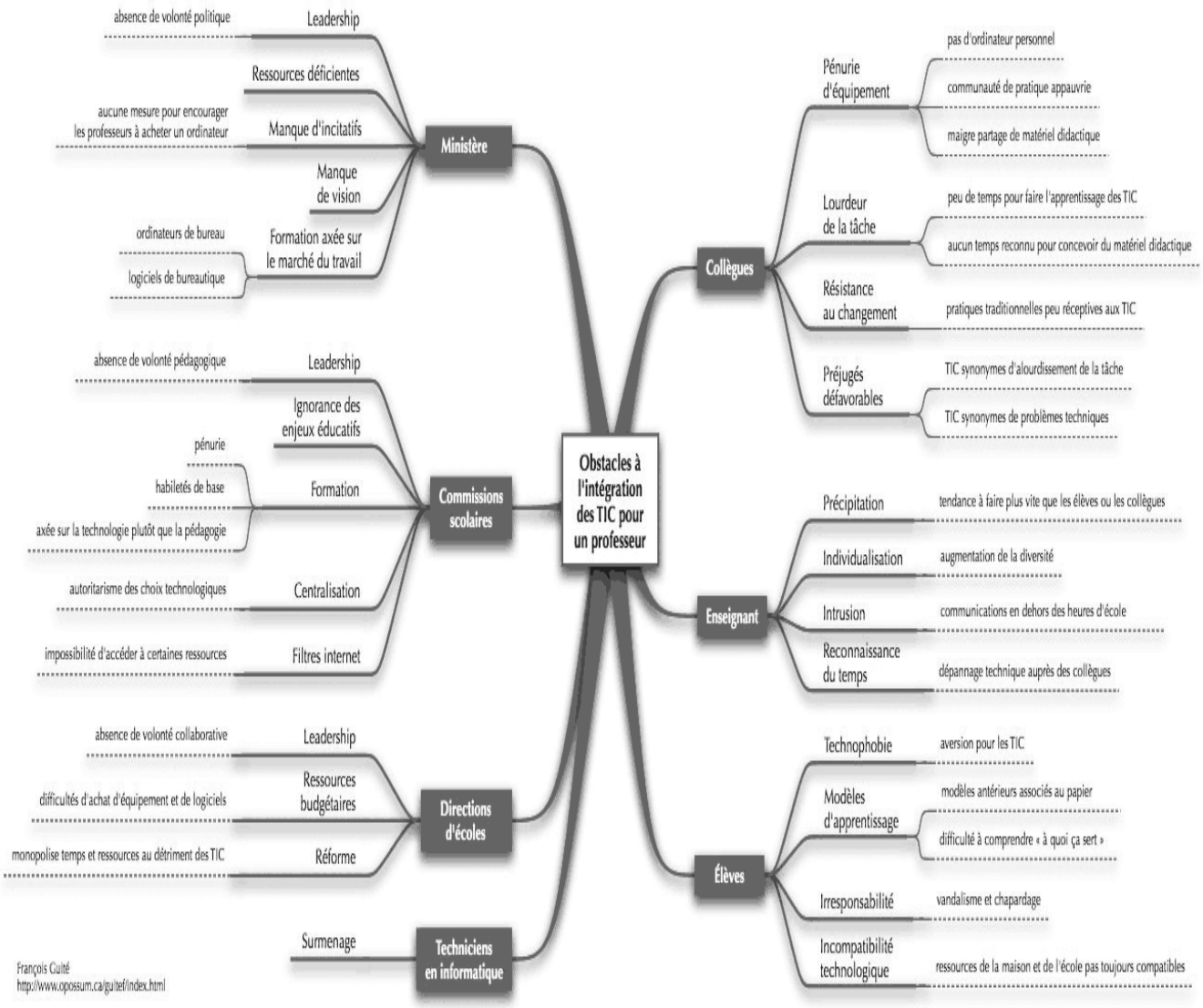


Figure 1 : Obstacles à l'intégration des TIC pour un professeur.

Dans les pays du Sud comme le Maroc, le problème des freins est plus aigu, notamment à cause des infrastructures. D'après Saïd et al (2008), les problèmes majeurs pour les enseignants qui freinent l'utilisation des TIC sont le manque en quantité, en qualité et en pertinence des équipements informatiques, des ressources humaines, des logiciels et des ressources numériques éducatives. Ainsi, Djénéba Traoré (2009) a énuméré quelques défis à relever par l'école africaine :

- Des défis liés au facteur politique : absence des stratégies pour mettre en place les TIC dans l'école.
- Des défis liés au facteur économique.

- Des défis liés au facteur technologique : Manque d'environnements et de ressources numériques.
- Des défis liés au facteur humain : Manque de formations convenables-absence de l'intérêt des acteurs et partenaires de l'école.
- Des défis liés au facteur culturel : Discrimination de genre lors de l'utilisation des TIC.

6. Intégration des TIC en mathématiques

Les mathématiques sont généralement qualifiées de difficiles, car leur enseignement et apprentissage renvoient souvent à des notions abstraites. Les technologies de l'information et de la communication (TIC), peuvent a priori participer au renforcement de l'enseignement et de l'apprentissage de cette matière.

Nous allons donc nous intéresser aux travaux de recherches qui s'intéressent à la relation à la fois entre les TIC et l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques.

i. Au niveau de l'enseignement

Le rôle actuel de l'enseignant des mathématiques ne se limite pas à la transmission de connaissances, il a pour but de susciter chez les apprenants leur propre construction des connaissances, car un enseignement mathématique réussi, se traduit par la capacité des apprenants à résoudre des problèmes dans le cadre de l'enseignement reçu, mais aussi dans leur capacité à mobiliser leurs connaissances dans la vie réelle en utilisant un esprit critique et logique. De Corte et Verschaffel (2005, p. 33) représentent la compétence mathématique comme « *une disposition à mathématiser le réel* ».

De nombreux outils pédagogiques numériques sont aujourd'hui à la disposition des enseignants afin d'aider les élèves à apprendre les notions mathématiques. Les les TIC ont changé positivement les méthodes didactiques pour la résolution des problèmes mathématiques, elles sont considérées comme des outils de soutien et de renforcement de la capacité des apprenants, et même un puissant environnement d'apprentissage (Goos, 2010). Elles permettent aussi d'étudier des situations mathématiques en utilisant des configurations dynamiques (Prieto, N., Sordo, J. et al., 2013), et des expérimentations

interactives dans la déduction mathématique pour la vérification et la confirmation de quelques conjectures (Guven, B., Cekmez, E., et Karatas, I., 2010).

L'utilisation fréquente des outils TIC développe profondément les réflexions des enseignants de mathématiques, par conséquent, au cours du temps, l'expérience des enseignants de mathématiques peut être enrichie, et leurs attitudes peuvent être favorables envers l'usage des TIC (Hall, J. et Lingefja, T., 2016). A ce propos, Chamblee et al (2008) ont montré que les enseignants ont fait un progrès remarquable dans les compétences techno pédagogiques relatives aux calculatrices graphiques, en les intégrant de plus en plus dans l'enseignement des mathématiques.

Par ailleurs, cet enseignement recoure de plus en plus à l'usage de logiciels d'apprentissages dynamiques, afin d'explorer visuellement et dynamiquement quelques notions mathématiques. Ce type d'environnement permet aux élèves de comprendre les concepts mathématiques et de déterminer les relations entre ces concepts, chose que l'on peut difficilement réaliser dans un environnement papier-crayon.

Plusieurs chercheurs ont étudié l'impact de quelques logiciels sur l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques :

En étudiant l'intégration de LOGO en classe pour la résolution de problèmes en mathématiques, Sarama et Clements (2001) ont démontré l'utilité remarquable de cette application dans l'enseignement et l'apprentissage de plusieurs notions mathématiques. LOGO est un langage de programmation pour débutants, faisant partie de la famille des langages de programmation orientée objet. Il permet l'apprentissage de rudiments de programmation, tels les boucles, les tests et les procédures. Papert (1981) a indiqué que cette application permet à l'enfant de raisonner spontanément en utilisant un ordinateur pour apprendre et progresser, ainsi l'utilisation régulière de ce genre d'applications permet aux apprenants d'être efficaces et rend leur travail bien organisé (Clements, 1999).

Le fameux logiciel CABRI a révolutionné l'enseignement des mathématiques, et très particulièrement celui de la géométrie (Dahan, 2001 ; Genevès, 2003 ; Kuntz, 1998). Il permet par ailleurs l'introduction de la notion de fonction, en tant que correspondance point par point, en utilisant le commande trace. (Falcade, Mariotti et Laborde, 2004). C'est surtout

un logiciel de géométrie dynamique, considéré comme un standard dans le domaine des TICE, il permet d'animer des figures géométriques aussi bien dans le plan que dans l'espace. Il permet aussi de lier géométrie, algèbre et analyse, en traçant des graphes de fonctions, de familles de fonctions paramétrées, ou en donnant des équations algébriques de représentations graphiques.

A son tour, l'utilisation de calculatrices graphiques influence positivement l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques, notamment en analyse, car elle permet aux élèves de tracer des graphes dynamiques, avec la possibilité de déplacer un curseur sur la figure et de lire les coordonnées du curseur (Jarrett, 1998).

Geogebra est un logiciel utilisé en géométrie et même en algèbre (Antohe, 2009). Il sert à faciliter chez les élèves la compréhension de beaucoup de notions abstraites (Hähkiöniemi, 2017) ; il leur permet aussi d'avoir des attitudes positives en rendant l'apprentissage plus attractifs (Dockendorff et Solar, 2018). Geogebra fait partie des outils d'apprentissage dynamique qui ont un réel impact sur les approches didactiques en situation d'apprentissage (Voogt, 2008).

Niess et al (2006) déclarent que l'intégration (ou non) des nouvelles technologies dans l'enseignement par les enseignants des mathématiques, se décline selon cinq étapes :

- Les connaissances : les enseignants de mathématiques sont conscients de l'utilité d'intégrer les technologies de l'information et de la communication dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques, ils ont les compétences nécessaires pour réussir cette intégration ;

- La persuasion : les enseignants adoptent une position favorable ou défavorable face à l'enseignement des mathématiques avec les TIC ;

- La décision : les enseignants s'engagent dans des activités qui les amènent à choisir d'adopter ou de rejeter l'intégration les nouvelles technologies dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques ;

- La mise en œuvre : les enseignants intègrent effectivement les nouvelles technologies à leur enseignement ;

- La confirmation : les enseignants évaluent la décision d'intégrer les nouvelles technologies dans leur enseignement.

ii. Au niveau de l'apprentissage

Dans une séance de mathématiques, la plupart des élèves trouvent des difficultés pour assimiler toutes les démarches du travail, ils ont des limites face aux charges cognitives supplémentaires et aux difficultés intrinsèques des notions mathématiques. Bien qu'ils considèrent les mathématiques comme étant une matière difficile, ils ont une attitude positive et une confiance remarquable lors de l'intégration des nouvelles technologies de l'information et de la communication dans l'apprentissage de mathématiques. Ces outils leur permettent de surmonter certaines difficultés, facilitent l'apprentissage des mathématiques, ainsi que la construction des notions mathématiques.

L'apprentissage des mathématiques est entaché de reproches de la part de certains élèves et de plusieurs fausses perceptions entre les mathématiques et la vie réelle (Gasquet, 1991 ; Roschelle et al., 2010). Ainsi, la qualité d'un enseignement de mathématiques révèle des valeurs captivantes lorsque les apprenants apprennent des notions mathématiques et résolvent des problèmes de la vie courante. Les élèves acquièrent à ce moment la non seulement des connaissances, mais des compétences en mathématiques (Balanskat, Blamire et Kefala, 2006). Les technologies de l'information et de la communication peuvent contribuer au développement de ces compétences. C'est notamment le cas des logiciels de géométrie dynamique, qui concrétisent les représentations de problèmes géométriques, et favorisent la compréhension de leur modélisation (Delice, A., et Karaaslan, G., 2015 ; Diković, L., 2009). A ce propos, M. Mastafi (2018) a affirmé que l'intégration des TIC dans des situations géométriques permette aux élèves de surmonter les difficultés d'imaginer et de tracer des constructions et des graphes en 3D.

De façon générale, Tatar et Zengin (2016) ont recommandé l'utilisation des TIC par les enseignants de mathématiques dans des activités tangibles, pour l'exploration, l'explication de représentations multiples, le développement de stratégies alternatives et l'interprétation de concepts mathématiques. Dans le même esprit, le Centre pour la Technologie dans l'apprentissage, SRI International a effectué en 2007 une étude sur l'impact des TIC sur une classe de mathématiques. Il a conclu que les TIC permettent d'atténuer les efforts déployés

lors de travaux ennuyeux comme les calculs longs, pour favoriser plutôt la concentration des élèves sur des notions mathématiques mises en jeu.

L'internet peut à son tour contribuer à un accompagnement de l'enseignement et de l'apprentissage des mathématiques (Tschacher, 2003). Son utilisation peut prendre différentes formes :

- Utiliser les moteurs de recherches de l'internet comme dictionnaires et encyclopédies pour explorer des concepts mathématiques.
- Internet présente une banque de ressources pédagogiques sous formes de cours, des exercices et des problèmes mathématiques utilisés par les enseignants et les élèves.
- Internet met à la disposition des élèves et des enseignants un ensemble de plateformes et de sites pour le partage de données et de travaux, en favorisant la communication et le partage entre des groupes d'individus.
- Internet peut servir comme tuteur dans l'apprentissage, et garantir aux élèves un appui, un soutien et même une orientation pendant leur parcours scolaire.
- Internet peut inspirer et donner des idées brillantes aux élèves et aux enseignants.

Dans le même contexte, les rapports de Becta (2003) (British Educationnal Communications and Technology Agency) concernant l'apport des TIC dans l'enseignement des mathématiques, ont indiqué à leur tour que :

- Les Tic favorisent l'enseignement des mathématiques, ils donnent un autre sens à la construction géométrique, construction graphique, programmation Logo, construction de savoir partager.
- Les TIC réorganisent l'enseignement en classe en comparant les méthodes d'enseignement classique et les autres qui intègrent les TIC.
- Les calculatrices peuvent être utilisées efficacement partout, elles présentent un outil convenable pour l'enseignement de plusieurs leçons en mathématiques.

- Les TIC permettent d'intégrer de nouveaux thèmes pédagogiques, touchant la vie quotidienne de l'apprenant.

- L'usage des TIC favorise les compétences d'interprétation des données, alors que, ces compétences, lors d'une utilisation de moyens classiques (papier…) restent limitées

III. Théories d'apprentissage et TIC

Le pédagogue doit tenir compte de plusieurs éléments essentiels de l'apprentissage, qui garantissent les méthodes et procédures pédagogiques en faveur de la réussite de cet apprentissage. Cette tâche est très complexe, car plusieurs concepts théoriques interfèrent dans la notion d'apprentissage.

Dans cette partie, nous exposons les différentes théories d'apprentissage utilisées dans l'éducation, ainsi que leur évolution, et nous montrons le rôle de l'intégration pédagogique des outils TIC dans chaque théorie.

1. Behaviorisme

En 1913, John Broadus WATSON a publié un travail sous le nom « Psychology as the behaviorist views it » pour mettre les fondements du « béhaviorisme », qui s'articule autour de trois idées de Pavlov « *L'idée d'un atome d'apprentissage ; celle d'une sorte d'optimisme éducatif : on peut tout apprendre ; et celle d'un volontarisme éducatif : si on veut enseigner quelque chose, on peut l'enseigner* » (Guy Berger, 2005). Les fondateurs de ce courant se concentrent, lors de l'apprentissage, sur les comportements des apprenants observables ; en revanche, ils ne s'intéressent pas aux travaux mentaux internes. Pour ces derniers, les connaissances sont une réalité externe objective que l'apprenant doit acquérir-assimiler et reproduire (Lebrun, 2002).

Ainsi, Le principe fondamental de cette théorie est donné par le schéma suivant : **S** --> **I** --> **R** **(S** = le stimulus provenant de l'environnement, **R** = le comportement ou réponse de l'individu par suite de la stimulation, **I** = l'individu). Il s'agit de la réponse ou le comportement donné par un individu quelconque lorsque ce dernier est stimulé par un stimulus.

L'enseignant dans la théorie behavioriste, a le rôle simple de présenter le cours d'une façon magistrale. Premièrement, il découpe le contenu en unités bien déterminées, puis il réduit

les résultats de l'apprentissage à des objectifs fixés auparavant, ensuite il répète les séquences d'enseignement pour que les élèves apprennent les connaissances présentées, et pour remarquer les comportements des élèves. Quant à l'élève, il est considéré comme une boite vide qui doit être remplie par les connaissances de l'enseignant. Lors de l'évaluation, il doit répondre correctement par les mêmes connaissances reçues de la part de son enseignant.

L'intégration des TIC dans le cas de la théorie behavioriste peut être sous forme de vidéos ou de documents qui présentent des cours magistraux, des exerciseurs qui présentent un ensemble de questions ou d'exercices à l'élève, ou bien sous forme de tutoriels[9].

2. Cognitivisme

Le mot cognitivisme vient du mot latin « cognitio », qui veut dire « connaissance », ce courant a pour objectif d'étudier les connaissances, les perceptions et le raisonnement. (Anastassis Kozanitis, 2005).

L'apprentissage dans la théorie cognitivisme se caractérise par l'accomplissement entre les connaissances antérieures et les nouvelles. De ce fait, Marquet Pascal (2005) a schématisé le traitement des connaissances dans le cognitivisme de la façon suivante :

[9] Type de didacticiel où une notion est d'abord enseignée puis mise en pratique (Legendre, 1993). La matière découpée en notions élémentaires est présentée par tranches. (…). La leçon tutoriale pourra être à branchement linéaire ou arborescente. (Legendre, 1993).

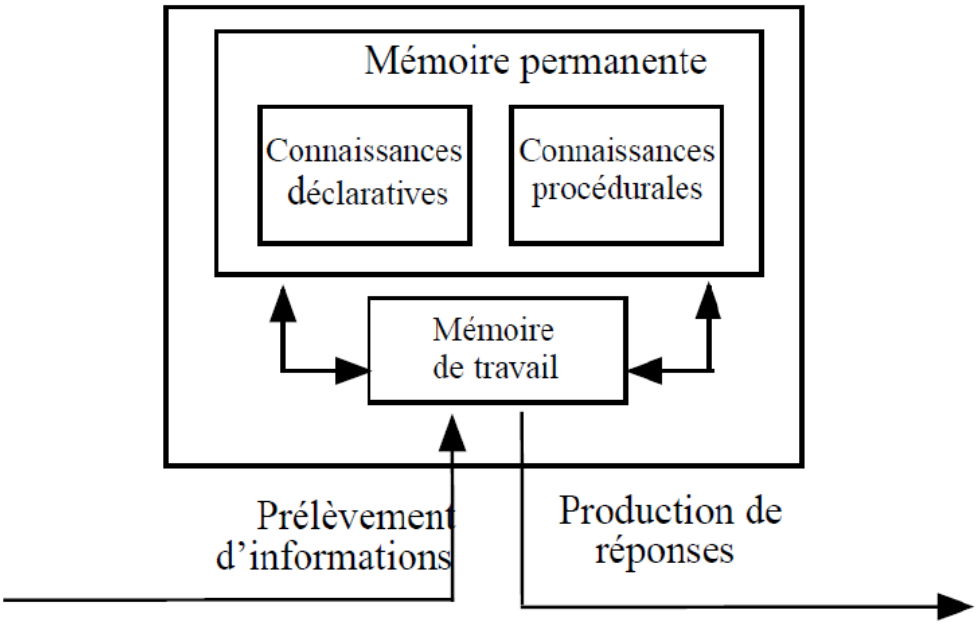


Figure 2 : Organisation des connaissances humaines
Source : Marquet Pascal (2005)

Plusieurs auteurs ont expliqué ce processus en comparant l'apprenant à un ordinateur : Il reçoit des informations de l'extérieur, les traite, les emmagasine dans sa mémoire, puis les récupère en cas de nécessité. Les connaissances sont une réalité externe que l'apprenant doit intégrer à ses schémas mentaux et réutiliser (Lebrun 2002). De ce fait, les élèves possèdent des savoirs bien organisés et bien sélectionnés, mais l'attitude positive des apprenants et leur motivation constituent des paramètres importants pour réussir le processus de cette approche.

L'intégration des outils TIC dans le cadre de la théorie du cognitivisme peut favoriser le choix et le codage de l'information, l'usage de schémas qui déterminent les liens entre les différentes informations, elle peut même aider les apprenants à organiser leurs connaissances lors de l'étape du stockage, sous forme de cartes cognitives, en favorisant la mémoire à long terme (Bullat-Koelliker, 2003).

3. Constructivisme et Socioconstructivisme

Jean Piaget, le fondateur du constructivisme, explique les principes de cette théorie par : « *la théorie constructiviste suppose que, lors de l'apprentissage, l'enfant est sous l'influence de deux mécanismes primordiaux : un premier que Piaget nommait « assimilation », c'est-à-dire*

action de l'enfant sur son environnement et assimilation de celui-ci en fonction de la maturation naturelle de son cerveau. Un second que Piaget nommait « accommodation », c'est-à-dire action de l'enfant sur son environnement et réajustement de ses actions en fonction de ses expériences, de ses constats, de ses erreurs »[10]. Piaget a montré que l'apprentissage dépend de l'âge de l'apprenant qui assimile tout d'abord son environnement, puis, après sa maturation, il s'adapte avec lui. Ainsi, les connaissances sont une réalité externe objective, perçue et reconstruite (Lebrun, 2002).

Le constructiviste encourage l'apprenant à faire un effort, à penser et même à donner son opinion afin de construire des nouveaux savoirs avec le soutien de son encadrant (A. Kozanitis, 2005). L'apprenant joue un rôle essentiel lors de l'apprentissage, il contribue à la construction de ses savoirs par l'analyse, l'expérience et même les erreurs commises, afin d'assimiler des nouvelles connaissances et de les utiliser dans des situations concrètes.

Bonyeme (2008) a résumé les principes du constructivisme par la figure suivante :

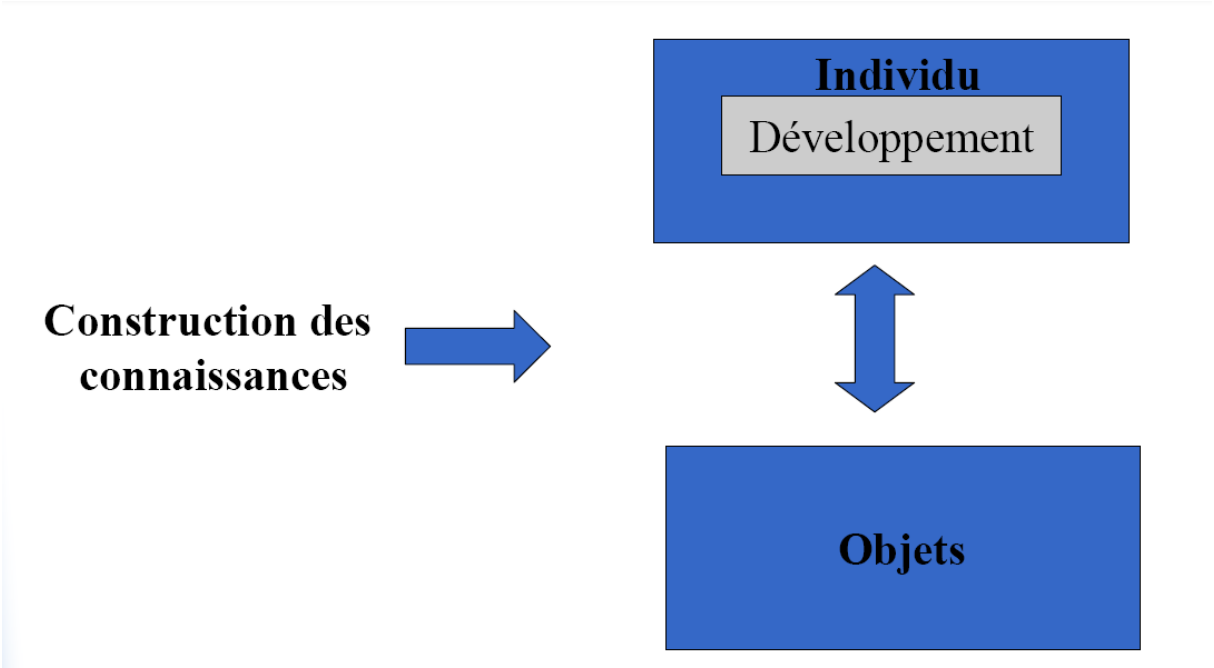


Figure3 : Théorie constructiviste de l'apprentissage
Source : (Bonyeme, 2008 : p.23)

Le socioconstructivisme suppose que l'apprentissage se produit par une co-construction des connaissances, l'apprentissage se fait à l'aide d'interactions dans un groupe d'apprenant, où

[10] La définition est citée dans la thèse de BRAHAMI Mohamed Amine, http://www.univ-oran2.dz/images/these_memoires/FSC/Doctorat/TDSC-7/th%C3%A8se%20brahami%202%20%2018-08-2015%20(2).pdf

l'élève est l'élément essentiel ; il apprend d'une façon autonome avec juste une orientation de l'enseignant.

L'enseignant dans cette théorie joue le rôle d'un guide et de facilitateur, il doit planifier et scénariser son travail soigneusement pour mettre l'élève dans des situations complexes d'apprentissage, où l'apprenant doit réorganiser ses connaissances en collaboration avec les autres élèves, sous l'orientation de l'enseignant.

Parmi toutes ces théories d'apprentissage, nous concluons que le constructivisme est la théorie qui encourage et soutient l'élève à participer activement à son apprentissage. De ce fait, nous constatons que cette théorie est la plus adaptée pour réussir l'intégration des TIC dans l'éducation, car elle présente tous les ingrédients pédagogiques favorables à l'utilisation de ressources numériques. En revanche, les théories traditionnelles ne reflètent pas la nature de l'apprentissage que suggère l'ère numérique actuelle. En fait, ces théories sont apparues à une époque où la technologie ne s'intéresse pas en premier lieu à la communication de l'information.

4. Connectivisme

Au début du troisième millénaire, le Web s'est propagé dans toutes les zones et cultures du monde, à l'aide de plusieurs applications et logiciels répondant aux besoins de l'humanité, appelé « Web Internet 2.0 » de deuxième génération, tels que les blogs, les services de partage multimédia et les flux de site, qui ont donné à Internet des nouvelles dimensions : les internautes sont devenus des participants actifs et des collaborateurs dans la création du contenu Internet.

L'apparition de cette technologie a un impact sur l'éducation, elle a contribué à la naissance d'outils technologiques éducatifs, semblables à ceux du web 2.0, nommé « e-learning 2.0 ». Par conséquence, les théories d'apprentissage traditionnelles ont trouvé une difficulté d'interprétation du processus d'apprentissage au sein de ces nouveaux outils « e-learning ». Les pédagogues ont expliqué cette difficulté par le biais de plusieurs facteurs :

- Ces théories traditionnelles sont apparues dans un temps ou les TIC n'a pas un grand effet sur l'apprentissage.

- Ces théories se limitent à interpréter l'apprentissage dans des environnements éducatifs formels et organisés comme les établissements scolaires. Par contre, elles ont trouvé une difficulté dans le Web, qui a une structure d'apprentissage complexe.
- Ces théories annoncent que l'apprentissage est lié juste à l'apprenant et ne s'intéressent pas à celui qui se produit en dehors de l'apprenant, notamment, l'apprentissage engendré par les outils technologiques.
- Ces théories ne s'intéressent pas suffisamment aux liens entre les différentes disciplines cognitives.

À la lumière de ces quatre facteurs et le développement technologique de l'ère numérique actuelle, l'école moderne a un grand besoin d'une théorie qui redéfinit ses principes et ses objectifs. Siemens a mis en 2004 les fondements d'une nouvelle théorie d'apprentissage, intitulée « Connectivisme », afin de surmonter les limites trouvées dans les théories traditionnelles. Le connectivisme se base sur l'usage d'un réseau constitué de plusieurs nœuds et de leurs connexions. Les nœuds présentent des informations sous forme des textes, de vidéos et même d'audio. Tandis que, les connexions représentent les processus d'apprentissage, et les efforts pour relier les nœuds entre eux afin de former un réseau de connaissance. Cette théorie vise à expliquer comment se produit l'apprentissage dans des environnements numériques complexes.

Siemens a expliqué le concept du connectivisme par la figure suivante :

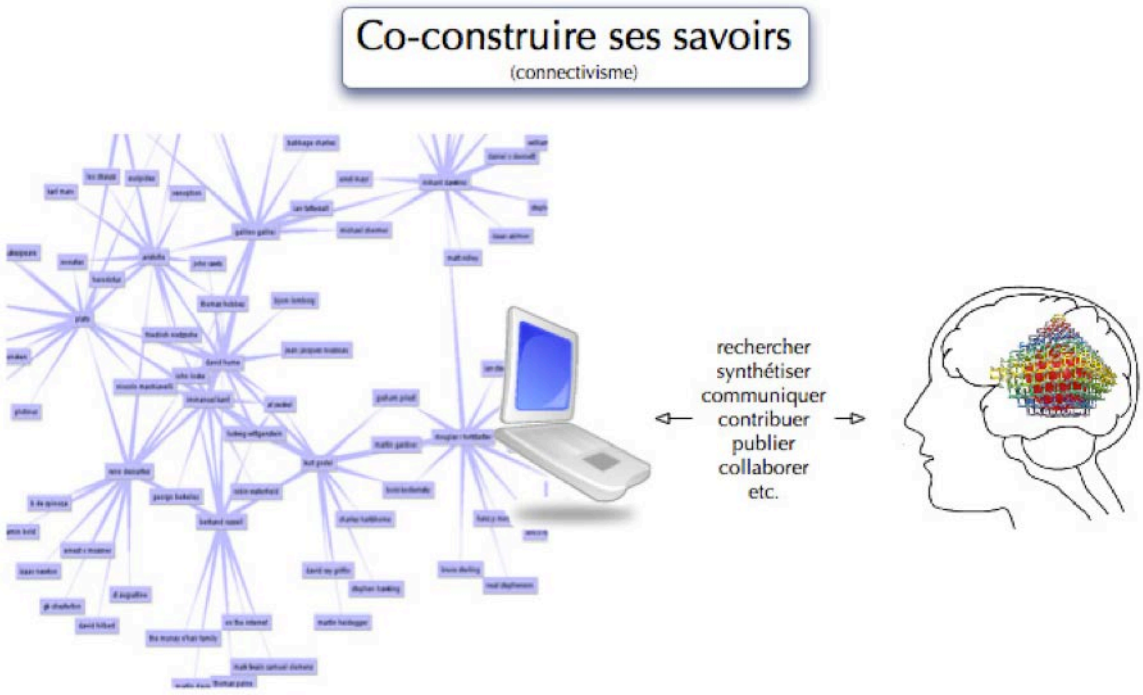


Figure4 : ***Le connectivisme (Siemens, 2005).***

Il a déterminé les huit principes de cette théorie :

- L'apprentissage et la connaissance résident dans la diversité des opinions.
- L'apprentissage est un processus reliant des nœuds spécialisés ou des sources d'information.
- L'apprentissage peut résider dans des appareils non-humains.
- La capacité d'en savoir plus est plus critique que ce que l'on sait actuellement.
- Entretenir et maintenir des connexions est nécessaire pour faciliter l'apprentissage continu.
- La possibilité de voir les liens entre les domaines, les idées et les concepts, est une compétence de base.
- Obtenir des connaissances précises avec la capacité de les mettre à jours, est l'intention de l'apprentissage basé sur le connectivisme.

- La prise de décision est un processus d'apprentissage en soi. L'importance que l'on donne à une information est variable dans le temps, selon les modifications de l'environnement de cette information.

IV. Modèles d'intégration des TIC

L'intégration pédagogique des TIC est un processus complexe, elle nécessite de passer par plusieurs étapes afin d'atteindre un stade élevé de l'intégration des TIC dans l'enseignement. Plusieurs recherches ont centré leurs préoccupations pour construire des modèles à propos des étapes de l'intégration des TIC par les enseignants (modèles de : Moersch (1995, 2001), de Sandholtz, Ringstaff et Dwyer (1997) et de Raby (2005), CBAM de Hall et Hord (1987), IntersTICES de Viens (2007), TAM (Technology Acceptance Model) (1986), Rogers (2003), ASPID de Karsenti (2014), Visi-TIC de Coen & Schumacher (2006), de Lin, Wang et Lin (2012)).

Dans ce qui suit, nous présentons tout d'abord les modèles de Moersch (1995, 2001), de Sandholtz, Ringstaff et Dwyer (1997) et de Raby (2005), puis nous déclinons un modèle synthèse qui corrobore l'élaboration de notre premier questionnaire et le travail de notre première étude.

1. Modèle de Moersch (1995, 2001)

Moersch (1995, 2001) a développé un modèle de mesure sous le nom LoTi « Levels Of Technology Implementation » pour mesurer le niveau d'intégration des TIC dans les pratiques d'enseignement. Ce modèle contient sept niveaux par lesquels l'enseignant améliore, développe son enseignement et devient expert dans l'usage des TIC à des fins éducatives. Moersch a caractérisé les sept niveaux comme suit :

- Le niveau (zéro) « non-utilisation » : l'enseignant a de mauvaises attitudes face aux TIC, le manque d'infrastructures et le problème du temps constituent des obstacles pour l'usage des TIC par l'enseignants en classe.

- Le niveau (1) « sensibilisation » : l'enseignant n'intègre pas les TIC pédagogiquement, mais il peut les utiliser d'une façon indirecte dans la gestion des notes et de présence des élèves, dans un but administratif, voire même pour la présentation des cours.

- Le niveau (2) « exploration » : l'enseignant intègre les TIC dans ses pratiques comme un complément, juste dans des exercices complémentaires, dans la recherche d'informations supplémentaires et de jeux éducatifs afin de donner un sens ludique à l'enseignement.

- Le niveau (3) « infusion » : l'enseignant utilise les TIC ponctuellement pour analyser une information comme la présentation de résultats d'une étude ou pendant une expérimentation scientifique.

- Le niveau (4) « intégration » : l'enseignant intègre les outils TIC dans une séquence importante et centrale du programme enseigné, comme la présentation d'une notion importante ou la résolution de problèmes qui servent à la construction de nouvelles connaissances.

- Le niveau (5) « expansion » : Il s'agit de l'intégration des TIC pour connaitre le monde extérieur, résoudre des problèmes liés à la vie réelle et donner un sens aux connaissances acquises.

- Le niveau (6) « raffinement » : l'utilisation des TIC a pour but ici de rechercher d'autres connaissances et de développer des produits en lien avec des problèmes de la vie réelle.

2. *Modèle de Sandholtz, Ringstaff et Dwyer (1997)*

Dans le cadre du projet Apple Classrooms of Tomorrow (ACOT), Sandholtz, Ringstaff et Dwyer (1997) ont développé un modèle pour mesurer le niveau d'intégration des TIC dans les pratiques d'enseignement. Ce modèle comporte cinq niveaux d'intégration des TIC. Sandholtz, Ringstaff et Dwyer ont caractérisé ces cinq niveaux comme suit :

- L'« entrée » : les classes sont équipées par du matériel informatique, auquel les enseignants et même les élèves essayent de se familiariser.

- L'« adoption » : l'enseignant utilise et intègre les TIC pour renforcer ses pratiques d'enseignement avec des exercices et des problèmes techno pédagogiques

- L' « adaptation » : l'enseignant intègre fréquemment les TIC pour gérer la classe et utiliser quelques ressources numériques dans ses travaux d'enseignement.
- L' « appropriation » : l'enseignant utilise ses compétences technologiques et pédagogiques pour favoriser l'acquisition de nouvelles compétences chez les élèves.
- L' « invention » : l'enseignant adopte des méthodes nouvelles et innovantes pour améliorer et augmenter l'acquisition des compétences polyvalentes chez les élèves.

3. Modèle de Morais (2001)

Après une carrière dans l'enseignement et une expérience fructueuse, Morais (2001) a mis en place un modèle pour étudier le niveau d'intégration des TIC dans les pratiques d'enseignement. Ce modèle contient deux phases par lesquelles l'enseignant améliore son enseignement et devient expert dans l'usage des TIC à des fins éducatives. Morais a caractérisé ces deux phases comme suit :

La première phase concerne l' « initiation », elle contient deux niveaux, la « pertinence » et la « peur » :

Dans la « pertinence », l'enseignant est convaincu des avantages et de la pertinence des TIC pour l'enseignement et l'apprentissage. Ensuite, vient un deuxième niveau, la « peur », dans lequel ses sentiments s'expriment par une anxiété et une incertitude concernant sa compétence techno pédagogique.

La deuxième phase concernant l' « utilisation », contient trois niveaux : « personnel », « professionnel » et « pédagogique »

Dans le niveau « personnel », l'enseignant utilise les TIC seulement dans un but personnel, tandis que, dans le niveau « professionnel », il intègre les outils technologiques afin de faciliter son travail administratif, essentiellement dans la gestion des absences et des notes des élèves. Quant au troisième niveau « pédagogique », l'enseignant intègre les TIC pour des fins pédagogiques, moyennant différentes ressources pédagogiques numériques.

4. Modèle de Raby : processus d'intégration des TIC (2005)

Raby a créé en 2005 un modèle de processus d'intégration des TIC, suite à une analyse des modèles précédents, à savoir ceux de Moersch (1995, 2001), de Sandholtz, Ringstaff et Dwyer (1997), et de Morais (2001). Le modèle de Raby propose un processus allant de la non-utilisation jusqu'à l'utilisation optimale et exemplaire des TIC.

Raby a distingué quatre niveaux dans son modèle (chaque niveau contient plusieurs étapes) :

Sensibilisation : dans ce niveau, les enseignants ont un contact indirect avec les outils technologiques, ils connaissent les avantages des TIC pour leurs pratiques d'enseignement et ils savent que certains de leurs collègues intègrent les TIC, mais ils ne les intègrent pas pour autant.

Utilisation personnelle : l'enseignant a des compétences technologiques, il intègre les TIC dans un but personnel comme la production de documents personnels, une navigation sur internet pour la recherche d'informations ou encore pour l'utilisation des moyens technologiques de communication.

Utilisation professionnelle : A ce niveau, l'enseignant est motivé et est curieux d'explorer l'effet des TIC dans le milieu scolaire, mais il a aussi des sentiments de peur. L'enseignant possède les compétences technologiques nécessaires pour produire des documents professionnels, communiquer avec ses collègues, et gérer des taches administratives (saisie des notes, gestion de l'absence des élèves…)

Utilisation pédagogique : Ce niveau concerne l'intégration des TIC dans un but éducatif qui est en relation directe avec le programme enseigné et les orientations pédagogiques. Ce niveau contient plusieurs étapes :

L'enseignant est tout d'abord curieux d'utiliser les TIC pédagogiquement, il a les capacités d'engager ses élèves dans des situations ludiques comme un jeu sur ordinateur pour se familiariser aux TIC, puis, il les intègre dans ses pratiques d'enseignement pour enrichir son travail, en engageant ses élèves dans des activités pédagogiques visant l'acquisition, la compréhension et l'application de connaissances, afin qu'ils développent également leurs compétences transversales. En outre, il utilise les TIC dans l'enseignement de séquences

importantes du programme officiel. Enfin, il guide les apprenants à utiliser les TIC dans un cadre d'apprentissage actif et significatif (approche par projets, approche coopérative, résolution de problèmes), et par une utilisation régulière et fréquente afin de développer leurs compétences disciplinaires et transversales.

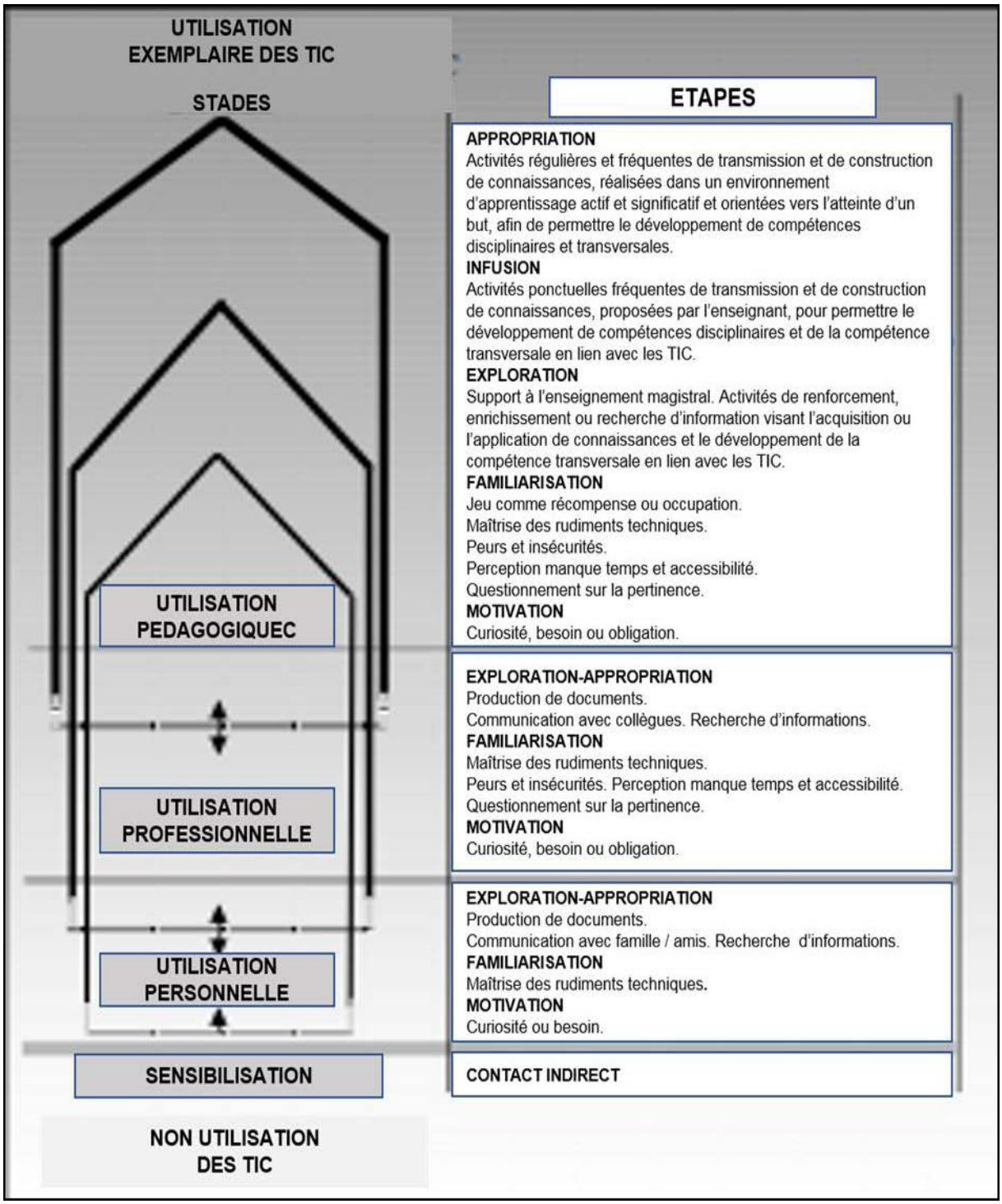


Figure5 : Modèle synthèse du processus d'intégration des TIC de Raby (2005)

5. *Modèle synthèse*

Notre modèle synthèse est inspiré des modèles de Moersch (1995, 2001), de Sandholtz, Ringstaff et Dwyer (1997) et de Raby (2005). Ce modèle accompagne le processus

d'enseignement des mathématiques (ou autre discipline). Il permet d'analyser le degré d'intégration des TIC tout au long du processus d'enseignement.

Le premier stade concerne la **sensibilisation**, qui a pour but d'évaluer juste les connaissances et non les compétences des enseignants de mathématiques à propos de l'intégration des TIC dans le milieu scolaire. A ce stade, l'enseignant de mathématique a un contact indirect avec les outils technologiques, il connait les politiques officielles et les efforts déployés à ce sujet, il connait même les avantages et les inconvénients des TIC, il a les informations nécessaires pour avoir une attitude positive ou négative face aux TIC.

Les enseignants entament le processus d'enseignement **hors classe**, lors de la préparation et la planification. Notre deuxième stade s'intéresse à la **planification pédagogique**, il a pour but de mesurer le comportement des enseignants et leurs capacités à utiliser les outils technologiques, pendant la préparation des pratiques d'enseignement hors classe. A ce stade, l'enseignant mobilise seulement les compétences technologiques nécessaires pour produire des documents, utiliser les outils bureautiques, rechercher des informations par internet, communiquer avec ses collègues et partager des connaissances en ligne.

Après la planification, les enseignants de mathématiques enseignent dans la classe en présence des élèves. Notre troisième stade s'intéresse **à l'intégration pédagogique** proprement dite, ce stade concerne l'attitude et les capacités des enseignants dans les trois étapes de l'enseignement : construction de notions, remédiation et évaluation.

Dans l'étape **« construction »,** l'enseignant a les compétences technologiques et pédagogiques d'accompagner et guider les apprenants en utilisant les TIC, à construire leurs propres connaissances.

Dans l'étape **« remédiation »,** l'enseignant a les compétences technologiques et pédagogiques pour combler les lacunes et remédier aux apprentissages erronés identifiés chez les élèves en intégrant les outils TIC, à l'aide d'activités et de ressources numériques...

Dans la dernière étape **« évaluation »,** l'enseignant a les compétences technologiques et pédagogiques pour évaluer les connaissances des élèves en utilisant des exercices et des ressources qui intègrent les TIC.

La figure suivante décrit ce modèle :

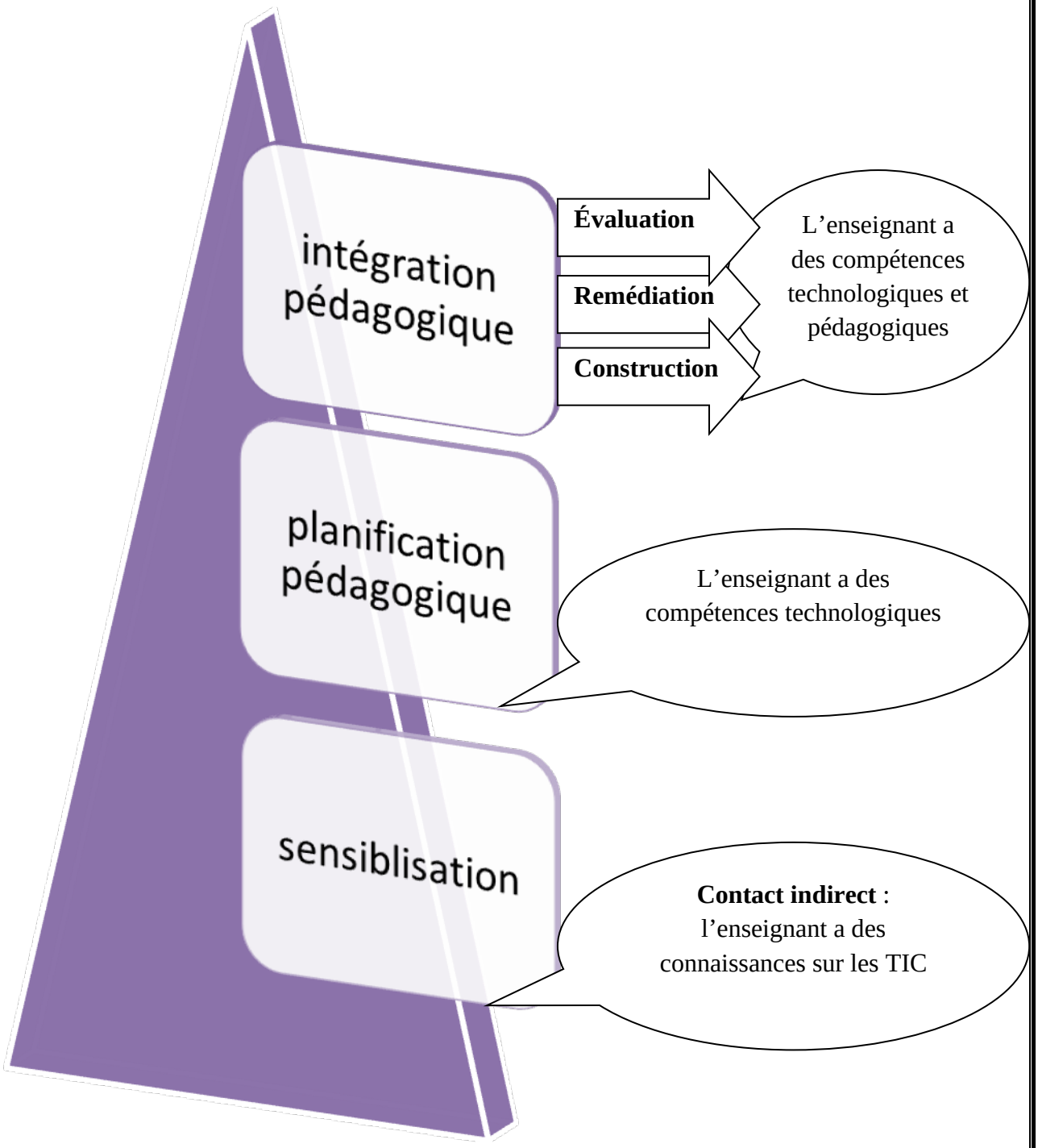


Figure 6 : Modèle-synthèse du processus d'intégration des TIC dans l'enseignement des mathématiques au Maroc [inspiré des modèles de Moersch (1995, 2001), de Sandholtz, Ringstaff et Dwyer (1997) et de Raby (2005)].

V. Théorie documentaire

Nous exposons dans cette partie les concepts fondamentaux de l'approche documentaire, qui encadre le travail de la deuxième étude :

Nous présentons tout d'abord la théorie instrumentale ; le fondement essentiel de la théorie documentaire, en introduisant le dialectique artefact/instrument, et en expliquant les genèses instrumentales.

Nous présentons ensuite, dans le cadre de l'approche documentaire, ce que nous désignons par ressources et documents, puis nous exposons les genèses documentaires individuelles et les genèses documentaires communautaires.

1. Les genèses documentaires individuelles

La théorie documentaire a été développée en se basant sur la théorie instrumentale (Rabardel, 1995), cette dernière repose sur la distinction entre artefact/ instrument, et sur le processus de la genèse instrumentale :

Rabardel désigne par un artefact tout objet technique ou symbolique ayant subi une transformation par l'Homme -même minime-, destiné à être manipulé dans une activité finalisée (objet technique comme une calculatrice, ou symbolique comme le langage), tandis qu'il désigne par un instrument « une entité mixte » formé de deux composants : l'artefact et un schème d'utilisation[11].

La genèse instrumentale se compose de deux processus liés entre eux : instrumentation et instrumentalisation : *« L'instrumentation est relative à l'émergence et à l'évolution des schèmes d'utilisation : leur constitution, leur fonctionnement leur évolution ainsi que l'assimilation d'artefacts nouveaux à des schèmes d'utilisation. L'instrumentalisation est relative à l'émergence et l'évolution des composantes artefacts de l'instrument : sélection, regroupement production et institution de fonctions, transformations de l'artefact qui prolongent la conception initiale des artefacts.* » (Rabardel, 1999, p.9)**.** L'instrumentation est dirigée vers le sujet lui-même, tandis que l'instrumentalisation est relative à l'artefact.

[11] Une organisation invariante de l'activité. **Vergnaud (1996)**.

Rabardel (1999, p .9) ajoute que pendant ces deux processus :

« *Le sujet élabore ses instruments dans un ensemble de possibles ouverts par les potentialités des artefacts et celles de ses schèmes d'utilisation propres ou ceux qui lui sont socialement proposés. Les instruments issus des genèses instrumentales ne sont jamais les seuls qui auraient pu être développés par le sujet. D'autres auraient aussi pu voir le jour qui ne sont pas pour autant annulés. Il y a toujours d'autres potentialités de l'artefact ou des schèmes qui auraient pu être mobilisées et qui d'ailleurs le seront peut-être plus tard.* **»**

Cette théorie instrumentale concernant les artefacts technologiques utilisés dans la classe de mathématiques a déjà été largement évoquée dans plusieurs études :

Les travaux d'Artigue (1997), et M. Mouradi, M. Zaki (2001), qui visent à aborder les problèmes relatifs à l'intégration d'environnements informatiques dans l'enseignement des mathématiques, menés avec le logiciel DERIVE. Paul Drijvers et Koeno Gravemeijer (2001) évoquent aussi cette approche pour examiner la relation entre l'utilisation de l'algèbre informatique et la pensée algébrique du point de vue de l'approche instrumentale de l'apprentissage des mathématiques dans un environnement technologique. D'ailleurs, en s'appuyant sur cette approche, Rossana Falcade (2002) analyse le rôle du logiciel Cabri Géomètre dans la médiation sémiotique d'un graphe d'une fonction.

Dans le même contexte, Michele Cerulli et Maria Alessandra Mariotti (2003) ont présenté une approche éducative basée sur l'utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique et d'un manipulateur symbolique. Tandis que, Trouche (2005) a présenté une approche pour guider et intégrer les usages des outils de calcul dans l'enseignement des mathématiques. Par ailleurs Drijvers et Trouche (2008) ont analysé le processus d'apprentissage dans les environnements technologiques, l'organisation de l'enseignement dans ces environnements, et le développement de ressources pour le développement professionnel de nouvelles pratiques pédagogiques. De plus, Tran Kien Minh (2012) utilise cette théorie pour approcher la notion de fonction au lycée via la modélisation fonctionnelle des dépendances géométriques à l'aide du logiciel Casyopée.

En s'inspirant de cette approche, Trouche et Gueudet ont développé une perspective similaire, c'est l'approche documentaire. Ils la considèrent comme un cadre théorique, qui

permet d'entreprendre des recherches sur les ressources. C'est aussi une perspective sur le travail des professeurs, et les évolutions de ce travail qui sont engendrées par le numérique en particulier. Ils nomment ce travail de « travail documentaire ».

Trouche et Gueudet (2008) ont commencé leur théorie par la distinction entre deux notions élémentaires : ressources et documents :

Dans le champ de l'éducation, le mot ressource est utilisé pour désigner les ressources matérielles, mais Adler (2010) donne une définition élargie à ce concept **«** *Il est possible aussi de penser les ressources comme une forme du verbe re-sourcer : nourrir à nouveau, ou différemment. Cette interprétation est provocante, elle a pour objectif d'attirer l'attention sur les ressources et leurs usages, de questionner des significations tenues pour acquises », et il ajoute « J'utilise ici ressource à la fois comme substantif et comme verbe, comme objet et comme action que nous exploitons dans notre pratique* **» (**Adler, 2010 : La conceptualisation des ressources - Apports pour la formation des professeurs de mathématiques).

De même, Gueudet et Trouche (2008) ont une large vue élargie de la notion de ressource. Ils mettent l'accent sur le fait que la notion de ressource peut être un artefact, cependant les ressources dépassent cette catégorisation, même la réaction d'un élève, les interactions avec les élèves, les échanges avec les collègues ou juste un bâton en bois posé au sol, peuvent également être considérés comme une ressource.

Dans notre travail, on désigne par ressource numérique en mathématiques : toute activité et exercice de mathématiques sous forme numérique, utilisée par les enseignants dans leurs pratiques d'enseignement.

Tandis que le document est défini par Gueudet & Trouche (Ibid) comme une entité mixte, composée de ressources destinées pour un objectif déterminé d'enseignement, et d'un schème d'utilisation de ces ressources au cours d'une genèse documentaire.

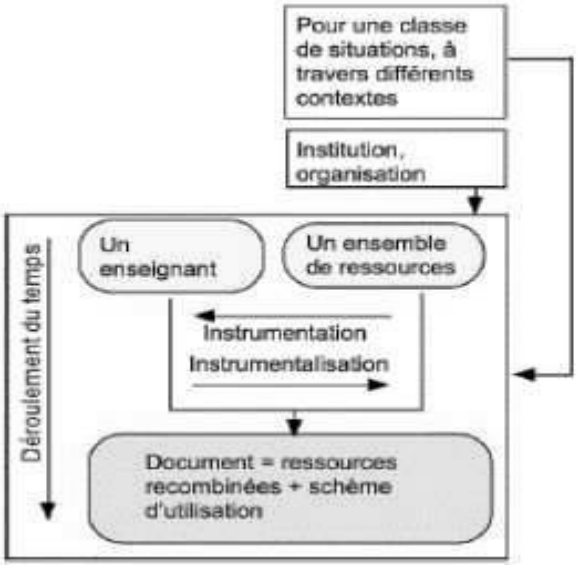


Figure7 : Représentation de la genèse d'un document (Gueudet & Trouche, 2010, p. 59)

Ces genèses documentaires sont semblables aux deux processus définis par Rabardel (1995) dans les genèses instrumentales :

- les processus d'instrumentalisation : le professeur cherche les ressources adéquates, les organise, les cadre, les améliore selon l'objectif d'enseignement.

- les processus d'instrumentation : les ressources équipent l'enseignant et marquent son activité, ces processus distinguent les progressions des apprentissages et des connaissances professionnelles résultantes du travail documentaire.

Gueudet et Trouche illustrent de façon claire la manière de constitution de ce document lors de ces genèses par l'équation suivante : **Document = ressources recombinées + schème d'utilisation.** D'ailleurs, Gueudet et Trouche affirment que ces genèses n'ont pas nécessairement un début et une fin, mais elles sont considérées comme un développement, ces auteurs expliquent que « *Le développement d'un document répond à un objectif (il s'agit de concevoir pour, par exemple réaliser un cours), mais ce développement se poursuit dans la réalisation de ce cours. Ce document donne naissance à son tour à des ressources (par exemple des copies d'élèves) qui pourront être mobilisées, avec d'autres ressources, dans de nouvelles genèses* » (Gueudet et Trouche (2009), Vers de nouveaux systèmes documentaires des professeurs de mathématiques ? p.5)

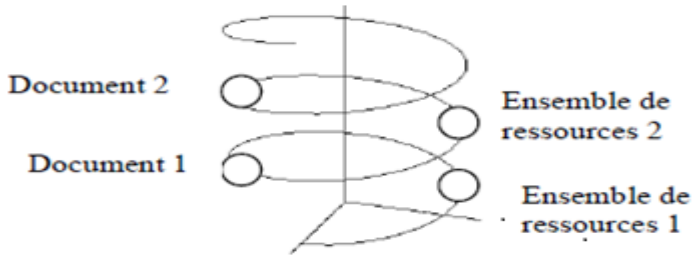


Figure 8 : Dialectique ressource- document et évolution temporelle
Gueudet et Trouche (2008)

2. *Les genèses documentaires communautaires.*

L'enseignant construit sa documentation pour lui-même, pour ses élèves, il peut aussi la partager avec ses collègues, c'est pourquoi, Trouche et Gueudet ont présenté les genèses documentaires communautaires qui sont liées à l'une des définitions que Pédauque (2006) donne du document : **document = contrat entre les hommes**. Cette définition est en grande relation avec la numérisation : *« C'est dans la communauté d'intérêts qu'il faut chercher le document et pas ailleurs. Voilà donc ce que change la numérisation : elle fabrique des communautés virtuelles, flottantes, illimitées, insaisissables, mieux qu'aucun livre. Le document numérique est bel et bien un objet, mais la communauté qui le consacre comme document est de plus en plus instable, éclatée, imprévisible, emportée dans les remous tumultueux des intérêts humains* » (Pédauque, le document à la lumière du numérique, p. 12)

Trouche et Gueudet (2008) ont utilisé plusieurs notions supplémentaires pour présenter les genèses documentaires communautaires :

- La notion de vivier de ressources, introduite dans le développement d'un projet européen (http - ARIADNE) pour désigner l'ensemble des ressources matérielles mises en partage par une communauté d'enseignants.

- Un répertoire de la communauté désigne les ressources matérielles qu'elle met en commun (le vivier de ressources), mais aussi des mots, des gestes, des histoires, des symboles, des attitudes, tout ce que la communauté reconnaît comme faisant partie du patrimoine commun.

Ensuite, Trouche et Gueudet (Ibid) annonce que « *Le travail documentaire communautaire entraîne un jeu entre un répertoire et une communauté de pratique. De nouvelles ressources sont produites (qui re-sourcent le vivier de la communauté), des usages se développent (qui re-sourcent le répertoire de la communauté). La communauté fait évoluer le répertoire de ressources (ce que nous interprétons comme des processus d'instrumentalisation), le répertoire contribue à l'instrumentation du travail documentaire de la communauté. Ce jeu collectif de la communauté avec le répertoire de ressources suppose un engagement, une participation commune, « spontanés », suscités, ou entretenus* ».

Quatrième chapitre : Méthodologie de recherche

I. Population visée

Notre recherche étant exploratoire, nous avons retenu une approche par questionnaire. Chacune des deux études de notre recherche, a fait l'objet d'un questionnaire, que nous avons soumis à un large échantillon comprenant 120 enseignants de mathématiques du secondaire qualifiant et collégial. L'échantillon a été extrait dans un souci de représentativité et d'exhaustivité, à partir d'Académies Régionales d'Éducation et de Formation (AREF), qui sont les plus représentatives (en termes de nombre de gestions d'établissements secondaires) sur l'ensemble du territoire marocain. La répartition géographique de l'échantillon a été faite à partir de quatre AREF, Casablanca-Settat, Rabat-Salé-Kénitra (Centre du Royaume), Marrakech-Safi (Sud) et Fès-Meknès (Nord- Est), où nous avons à chaque fois interrogé 30 enseignants (volontaires) du secondaire qualifiant (lycée) et collégial de mathématiques, aussi bien dans des zones urbaines que rurales. La passation simultanément des deux questionnaires auprès des enseignants, préalablement soumise à une autorisation du directeur de chaque AREF, a duré en moyenne une trentaine de minutes afin d'expliquer les questions et les expressions ambigües. Nous avons par ailleurs prévu une version en langue arabe du questionnaire[12] pour les enseignants qui le souhaitaient, et avons aussi accordé un délai de réponse d'un à deux jours pour ceux qui en ont formulé la demande.

La répartition de 120 enseignants dans les différentes Délégations provinciales des Académies Régionales d'Éducation et de Formation (AREF) était comme suit :

Délégation provinciale	**Nombre d'enseignants au collège**	**Nombre d'enseignants au lycée**
Marrakech	4	4
Al Haouz	4	4

[12] La traduction du questionnaire a été validée par des pairs universitaires, en allant du texte français vers le texte arabe, et vice versa.

Safi	3	3
El Kelaâ des Sraghna	4	4

Tableau 3 : AREF : Marrakech-Safi

Délégation provinciale	**Nombre d'enseignants au collège**	**Nombre d'enseignants au lycée**
Settat	4	4
El Jadida	3	4
El Mohammedia	4	3
Anfa	4	4

Tableau 4 : AREF : Casablanca-Settat

Délégation provinciale	**Nombre d'enseignants au collège**	**Nombre d'enseignants au lycée**
Fès	4	5
Meknès	3	3
Séfrou	4	3
Ifrane	4	4

Tableau 5 : AREF Fès-Meknès

Délégation provinciale	**Nombre d'enseignants au collège**	**Nombre d'enseignants au lycée**
Rabat	4	4
Salé	4	4
Kenitra	4	4

Sidi kacem	3	3

Tableau 6 : AREF : Rabat-Salé-Kénitra

Nous avons par ailleurs attribué un code, compris entre 1 et 120, à chaque enseignant interrogé, afin d'assurer l'anonymat de la population de notre échantillon.

Quant à la passation des questionnaires, elle a duré quasiment 9 mois, d'octobre 2015 à juin 2016. Cette durée relativement importante est notamment due à des facteurs institutionnels, tels parfois des attentes relativement longues pour l'obtention des autorisations des directeurs d'AREF pour la passation des questionnaires.

II. Premier questionnaire

Dans la conception du questionnaire, le choix des items représente un paramètre capital de notre méthodologie de recherche. En effet, la nature des résultats qui seront établis à l'issue de notre recherche, en sera fortement tributaire. La revue de littérature des travaux portant sur une problématique similaire à la nôtre, nous a conduits à enrichir le questionnement sur le problème d'intégration des TIC. Nous avons donc retenu trois axes, ces axes conformément à nos questions de recherche (cf. chap II, § II) couvrent a priori de manière exhaustive les éléments qui rentrent en ligne dans la question de l'intégration des TIC. D'abord, des éléments relevant des aspects institutionnels de l'intégration des TIC tels qu'ils sont préconisés dans l'enseignement marocain (directives, projets et formations officiels). Ces éléments qui sont pris en considération de manière très partielle dans les recherches antérieures, nous ont parus importants dans le cadre de notre problématique ; c'est pourquoi nous les avons considérés dans leur ensemble dans notre questionnaire. Ensuite, des éléments relatifs à la planification pédagogique intégrant les TIC (supports pédagogiques, matériel informatique, …) et aux compétences techno-pédagogiques des enseignants (formation initiale en TIC, gestion de classe, …). Ce sont des éléments que l'on retrouve dans les recherches antérieures (O. El Ouidadi et al., 2011 et 2012 ; A. Maouni et al., 2014 ; M. Mastafi, 2014 ; A. Rasmy et A. Fièvez, 2015). Enfin, un dernier axe consacré aux aspects didactiques en situation d'intégration des TIC (ressources numériques en mathématiques, cours, remédiation, évaluation,). Ces éléments-là, au moment de la

conception du questionnaire, n'étaient pas pris en compte de manière explicite, voire absents, dans les recherches antérieures sur l'intégration des TIC dans les établissements secondaires marocains.

Dans ce qui suit nous présentons les axes de notre questionnaire :

1. *Connaissance des aspects institutionnels de l'intégration des TIC dans l'enseignement*

Dans la première partie du questionnaire, nous visons à mesurer le premier stade de notre modèle de synthèse **« sensibilisation »**, en interrogeant les enseignants à propos des démarches institutionnelles pour implanter les TIC dans le milieu scolaire marocain, notamment en ce qui concerne : les textes législatifs et les cadres référentiels encadrant l'intégration des TIC dans l'enseignement en général, ainsi que les projets lancés par le ministère pour encourager l'usage des outils technologiques dans l'enseignement, ou encore de formations officielles sur les TIC.

Les questions de cette partie sont formulées comme suit :

A1) Avez-vous déjà consulté les directives officielles portant sur l'intégration des **TIC** dans l'enseignement des mathématiques ?

Oui ☐ Non ☐

- Si oui, quelles sont celles que vous avez retenues ?

A2) Connaissez-vous des projets lancés par le ministère encourageant l'intégration des TIC dans l'enseignement ?

Oui ☐ Non ☐

- Si oui, lesquels?

A3) Connaissez-vous des formations officielles sur les TIC, en général ?

Oui ☐ Non ☐

- Si oui, donnez les intitulés de ces formations, leurs durées et les compétences à développer visées par ces formations :

	Formation 1	**Formation 2**	**Formations 3**
Intitulé de la Formation			

	Dates et durée de la formation			
	Compétences visées			

2. *Planification pédagogique à l'aide d'outils TIC et compétences techno-pédagogiques*

Dans cette partie du premier questionnaire, nous nous intéressons à la **« planification pédagogique »**, à travers l'attitude des enseignants de mathématique vis-à-vis de l'utilisation des TIC, lors de la préparation et la planification de l'enseignement **hors la classe** (cf. chap II, § II et chap III, § III , 5) . En effet, nous interrogeons les enseignants sur les différents outils technologiques utilisés, au même titre que les formations suivies (autoformation, formation initiale, formation continue) qui contribuent à la planification des séquences d'enseignement en intégrant les TIC. Enfin, nous étudions les obstacles qui entravent l'utilisation des TIC au stade de la **« planification pédagogique ».**

B1) Pour préparer vos cours de mathématique hors classe, quels outils TIC utilisez-vous de manière régulière ? (logiciels, plates-formes, sites internet, supports magnétiques avec contenus mathématiques …)

B1.1) Logiciels (latex, Word scientifique, math type, Géogebra, PowerPoint, Word, Excel, …) :

B1.2) Plates-formes :

B1.3) Sites internet

B1.4) Supports magnétiques avec des ressources mathématiques (Cours ou/et exercices sur un support CD, Clé USB, disque amovible…) :

B2) L'utilisation de ces outils TIC a été développée grâce à :

- Un travail personnel ☐
- *Des* formations officielles ☐

Intitulés de ces formations	***Leurs durées***

B3) Lors de votre formation initiale à l'ENS, au CPR ou au CRMEF, avez-vous suivi des cours ou des modules relatifs à la préparation d'enseignements intégrant les TIC dans l'enseignement des mathématiques ?

Oui ☐ Non ☐

- Si oui, précisez votre centre de formation initiale, et donnez une brève description des cours ou modules que vous avez suivis lors de votre formation initiale :

B4) Durant votre formation continue, avez-vous suivi des cours ou des modules relatifs à la préparation d'enseignements intégrant les TIC dans l'enseignement des mathématiques ?

Oui ☐ Non ☐

- Si oui, citez les organismes qui ont assuré votre formation continue (Ministère de l'Éducation Nationale, établissements publics, établissements privés, associations, …), et donnez une brève description des cours ou modules que vous avez suivis durant votre formation continue

B5) Si vous n'utilisez pas d'outils TIC hors classe, cochez les items qui correspondent à votre situation :

Items	
Vos compétences concernant l'utilisation des TIC (ordinateur, sites internet, plates formes, …) sont très réduites	
Vous avez peu de compétences en informatique (logiciels, tableurs, …)	
Vous n'avez pas de matériel informatique	
Vous ne voyez pas l'intérêt d'utiliser les outils TIC	
Vous n'avez pas le temps d'utiliser les outils TIC	

D'autres raisons à citer **:**

3. *Aspects didactiques relatifs à l'intégration des TIC dans l'enseignement*

Cette dernière partie du questionnaire s'intéresse aux aspects de l'intégration des TIC dans les pratiques d'enseignement **en classe** (cf. chap II, § II et chap III, § III , 5), notamment dans la construction de notions, la remédiation, et même dans l'évaluation. Par ailleurs, nous nous intéressons aux avantages et inconvénients didactiques de l'intégration des TIC dans l'enseignement des mathématiques.

C1) Avez-vous déjà utilisé les TIC (logiciels, internet, plates-formes, TBI, tablette, vidéoprojecteur, …) en classe avec vos élèves ?

Oui ☐ Non ☐

- Si oui, remplir le tableau suivant et éventuellement un deuxième tableau similaire au cas où vous auriez une deuxième citation d'activité

Activité 1 :

Thème et niveau d'enseignement	
Outils TIC utilisés	
Objectifs	
Description de l'activité	

Activité 2 :

Thème et niveau d'enseignement	
Outils TIC utilisés	
Objectifs	
Description de l'activité	

- **Sinon, cochez les items qui correspondent à votre situation**

Items	
Vous n'êtes pas formé à l'utilisation (la pédagogie) des TIC en classe	
Vous n'avez pas de matériel informatique en classe	
Vous n'avez pas de liaison internet en classe	
Vous avez des difficultés personnelles d'utilisation des outils informatiques	
L'utilisation des TIC demande trop de temps de préparation	
Vous manquez de situations mathématiques vous permettant d'intégrer les TIC en classe	
Vous ne voyez pas l'intérêt d'utiliser les outils TIC en classe	
L'utilisation des TIC en mathématiques est une perte de temps	
L'utilisation des TIC ne fait pas travailler les élèves	
La durée des cours en classe ne permet pas d'intégrer aisément les outils TIC	
La gestion de classe est trop difficile lors de l'utilisation des TIC	
Les salles informatiques ne sont pas suffisamment libres	

D'autres raisons à citer :

C2) Avez-vous déjà utilisé les TIC comme support didactique de remédiation aux difficultés des élèves ?

Oui ☐ Non ☐

- Si oui, citez la situation que vous avez pratiquée en classe et qui a donné lieu à de meilleurs résultats ?

Thème	
Outils TIC utilisé	
Difficulté(s) à surmonter	
Description De l'activité	
Résultats de remédiation obtenus auprès des élèves	

- Sinon, pourquoi?

C3) Avez-vous déjà utilisé les TIC comme support didactique lors des évaluations des élèves ?

Oui ☐ Non ☐

- Si oui, décrivez le type d'évaluation que vous avez pratiqué auprès de vos élèves, en citant celle qui vous paraît répondre au mieux à vos attentes en termes d'évaluation :

Type d'évaluation : **Sommative,** **Normative, formative, …**	
Outils TIC utilisé	
Contenu mathématique, **Objet de l'évaluation**	
Intérêt et avantage **de l'intégration des TIC**	

- Sinon, pourquoi?

C4) Quels seraient d'après vous les avantages de l'intégration des TIC dans l'enseignement des mathématiques ?

III. Deuxième questionnaire

A la lumière de l'étude menée sur les orientations pédagogiques, ainsi que celle sur les ressources numériques dans les différents manuels scolaires de mathématiques au lycée et au collège, nous avons pu élaborer les items qui constituent notre deuxième questionnaire.

1. Les équipements technologiques institutionnels

Dans un premier temps, nous prospectons les différents outils technologiques disponibles dans les établissements scolaires et dans les classes pour le travail des enseignants de mathématiques.

A1) Avez-vous une salle Génie dans votre établissement ?

Oui □ non □

- Si oui, de combien d'ordinateurs disposez-vous ?

A2) Quels sont les équipements technologiques disponibles dans votre classe?

(Data show-ordinateurs-TBI-tablettes-lecteur dvd-caméra numérique-…)

A3) Avez-vous une liaison internet (wifi) dans votre établissement accessible aux enseignants et aux élèves ?

Oui □ non □

2. Ressources numériques et usages pédagogiques

Cette partie a pour but d'identifier les ressources numériques disponibles dans les établissements scolaires, et de manière plus générale, l'origine des ressources numériques utilisées par les enseignants. Elle vise par ailleurs l'intégration de ce genre de ressources numériques par les enseignants dans leurs pratiques d'enseignement.

B1) Disposez-vous de ressources numériques (activités numériques) en mathématiques dans votre établissement ? (CD- programmes…)

Oui □ non □

- Si oui, lesquelles ?

B2] Est-ce que vous intégrez les TIC dans votre enseignement ?

Oui □ non □

- Si oui, citez les sources des activités numériques utilisées ?

(Ressources numériques de l'établissement, livres scolaires, sites internet, plates formes, programme Génie, travail personnel, travail de collègue, autres…)

3. Manuels scolaires et intégration des TIC dans l'enseignement

En complément à la partie précédente, nous étudions ici les activités dans les manuels scolaires de mathématiques qui ont pour but d'intégrer les TIC dans les pratiques des enseignants, en déterminant : les notions mathématiques qui peuvent faire l'objet d'une

utilisation des TIC en classe, ainsi que l'avis des enseignants à propos ces activités et leurs avantages pour l'apprentissage.

C1] Citez les manuels scolaires que vous utilisez pour préparer vos enseignements à chaque niveau :

Niveau	**Manuels scolaires**
Collège	
Tronc Commun	
1ère année bac	
2ème année bac	

C2] Quelles sont à votre avis les leçons ou notions mathématiques qui peuvent faire l'objet d'une utilisation des TIC en classe pour chaque niveau, et quels en seraient les avantages ?

Niveau	**Leçons ou notions mathématiques pouvant faire l'objet d'une utilisation des TIC**	**Outils TIC à utiliser**	**Avantages de l'utilisation des TIC**
Collège			
Tronc Commun			
1ère année bac			
2ème année bac			

C3] Avez-vous déjà utilisé quelques activités mathématiques de manuels scolaires intégrant les TIC ?

Oui □ non □

- Si oui, donnez des exemples ?

Référence du manuel scolaire	**Description de l'activité**	**Outils TIC utilisés**	**Objectifs attendus de l'activité**

C4] Pensez-vous que les activités intégrant les TIC des manuels scolaires que vous utilisez, ont des avantages dans les pratiques d'enseignement ?

Oui □ non □

- Si oui, citez ces activités et leurs avantages :
- Sinon, expliquez pourquoi :

C5] Pensez-vous que les activités intégrant les TIC proposées dans les manuels scolaires que vous utilisez, sont en nombre suffisant pour répondre aux objectifs ministériels concernant l'intégration des TIC dans l'enseignement des mathématiques ?

Oui □ non □

- Sinon, pourquoi (Donnez quelques exemples)?

C6] Pensez-vous que les activités intégrant les TIC proposées dans les manuels scolaires que vous utilisez sont bien conçues pour faciliter l'appréhension des élèves en mathématiques, et leur permettent de surmonter certaines de leurs difficultés ?

Oui □ non □

- Sinon, expliquez pourquoi (Donnez quelques exemples)?

C7] Pensez-vous que pour intégrer les TIC dans l'enseignement des mathématiques, il serait nécessaire de revoir les contenus des manuels scolaires actuels ? (Donnez quelques explications) :

4. Disposition à l'intégration des TIC dans l'enseignement

Cette partie a pour but d'étudier l'opinion des enseignants de mathématiques à propos de l'adoption des manuels numériques à la place des manuels papiers dans notre système éducatif.

D1] Vos élèves sont-ils demandeurs d'activités en mathématiques intégrant les TIC ?

Oui □ non □

- Si oui, à quel(s) niveau(x) d'enseignement ? Pour quelle(s) notions mathématiques ? Avec quels outils TIC ?

  1)

  2)

D2] Êtes-vous favorable à l'utilisation de ressources numériques pour les élèves et les enseignants ?

Oui □ non □

- Si oui, pour quelles raisons pédagogiques et didactiques ?
- Sinon, expliquez pourquoi ?

5. Innovation pédagogique intégrant les TIC

Dans la partie « Innovation pédagogique intégrant les TIC », nous étudions la capacité des enseignants de mathématiques à innover, à concevoir et à partager leurs propres ressources numériques, notamment à travers le concours d'innovation pédagogique organisé sous la direction du ministère de l'éducation nationale.

E1] Avez-vous un compte dans le site « taalimtice.ma » ?

- Si oui, citez quelques-unes des ressources numériques du site « taalimtice.ma » que vous avez utilisé en classe :

E2] Avez-vous déjà conçu des activités numériques innovantes que vous avez utilisées dans votre enseignement de mathématiques ?

Oui □ non □

- Si oui, donnez une description de l'une des activités innovantes que vous avez réalisée :

E3] Avez-vous déjà participé aux concours de l'innovation pédagogique intégrant les TIC organisé par le ministère de l'éducation nationale ?

Oui □ non □

Si oui, donnez une description de l'innovation qui a fait l'objet de votre participation :

IV. Méthode d'analyse

Quant à l'outil d'analyse des réponses des enseignants à notre questionnaire, nous l'avons pensé dès le départ multidimensionnel. En effet, nous tenions dans notre analyse à prendre en considération les liaisons entre les modalités des différents items du questionnaire, et d'en extraire les facteurs les plus discriminants.

L'Analyse Factorielle de Correspondance Multiple (AFCM) répond parfaitement à notre approche d'analyse ; elle représente par ailleurs une méthode de description statistique qui n'a pas été exploitée jusqu'à maintenant dans les travaux antérieurs sur la problématique d'intégration des TIC dans l'enseignement secondaire des mathématiques au Maroc, elle permet de décrire les relations entre p ($p > 2$) variables qualitatives simultanément observées sur n individus. Les résultats préconisés par cette analyse factorielle, vont certainement complétés ceux des travaux antérieurs qui, soulignons-le, se sont limités aux seules descriptions statistiques uni voire bi-dimensionnelles : l'originalité de l'AFCM consiste avant tout dans la multidimensionnalité de la description.

Cinquième chapitre : Résultats sur l'intégration des TIC

I. Introduction

Rappelons que l'objectif de notre premier travail est de mener une étude sur l'état des lieux de l'intégration des TIC au niveau du secondaire qualifiant et collégial dans le cadre de l'enseignement des mathématiques. La passation du premier questionnaire a été effectuée auprès d'un échantillon de 120 enseignants marocains des régions de Marrakech-Safi, Casablanca-Settat, Rabat-salé-Kenitra et Fès-Meknès. L'analyse du corpus des réponses recueillies a été menée selon une approche multidimensionnelle, grâce à une Analyse Factorielle de Correspondance Multiple (AFCM).

II. Interprétation des résultats de l'analyse factorielle de correspondance multiple (AFCM)

1. *Analyses factorielles de correspondances multiples préalables à l'identification des modalités du questionnaire à fortes contributions relatives*

Une première analyse factorielle de correspondance multiple (AFCM) a été pratiquée sous *SPSS* V. 20 *(StatisticalPakage for the Social Sciences),* logiciel de traitement statistique des données, sur l'ensemble de l'échantillon (120 individus), en activant la totalité des items du questionnaire ; soit 31 items (sur l'ensemble des 12 questions) représentant chacun une variable qualitative active de l'AFCM.

Cette analyse a permis dans un premier temps d'identifier les modalités des variables dont les contributions relatives (contributions à la construction des axes factoriels) sont très faibles, et par conséquent négligeables par rapport aux contributions relatives du reste des modalités du questionnaire. Celles-ci cumulent respectivement sur les deux premiers axes factoriels (avec une part d'inertie absolue de **50,5%** du premier plan factoriel), les parts d'inerties respectives **0,40%** et **0.53%,** qui sont chacune largement inférieures à la part d'inertie correspondant à la valeur propre 1 d'une variable (un item), soit **3.22%** (obtenue par **1/31×100%**). Les items correspondants à ces modalités sont donc porteurs d'information

négligeable par rapport à l'ensemble de l'information contenue dans le nuage de points représentant les réponses de tout l'échantillon. Les items ainsi identifiés lors de cette première analyse sont les suivants :

Variables (items)	**Contribution relative (Dimension 1)**	**Contribution relative (Dimension 2)**
MASSAR	**0.000**	**0.001**
Thème "fonction" (évaluation)	**0.012**	**0.016**
Thème "trigonométrie" (évaluation)	**0.036**	**0.076**
CITI	**0.037**	**0.022**
Thème "géométrie"(évaluation)	**0.041**	**0.049**

Tableau 7 : Contributions relatives aux axes du premier plan factoriel des variables (items) éliminées par la première AFCM

Ce premier résultat est doublement intéressant : d'une part, il permet de réduire les dimensions dans le traitement de données, en accord avec le principe fondamental de la réduction de dimensions qui est celui de l'analyse factorielle, et d'autre part, d'identifier les items du questionnaire qui n'apportent quasiment pas d'information lors de l'analyse des réponses des individus. Notons au passage que l'application d'une nouvelle AFCM sans ces items, ne change quasiment en rien la forme du nuage initial de l'ensemble des réponses des individus, et donc des contributions relatives du reste des items. D'ailleurs, cette opération d'élimination d'items, sera renouvelée en procédant à une succession d'AFCM, jusqu'à obtention d'une inertie absolue du premier plan factoriel représentant au moins 75% de l'inertie totale du nuage (Cf. J.-P. Benzécri, 1973), car finalement ce sont les facteurs du premier plan de l'AFCM qui sont porteurs de l'essentiel de l'information contenue dans le nuage des variables actives.

Nous avons ainsi procédé à deux autres AFCM, qui ont permis d'éliminer, selon le même principe décrit précédemment, d'autres items du questionnaire :

Deuxième AFCM, avec une part d'inertie du premier plan factoriel valant 61,47%			
Variables (items)	**Contribution relative (Dimension 1)**	**Contribution relative (Dimension 2)**	**Part d'inertie relative au premier plan factoriel**
Formations initiales	**0.017**	**0.186**	**0.78%**
GENIE	**0.220**	**0.077**	**1.14%**
Temps suffisant	**0.235**	**0.132**	**1.41%**
Cumul des parts de contributions relatives[13]	**1.81%**	**1.52%**	**3,33%**
Troisième AFCM, avec une part d'inertie du premier plan factoriel valant 66.11%			
Variables (items)	**Contribution relative (Dimension 1)**	**Contribution relative (Dimension 2)**	**Part d'inertie relative au premier plan factoriel**
Thème « trigonométrie » (cours)	**0.011**	**0.207**	**0.95%**
Thème « géométrie » (cours)	**0.025**	**0.241**	**1.16%**
Les directives officielles	**0.037**	**0.263**	**1.30%**
Thème « fonction » (cours)	**0.042**	**0.269**	**1.35%**
Cumul des parts de contributions relatives[14]	**0.50%**	**4.26%**	**4.76%**

Tableau 8 : Contributions relatives aux axes du premier plan factoriel des variables (items) éliminées par les deuxième et troisième AFCM

[13] Notons que pour la seconde AFCM, seules 26 variables sont restées actives, et que dans ce cas la valeur propre 1 (correspondant à une variable) représente 1/26×100 = 3.84% de l'inertie absolue. On constate par ailleurs que le cumul des parts de contributions relatives des variables (items) éliminées, aussi bien pour le premier axe factoriel que pour le second, sont largement inférieures à 3.84%.

[14] Pour la troisième AFCM, seules 23 variables (items) sont restées actives, et là encore, on constate que le cumul des parts de contributions relatives des variables (items) éliminées, aussi bien pour le premier axe factoriel que pour le second, sont largement inférieures à la part d'inertie correspond à la valeur propre 1 (une variable), soit 1/23×100 = 4.34%.

A l'issue de la troisième AFCM, seules 19 variables (items) sur les 31 de départ, sont restées actives. Une quatrième et dernière AFCM a donc été effectuée sur ces 19 variables actives, et a donné lieu à deux valeurs propres $\boldsymbol{\lambda_1}$ **= 10.214** et $\boldsymbol{\lambda_2}$ **=4.222**, représentant toutes les deux une part d'inertie absolue de 75,98% pour le premier plan factoriel (obtenue par (10.214 + 4.222) ×100/19 = 75,98%). Ainsi, l'inertie expliquée par les deux premiers axes factoriels de cette dernière AFCM est plus grande que 75%, c'est pourquoi nous nous limiterons à l'interprétation des deux premiers axes factoriels obtenus par cette analyse de données. Par ailleurs, du fait que $\boldsymbol{\lambda_1}$ est plus grand que $\boldsymbol{\lambda_2}$ (valeurs propres à ordre de multiplicité simple), chacun des deux axes factoriels sera interprété séparément.

2. *Interprétation du premier axe factoriel*

L'AFCM a conduit à une inertie absolue de 53,80% pour le premier axe factoriel. Cette valeur représente plus de la moitié de l'inertie totale du nuage correspondant à l'ensemble des variables actives, ce qui traduit une part importante de l'ensemble de l'information traitée. Les variables qui ont le plus contribué à la formation de ce premier axe factoriel sont les suivantes :

Intitulé des variables (items)	**Codage**	***Contribution relative à l'axe 1***
Formations officielles	**FO**	**0. 328**
Les formations institutionnelles	**FI**	**0. 338**
MOS	**MOS**	**0. 360**
NAFIDA	**NA**	**0. 526**
Avantages pédagogiques	**AVP**	**0. 708**
Avantages institutionnelles	**AVI**	**0. 708**
Avantages didactiques	**AVD**	**0. 708**
Intérêt des TIC (hors classe)	**IH**	**0. 767**
Intérêt (dans la classe)	**IC**	**0. 767**
Logiciels	**LOG**	**0. 787**
Plates-formes	**PF**	**0. 880**
Sites internet	**SI**	**0. 880**

Supports magnétiques	**SM**	**0. 880**
Travail personnel	**TP**	**0. 880**

Tableau 9 : Variables à fortes contributions relatives pour la construction du premier axe factoriel

Le premier axe factoriel oppose, d'une part du côté des composantes positives, les modalités **NA_O, MOS_O, FI_O, LOG_O, PF_O, SI_O, SM_O, TP_O, FO_O, IH_exi, IC_exi**, **AVP_exi, AVI_exi, AVD_exi,** et d'autre part leurs contraires, du côté des composantes négatives (voir Figure 8).

Cette opposition parfaite par rapport au premier axe factoriel entre les modalités représentant la présence (Oui) ou l'absence (Non) des variables à forte contribution relative, permet dans un premier temps de conclure que le questionnaire que nous avons élaboré pour l'exploration de la question d'intégration des TIC dans l'enseignement des mathématiques, est bien construit et cohérent dans son ensemble pour cette problématique.

Vu la nature des modalités de cette opposition, le premier axe factoriel s'interprète naturellement comme étant l'axe des « ***réussites et échecs de l'intégration des TIC dans un enseignement de mathématiques*** », où, par ordre d'importance, l'investissement personnel des enseignants (TP), la disponibilité de ressources numériques (LOG, PF, SI, SM) et la conviction des enseignants des intérêts pédagogique, didactique et institutionnel (IH, IC, AVP, AVD, AVI) d'une telle intégration, représentent des critères très importants dans la réussite (ou non) de l'intégration des TIC dans un enseignement des mathématiques.

Par ailleurs, le premier axe factoriel montre que les actions institutionnelles (NA, MOS, FI, FO), vont dans une moindre mesure être des facteurs contribuant à cette intégration (avec des contributions relatives représentant systématiquement moins de la moitié de celles des autres modalités qui ont construit le premier axe factoriel), en se plaçant de manière très nette au second plan des critères de réussite de l'intégration des TIC dans l'enseignement des mathématiques.

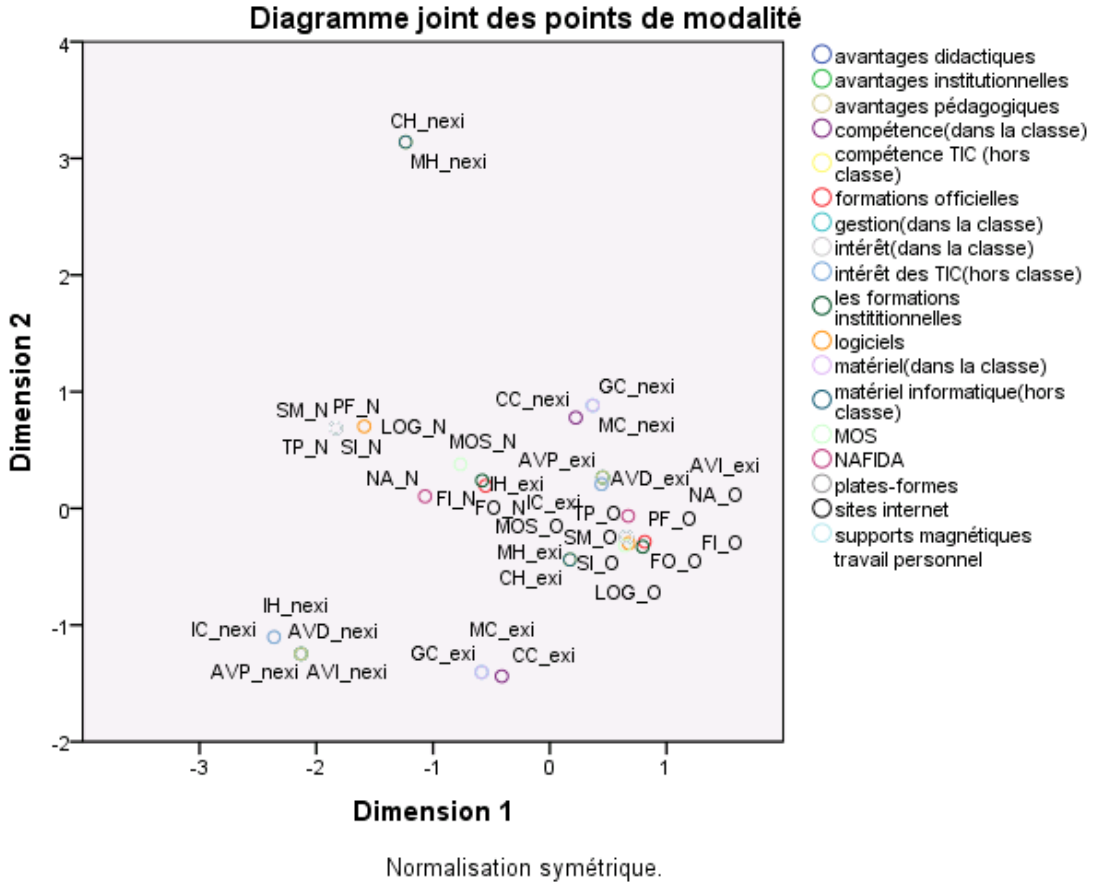


Figure 8 : Diagramme des modalités des variables dans le premier plan factoriel

3. Validation du premier axe factoriel

La projection des individus interrogés sur le premier plan factoriel (Voir Figure 9) confirme l'interprétation du premier axe factoriel.

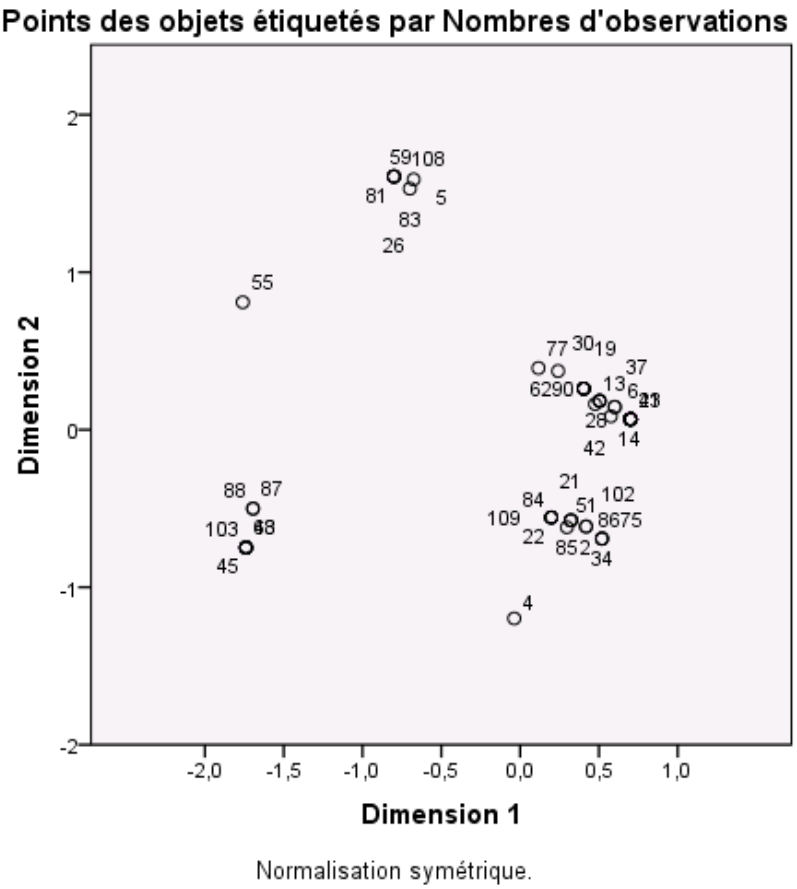


Figure 9 : Projection des individus sur le premier plan factoriel

En effet, l'identification des individus qui possèdent les plus fortes contributions relatives au premier axe factoriel, et qui s'opposent par rapport au premier axe factoriel, a conduit aux résultats suivants :

Individus	**Contribution relative**	**Coordonnés par rapport au 1er axe**
55	**0.074**	**-1.760**
118-104-103-68-45-43	**0.072**	**-1.740**
88-87	**0.060**	**-1.694**
26	**0.015**	**-0.801**
14	**0.012**	**0.701**

Tableau 10 : Individus à forte contribution relative au premier axe factoriel

Ainsi, on peut relever dans le tableau 10 que les individus « **55** » et « **14** » sont ceux qui présentent une opposition par rapport au premier axe factoriel, avec les plus fortes contributions. L'analyse des profils de ces deux individus montre que l'individu « **55** » a répondu par « Non » à tous les items du questionnaire, alors que l'individu « **14** » par « Oui » à tous les items. Le profil de l'individu « **55** » est donc celui d'un enseignant extrême qui rejette toute intégration des TIC dans l'enseignement, alors que le profil de l'individu « **14** » est celui d'un enseignant innovant et ouvert à l'idée de l'intégration des TIC dans son enseignement.

Ces deux profils confirment totalement l'interprétation retenue pour le premier axe factoriel, à savoir les « **réussites et échecs de l'intégration des TIC dans un enseignement de mathématiques** ».

4. Facteurs non discriminants dans la réussite de l'intégration des TIC

La réduction de dimensions effectuée lors de cette analyse factorielle, a permis d'éliminer plusieurs modalités (voir tableaux 7 et 8), en soulignant le fait que des paramètres institutionnels tels qu'une formation initiale à l'utilisation des TIC dans l'enseignement, ou encore les directives officielles relatives à l'intégration des TIC dans l'enseignement des mathématiques, semblent représenter des paramètres qui n'ont quasiment pas d'effet significatif quant à la réussite ou non de l'intégration des TIC. A ceux-là se rajoutent d'autres paramètres, d'ordre pédagogique, telle la remédiation ou l'évaluation en classe, moyennant des outils relevant des TIC.

L'ultime AFCM qui a conduit à une inertie absolue de 53,80% pour le premier axe factoriel, a montré à son tour que le manque de compétences des enseignants en informatique ou dans l'utilisation des TIC (dans ou hors classe), le manque de matériel informatique (dans ou hors classe), ou encore le manque de participation à des formations officielles en TIC, constituent des facteurs qui ne sont pas mis en avant dans la construction du premier axe factoriel. De ce fait, ces facteurs représentent des critères secondaires dans la réussite de l'intégration des TIC en mathématiques. C'est ce que nous confirmera l'interprétation du deuxième axe factoriel.

5. Interprétation du deuxième axe factoriel

L'AFCM a conduit à une inertie absolue de 22,22% pour le deuxième axe factoriel. Notons tout d'abord que cette contribution absolue représente presque la moitié de celle relative au premier axe factoriel. Cet écart important entre les contributions absolues des deux premiers axes factoriels, justifie pleinement le recours à une interprétation individuelle du deuxième axe factoriel, par opposition à une interprétation du premier plan factoriel en entier[15]. Ainsi, les items qui vont contribuer à la construction de ce deuxième axe factoriel, représenteront une part d'information complémentaire à celle mise en avant par le premier axe factoriel, mais qu'il faudrait relativiser en termes d'importance à un second plan par rapport à celle apportée par le premier axe factoriel.

Les variables qui ont le plus contribué à la formation de ce deuxième axe factoriel sont les suivantes :

Intitulé des variables (items)	**Codage**	**Contribution relative à l'axe2**
Compétence (dans la classe)	**CC**	**0,528**
Matériel (dans la classe)	**MC**	**0,585**
Gestion (dans la classe)	**GC**	**0,585**
Compétence TIC (hors classe)	**CH**	**0,651**
Matériel informatique (hors classe)	**MH**	**0,651**

Tableau 11 : Variables à fortes contributions relatives pour la construction du deuxième axe factoriel

La nature même des items à forte contribution au deuxième axe factoriel permet de donner une interprétation immédiate à cet axe, que l'on peut intituler naturellement « ***leviers de réussite en situation d'intégration des TIC dans l'enseignement*** ». Ces leviers font référence d'abord aux compétences en TIC des enseignants et à la disponibilité de matériel informatique hors classe et dans la classe, mais aussi à un critère pédagogique important, à savoir une bonne maîtrise de la gestion de classe en situation d'intégration des TIC. Il s'agit

[15] Ceci est d'ailleurs initialement confirmé par l'écart qui existe entre les deux premières valeurs propres de l'AFCM.

donc là de leviers fondamentaux et nécessaires pour une bonne réussite d'un enseignement intégrant les TIC.

Quant au terme « réussite » que nous avons intégré dans l'intitulé de l'interprétation du deuxième axe factoriel, il est justifié par le fait que les modalités « Oui » des items CH, MH, CC, MC et GC, sont toutes opposées par cet axe (voir Figure 8) à leurs modalités respectives « Non ».

6. Validation du deuxième axe factoriel

La projection des individus interrogés sur le premier plan factoriel (Voir Figure 9) confirme aussi l'interprétation du deuxième axe factoriel.

En effet, les individus qui possèdent les plus fortes contributions relatives au deuxième axe factoriel, et qui s'opposent par rapport cet axe, sont les suivants :

Individus	**Contribution relative**	**Coordonnés par rapport au 2ème axe**
26	**0.096**	**1.608**
5	**0.094**	**1.589**
83	**0.087**	**1.530**
4	**0.053**	**-1.198**

Tableau 12 : Individus à forte contribution relative au deuxième axe factoriel

Dans le tableau 12, les individus « **26** » et **« 4** » sont ceux qui présentent une opposition par rapport au deuxième axe factoriel, avec les plus fortes contributions. L'analyse des profils de ces deux individus montre que l'individu « **26** » a répondu par « Non » à tous les items à forte contribution au deuxième axe factoriel (Cf. Tableau 11), alors que l'individu « **4** » a répondu par « Oui » à ces mêmes items. Le profil de l'individu « **4** » est donc celui d'un enseignant qui possède des compétences en TIC, dispose de matériel informatique en classe et hors classe, et réussit sa gestion de classe en situation d'intégration des TIC, alors que l'individu « **26** » présente un profil qui est tout à fait le contraire du précédent.

Ces deux profils confirment totalement l'interprétation retenue pour le deuxième axe factoriel, à savoir les « **leviers de réussite en situation d'intégration des TIC dans l'enseignement** ».

III. Conclusions, discussions et perspectives de la recherche

Dans cette recherche, l'exploration de la question d'intégration des TIC dans l'enseignement des mathématiques au secondaire, a été menée à l'aide d'un questionnaire portant sur trois aspects : institutionnel, pédagogique et didactique. L'analyse multidimensionnelle du corpus des réponses recueillies, a fourni deux facteurs complémentaires représentant une inertie cumulée absolue de 76%. L'importance relative de chacun de ces facteurs a été établie de manière très nette par l'Analyse Factorielle de Correspondances Multiples (AFCM), grâce à la hiérarchisation entre ces deux facteurs, dont les inerties absolues représentent respectivement 53,80% et 22,22%.

Le premier axe factoriel concerne les « réussites et échecs de l'intégration des TIC dans l'enseignement des mathématiques ». Ce premier facteur montre de manière très nette que les actions institutionnelles, notamment en termes de formations telles qu'elles sont offertes en matière de TIC, n'ont pas eue d'effet très significatif sur la réussite de l'intégration des TIC dans l'enseignement des mathématiques au secondaire. Ce résultat corrobore et complète certains résultats d'autres recherches menées dans d'autres disciplines, telles les Sciences de la Vie et de la Terre (S. Benfares et al., 2016 ; A, Maouni et al. , 2014)), ou encore les Sciences Physiques (O. Alj et N. Benjelloun, 2013 et 2016), dans lesquelles les auteurs remettent en question la formation des enseignants en TIC. Pour notre part, les éléments majeurs de l'intégration des TIC mis en avant par le premier axe factoriel, sont liés en premier lieu à l'investissement personnel de l'enseignant, puis à la disponibilité de ressources pédagogiques, et enfin à la conviction personnelle des enseignants des intérêts pédagogique, didactique et institutionnel de l'intégration des TIC dans un enseignement des mathématiques. Cela représente dans une certaine mesure une spécificité de l'enseignement des mathématiques. Le fait que l'investissement personnel de l'enseignant de mathématiques soit une condition primordiale dans la réussite de l'intégration des TIC, implique a priori une action institutionnelle plus ciblée auprès de ces

enseignants, notamment en termes de formations. Ces dernières doivent constituer un accompagnement des besoins spécifiques, à la fois didactique et pédagogique, pour une réussite d'un enseignement en situation d'intégration des TIC.

Quant aux ressources pédagogiques mises en avant par le premier axe factoriel, elles font en fait référence aux ressources numériques portant sur des contenus mathématiques. Il s'agit là d'un aspect didactique, qui mérite à son tour une étude à part entière.

En effet, suite à ce travail, nous avons voulu prolonger notre exploration, en entamant une étude sur la question de ressources numériques dans l'enseignement des mathématiques au secondaire. Les résultats concernant cette problématique feront l'objet du prochain chapitre.

Le second axe factoriel, complémentaire au premier, représente les « leviers de réussite en situation d'intégration des TIC dans l'enseignement ». Ces leviers font d'abord référence aux compétences des enseignants en TIC et à la disponibilité de matériel informatique en classe et hors classe. Ces éléments sont bien entendu nécessaires pour l'intégration des TIC, et sont mentionnés dans la quasi-totalité des travaux antérieurs. Ils renvoient par ailleurs à l'objectif même des actions institutionnelles (programmes « GENIE » et « Plan d'urgence ») menées par le ministère de l'éducation nationale. Seulement, ces leviers sont-ils suffisants pour une bonne réussite de l'intégration des TIC ?

Un troisième levier mis en avant par le second axe factoriel, et pas des moindres, est celui de la maîtrise de la gestion de classe en situation d'intégration des TIC. Ce levier qui est plutôt de nature pédagogique, n'est pas soulevé par les travaux nationaux antérieurs, alors qu'il est mis en avant de manière très nette dans notre analyse factorielle. Nous pensons que cela ne représente pas une spécificité de l'enseignement des mathématiques ; cette question mérite d'être étudiée dans les autres disciplines, notamment celles qui portent sur des contenus scientifiques (sciences physiques et sciences de la vie et de la terre). Ce levier touche directement l'aspect de formation des enseignants.

Finalement, les formations institutionnelles devront en fait répondre à des besoins spécifiques auprès des enseignants, à la fois didactiques et pédagogiques, pour accompagner ces derniers dans leurs activités d'enseignement en situation d'intégration des

TIC. On pourrait d'ailleurs gérer ces formations sous forme de stages régionaux, sous la tutelle des académies régionales d'enseignement, portant sur des contenus répondant aux demandes effectives des enseignants. Quant à la prise en charge de ces formations, elle pourrait être assurée par des pairs expérimentés (agrégés et enseignants certifiés) dans les établissements secondaires, à l'instar de ce qui se fait par exemple en France.

Sixième chapitre : Résultats sur les ressources pédagogiques numériques

I. Introduction

Rappelons que l'objectif de notre deuxième travail est de mener une étude sur les ressources numériques utilisées par les enseignants dans leurs pratiques d'enseignement, surtout les ressources des manuels scolaires de l'enseignement des mathématiques, secondaire qualifiant et collégial. La passation du deuxième questionnaire a été effectuée auprès d'un échantillon de 120 enseignants marocains des régions de Marrakech-Safi, Casablanca-Settat, Rabat-salé-Kenitra et Fès-Meknès. Ainsi l'analyse du corpus des réponses recueillies a été menée selon une approche multidimensionnelle, grâce à une Analyse Factorielle de Correspondance Multiple (AFCM).

II. Interprétation des résultats de l'analyse factorielle de correspondance multiple (AFCM)

1. *Analyses factorielles de correspondances multiples préalables à l'identification des modalités du questionnaire à fortes contributions relatives*

Une première analyse factorielle de correspondance multiple (AFCM) a été aussi réalisée sous *SPSS* V. 20 *(StatisticalPakage for the Social Sciences)* auprès du même échantillon (120 enseignants). Cette AFCM a été conduite dans un premier temps, en activant la totalité des items du questionnaire ; soit 17 items représentant chacun une variable qualitative active de l'AFCM.

Cette AFCM a permis d'identifier les modalités des variables dont les contributions relatives sont très faibles, et par conséquent négligeables par rapport aux contributions relatives du reste des modalités du questionnaire[16] .

Ainsi, nous avons pu identifier six variables :

[16] Notons que pour la première AFCM, seules 11 variables sont restées actives, et que dans ce cas la valeur propre 1 (correspondant à une variable) représente 1/11×100 = 9.09% de l'inertie absolue. On constate par ailleurs que le cumul des parts de contributions relatives des variables (items) éliminées, aussi bien pour le premier axe factoriel que pour le second, sont largement inférieures à 9.09%

Variables (items)	Contribution relative (Dimension 1)	Contribution relative (Dimension 2)
Numérique	**0.003**	**0.100**
Liaison internet	**0.004**	**0.001**
Activité de fonction	**0.017**	**0.006**
Les avantages des manuels scolaires	**0.019**	**0.001**
Leçon d'algèbre	**0.070**	**0.039**
Innovation des activités	**0.15**	**0.004**

Tableau 13 : Contributions relatives aux axes du premier plan factoriel des variables (items) éliminées par la première AFCM

Les items identifiés au-dessus sont donc porteurs d'information négligeable par rapport à l'ensemble de l'information contenue dans le nuage de points représentant les réponses des 120 individus. Ils cumulent une inertie totale par rapport aux deux axes factoriels valant **47.20%**

Hormis la réduction de dimensions, l'élimination de ces variables ne change en rien la forme du nuage initiale de l'ensemble des réponses des individus, et donc des contributions relatives du reste des items.

Nous avons ainsi procédé à une deuxième AFCM, en activant le reste des items du questionnaire (11 items). De ce fait, l'AFCM a conduit à deux valeurs propres $\boldsymbol{\lambda_1}$**= 5.416 et** $\boldsymbol{\lambda_2}$ **=2.417**, représentant toutes les deux une inertie expliquée valant **71.20 %** pour le premier plan factoriel (obtenue par **(5.416 + 2.417) ×100/11 = 71.20 %).** Ainsi, l'inertie expliquée par les deux premiers axes factoriels est plus grande que 70%, c'est pourquoi nous nous limiterons dans l'interprétation de l'AFCM aux deux premiers axes factoriels. Par ailleurs, du fait que $\boldsymbol{\lambda_1}$ est plus grand que $\boldsymbol{\lambda_2}$ (valeurs propres à ordre de multiplicité simple), chacun des deux axes factoriels sera encore interprété séparément.

2. Interprétation du premier axe factoriel

L'AFCM a conduit à une inertie absolue de **49,20%** pour le 1er axe factoriel, cette valeur représente quasiment la moitié de l'inertie totale du nuage représenté par l'ensemble des variables actives, ce qui montre une part importante de l'ensemble de l'information traitée. Les variables qui ont le plus contribué à la formation de ce premier axe factoriel sont les suivantes :

Intitulé des variables (modalités)	**Codage**	**Contribution relative à l'axe 1**
Leçon d'Analyse	**LAN**	**0. 262**
Travail personnel ou de collègues	**TP**	**0. 315**
Sites internet et plates-formes	**SIP**	**0. 422**
Leçon de géométrie	**LG**	**0. 693**
Revoir le contenu des activités	**RC**	**0. 873**
Raisons pédagogiques	**RP**	**0. 925**
Raisons institutionnelles	**RI**	**0. 925**
Raisons didactiques	**RD**	**0. 925**

Tableau 14 : Variables à fortes contributions relatives pour la construction du premier axe factoriel

Le premier axe factoriel oppose, d'une part (du côté des composantes négatives) les modalités : **SIP_N,TP_N, LAN_N, LG_N, RC_N, RP_N, RI_N, RD_N**, d'autre part, le contraire de ces modalités (du côté des composantes positives), à savoir, **SIP_N, TP_O, LAN_O, LG_O, RC_O, RP_O, RI_O, RD_O** (Voir Figure 10).

Cette opposition (par rapport au 1er axe factoriel entre les modalités représentant l'absence (Non) et la présence (Oui) de ces variables) est parfaite entre ces deux groupes, ce qui nous permet de conclure ici aussi le fait que le questionnaire que nous avons utilisé pour explorer la question des ressources pédagogiques numériques, est bien construit et cohérent dans son ensemble.

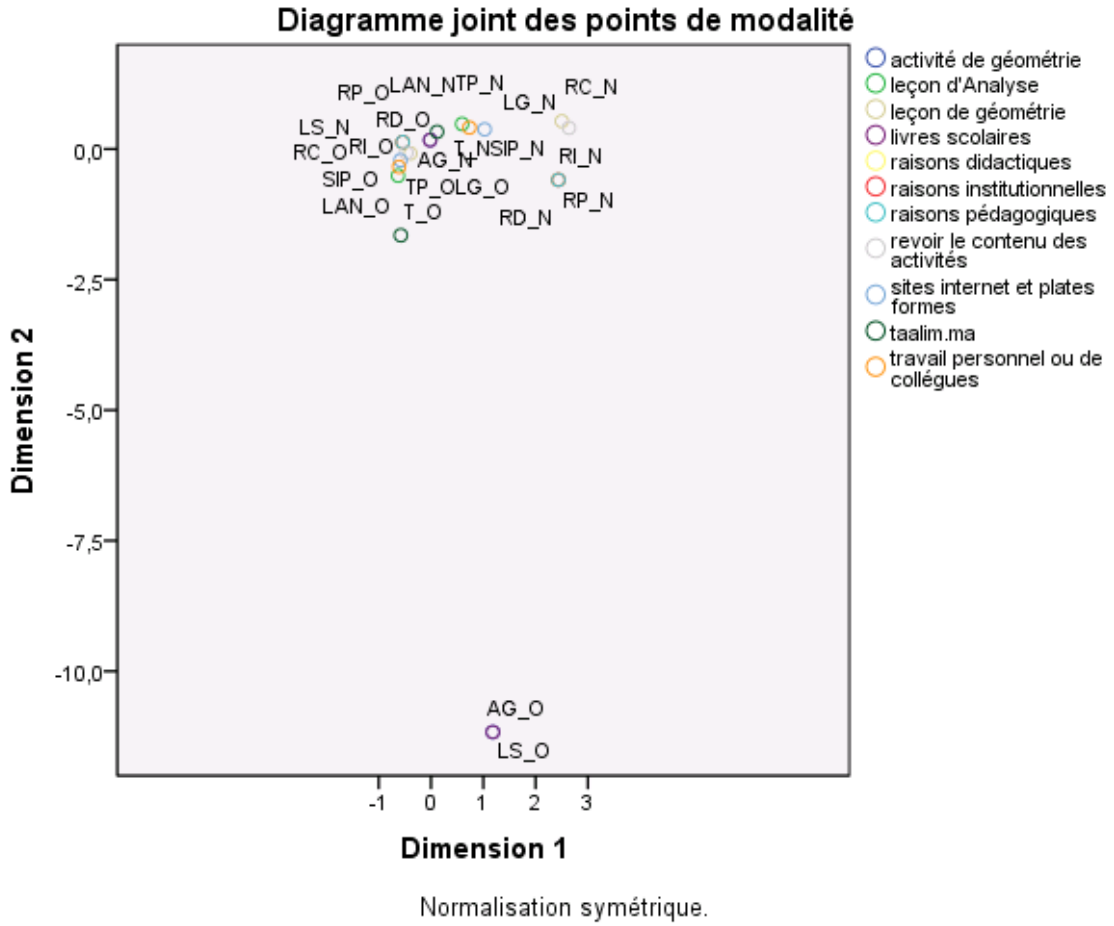


Figure 10 : Diagramme des modalités des variables : plan factoriel (Axe1, Axe2)

D'après le tableau 14, trois classes de modalités contribuent fortement à la construction du 1er axe factoriel :

- Sites internet et plates-formes, Travail personnel ou de collègues.
- Leçon d'Analyse, Leçon de géométrie.
- Raisons pédagogiques, Raisons institutionnelles, Raisons didactiques.

L'interprétation du 1er axe factoriel devient ainsi immédiate, il s'agit de l'axe représentant « **facteurs de disposition à l'usage des ressources pédagogiques numériques** ». Ces facteurs font référence d'abord aux sources des activités numériques qui peuvent être utilisées dans l'enseignement des mathématiques à l'aide des TIC, à savoir : Sites internet, Plates formes (**SIP**) et Travail personnel ou de collègues (**TP**). Le deuxième facteur fait référence aux contenus mathématiques qui sont mis en avant parmi les ressources numériques dans l'intégration des TIC.

Quant au troisième facteur, il renvoie aux raisons pédagogiques (**RP**), didactiques (**RD**) et institutionnelles (**RI**), qui justifient le recours à ces ressources numériques.

3. Validation du premier axe factoriel

La projection des individus interrogés sur le plan factoriel (Axe1, Axe2) confirme les interprétations données au premier axe factoriel (Voir Figure 11).

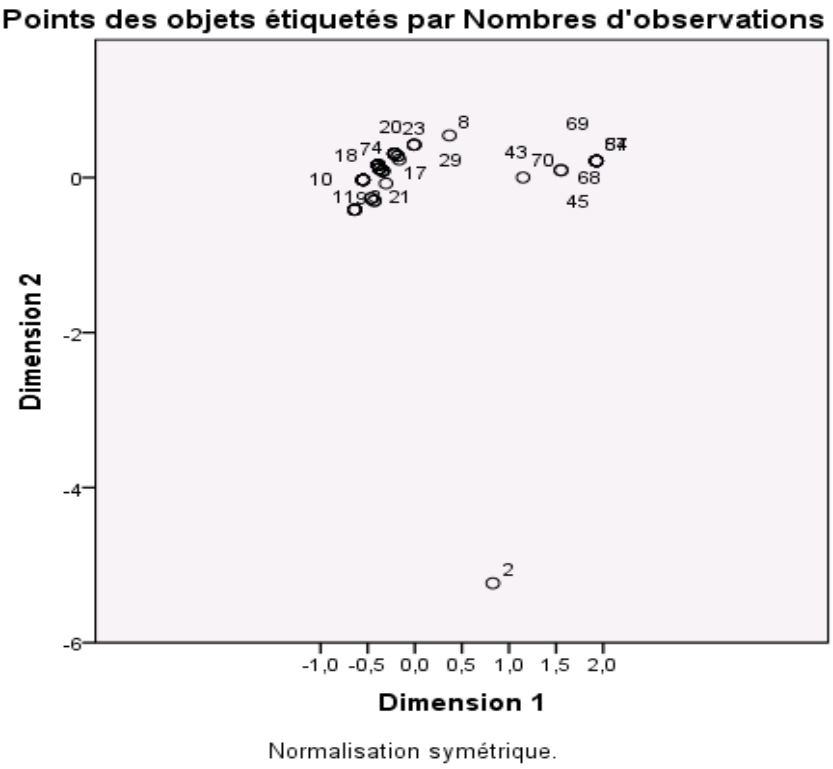


Figure 11 : Projection des individus sur le plan factoriel (Axe1, Axe2)

En effet, en allant chercher les individus qui possèdent les plus fortes contributions relatives au premier axe factoriel, nous avons obtenu les résultats suivants :

Individu	Contribution relative	Coordonnés par rapport à l'axe 1
68	**0.080**	**1.928**
45-43	**0.052**	**1.553**
70	**0.029**	**1.149**
2	**0.015**	**0.829**
13	**0.009**	**-0.639**

Tableau 15 : Individus à fortes contributions relatives dans la construction du premier plan factoriel

L'individu **«68 »** est celui qui possède la plus forte contribution au premier axe factoriel qui égale à **0,080**, avec une coordonnée positive par rapport au 1er axe factoriel. L'analyse du profil des réponses de cet individu montre qui il a répondu par **« Non »** à tous les items qui constituent le premier axe factoriel (Cf. Tableau 14) : là encore, il s'agit d'un profil d'enseignant extrême qui d'une part, n'utilise pas les activités des manuels scolaires actuels pour intégrer les TIC, et d'autre part, refuse complètement l'usage des ressources numériques dans l'enseignement des mathématiques.

Par contre l'individu **«13 »** qui possède la plus forte contribution relative parmi les individus, ayant une coordonnée négative par rapport au 1er axe factoriel, a répondu par **« Oui »** à tous les items qui constituent le premier axe factoriel : c'est le profil de l'enseignant innovant qui utilise les ressources numériques et intègre les TIC dans l'enseignement des mathématiques.

Ces profils confirment totalement l'interprétation attribuée au premier axe factoriel.

4. Interprétation du deuxième axe factoriel

L'AFCM a conduit à une inertie absolue de **22%** pour le 2ème axe factoriel. Le tableau suivant résume les variables ayant les plus fortes contributions relatives au deuxième axe factoriel :

Intitulé des variables (modalités)	Codage	Contribution relative à l'axe2
Livres scolaires	**LS**	**0,899**
Activité de géométrie	**AG**	**0,899**

Tableau 16 : Variables à fortes contributions relatives dans la construction du 2ème axe factoriel

Par rapport au 2ème axe factoriel (Voir Figure 10) on remarque encore une fois une parfaite opposition entre les modalités qui représentent l'existence et l'absence de ces variables. Ainsi, le 2ème axe factoriel oppose d'une part (du côté des composantes positives) les modalités **LS_O, AG_O, T_O**, et d'autre part le contraire de ces modalités (du côté des composantes négatives) : **LS_N, AG_N, T_N**.

Les variables correspondant aux plus fortes contributions relatives à la construction du 2ème axe factoriel sont, selon leur ordre d'importance (Cf. Tableau 16) : livres scolaires et activité de géométrie. De ce fait, le deuxième axe s'interprète aisément comme étant l'axe de **« Contenu mathématique mis en avant par les manuels scolaires, dans le cadre de l'intégration des TIC : la géométrie »**.

5. *Validation du* deuxième *axe factoriel*

Pour valider le 2ème axe factoriel on doit déterminer les individus qui possèdent les plus fortes contributions relatives au deuxième axe factoriel avec leurs coordonnées par rapport à cet axe. Nous avons obtenu les résultats suivants :

Individu	Contribution relative	Coordonnés par rapport à l'axe 2
2	**0.885**	**-5.233**
8	**0.010**	**0.543**

Tableau 17 : Individus à forte contribution relative au deuxième axe factoriel

L'individu **« 2 »** est celui qui possède la plus forte contribution au deuxième axe factoriel, d'une valeur de **0,885**, avec une coordonnée négative par rapport au 2ème axe factoriel. L'analyse du profil des réponses de cet individu montre qui il a répondu par **« Oui »** à tous les items qui constituent le deuxième axe factoriel (Cf. **Tableau 16 : Variables à fortes**

contributions relatives dans la construction du 2ème axe factoriel) : c'est le profil de l'enseignant qui utilise les activités numériques des manuels scolaires, d'ailleurs cet enseignant est innovant, il a déjà participé dans le concours national des enseignants innovants.

Par contre l'individu **« 8 »** qui possède la plus forte contribution relative parmi les individus qui ont une coordonnée positive, par rapport au 2ème axe factoriel, a répondu par **« Non »** à tous les items qui constituent le deuxième axe factoriel : c'est le profil de l'enseignant classique qui n'utilise pas les activités numériques et il a une vision négative à propos des nouvelles technologies dans l'enseignement des mathématiques.

Ces profils confirment totalement l'interprétation attribuée au deuxième axe factoriel.

III. Conclusions, discussions et perspectives de la recherche

L'objectif de ce travail était de mener une étude sur les ressources pédagogiques numériques, en référence aux contenus des manuels scolaires de mathématiques aux niveaux secondaires qualifiant et collégial. La passation du questionnaire a été effectuée auprès du même échantillon des 120 enseignants des régions de Fès – Boulemane, Marrakech-Safi, Casablanca, Rabat-Salé, qui ont répondu cette fois-ci à un questionnaire de 17 modalités. Ces dernières concernent les équipements technologiques institutionnels, les ressources numériques et usages pédagogiques, les manuels scolaires et l'intégration des TIC dans l'enseignement, la disposition à l'utilisation des ressources numériques, et enfin l'innovation pédagogique. L'analyse multidimensionnelle du corpus des réponses, effectuée à l'aide d'une Analyse Factorielle de Correspondance Multiple (AFCM), sur la base des liaisons entre les diverses modalités des items, a permis de dégager les facteurs les plus discriminants dans l'usage des ressources numériques, ainsi que leur ordre d'importance. Les résultats de cette analyse ont conduit à deux axes factoriels cumulant une inertie absolue de **71.20 %**.

Le premier axe factoriel (d'une inertie absolue de 49,20%) concerne les « **facteurs de disposition à l'usage des ressources pédagogiques numériques** ». Dans un ordre d'importance, le premier élément qui est mis en avant dans la disposition à l'usage de

ressources numériques, est essentiellement lié aux raisons institutionnelles, pédagogiques et didactiques. Ces raisons possèdent chacune le même degré d'importance, puisque chacune d'elles a exactement la même contribution relative au premier axe factoriel (voir Tableau 14). Ainsi, la nature et l'importance des références aux ressources numériques dans les textes officiels concernant les programmes et les orientations pédagogiques et didactiques, vont pleinement contribuer à inciter les enseignants à intégrer ces ressources dans leur enseignement en mathématiques. En tenant compte toujours de l'importance des contributions relatives des items au premier axe factoriel, il apparaît que la géométrie et la diversification des activités mathématiques, semblent être respectivement des référents directs aux raisons didactique et pédagogique qui sont à l'origine du recours aux ressources numériques. Ce dernier résultat se voit d'ailleurs confirmé par les orientations pédagogiques officielles, notamment pour ce qui concerne la géométrie, dans l'enseignement des mathématiques au secondaire qualifiant et plus particulièrement au collège (Cf. Tableaux 1 et 2, Chap. II, §III.1. i).

Enfin, un dernier facteur qui va aussi encourager les enseignants à recourir aux ressources pédagogiques numériques, c'est l'accès aux sites internet et aux plates-formes dédiés aux contenus mathématiques qui les intéressent. Cela leur permet d'une part de diversifier les activités mathématiques auprès des élèves, selon des besoins pédagogiques spécifiques, et d'autre part de partager ces ressources avec d'autres enseignants dans le cadre du travail documentaire communautaire (Artigue et Gueudet, 2008).

Le second axe factoriel (d'une inertie absolue de 22%) concerne le « **contenu mathématique mis en avant par les manuels scolaires dans le cadre de l'intégration des TIC : la géométrie** ». L'interprétation de ce second axe factoriel corrobore celle du premier axe factoriel à propos du contenu mathématique qui est le plus mis en avant dans l'intégration des TIC par les enseignants : **la géométrie**. En outre, il donne une information supplémentaire, et qui n'est pas des moindre, à savoir que les manuels scolaires s'intéressent davantage aux activités géométriques intégrant les TIC, au détriment du reste des contenus mathématiques.

En effet, plusieurs travaux de recherches ont montré l'intérêt didactique de l'intégration des TIC dans l'enseignement de la géométrie (B. Parzysz ,1988 ; Dockendorff et Solar, 2018 ; A.

Delice et G. Karaaslan, 2015 ; L. Diković, 2009), ou de l'optique géométrique en sciences physique (Ouazzani et al, 2014). Cependant, des contenus tels que l'analyse des fonctions numériques et leurs représentations graphiques, l'étude des suites numériques, le calcul de probabilités, ou encore les traitements de données statistiques, sont autant de domaines mathématiques qui méritent pleinement leur place dans les manuels scolaires, en termes d'activités pédagogiques numériques. D'ailleurs, sans recourir forcément à des outils connectés, les calculatrices programmables, par exemple, permettent aujourd'hui de conduire auprès des élèves des activités riches et diversifiées dans tous ces domaines mathématiques.

Il serait donc important que les auteurs des nouvelles éditions de manuels scolaires soient plus sensibilisés à cette question, et fassent plus d'efforts sur les offres d'activités mathématiques intégrant les TIC. Un tel constat ouvre d'ailleurs des perspectives de recherches à propos de situations didactiques appropriées, sur des contenus mathématiques spécifiques, où l'intégration des TIC va jouer un rôle important dans le processus d'apprentissage des élèves en mathématiques.

Conclusion générale

Les Technologies de l'Information et de la Communications (TIC) sont devenues indispensables dans l'enseignement, au même titre d'ailleurs que tout autre secteur d'activités qui traite de l'information, sachant que le 21ème siècle est celui de l'ère numérique. A l'instar de recherches internationales, plusieurs chercheurs nationaux se sont penchés sur la question de l'intégration des TIC dans l'enseignement secondaire au Maroc, mais peu d'entre eux se sont intéressés de manière spécifique à l'intégration des TIC dans l'enseignement secondaire des mathématiques.

Notre problématique cherche à combler cette lacune. En effet, nous avons abordé dans cette recherche de manière particulière la question d'intégration des TIC auprès d'enseignants de mathématiques au secondaire, ainsi que la question des ressources pédagogiques numériques. Nous pensons a priori que l'intégration des TIC et les ressources pédagogiques numériques constituent un tout, et ne peuvent être étudiés l'un sans l'autre.

Deux études ont alors été menées auprès d'un même échantillon de 120 enseignants de mathématiques du secondaire, relevant de quatre académies régionales, Marrakech-Safi, Casablanca-Settat, Rabat-salé-Kenitra et Fès-Meknès. Ces études sont exploratoires, elles ont été réalisées à partir de deux questionnaires consacrés respectivement à l'intégration des TIC et aux ressources pédagogiques numériques. Les analyses des corpus de réponses des enseignants ont été faites selon une approche statistique descriptive qui tient compte simultanément de l'ensemble des items dans chaque questionnaire. C'est une approche qui est rarement utilisée dans les travaux qui se sont intéressés à cette problématique, et cela confère une originalité à notre méthodologique d'analyse. Il s'agit en fait d'analyses multidimensionnelles qui sont caractérisées par deux principes. Le premier concerne une description statistique qui tient compte des liaisons entre les réponses à tous les items du questionnaire. Quant au second principe, il est lié à la réduction de dimensions, c'est-à-dire à l'élimination (du corpus de réponses) des informations qui ne sont pas discriminantes, en

d'autres termes qui ne sont pas essentielles dans l'interprétation des réponses apportées. Ainsi, nous avons retenu l'Analyse Factorielle de Correspondance Multiple (AFCM), comme méthode d'analyse statistique descriptive, car tous les items de nos questionnaires correspondent à des variables qualitatives.

Dans la première étude, où l'on s'intéresse au sens large de l'intégration des TIC dans l'enseignement des mathématiques au secondaire, les questions de recherches ont porté respectivement sur les connaissances des enseignants à propos des aspects institutionnels de l'intégration des TIC, leurs compétences techno-pédagogiques et planifications pédagogiques intégrant les TIC, et enfin les aspects didactiques dont relèvent leurs pratiques d'enseignement en situation d'intégration des TIC.

Bien que la formulation de ces questions soit faite selon un découpage très net, les réponses qui en sont apportées reflètent des liaisons entre leurs contenus, et c'est bien l'objectif de notre méthode d'analyse du corpus des réponses, à savoir une analyse multidimensionnelle. Le premier facteur de notre Analyse Factorielle de Correspondance Multiple (AFCM), ne met aucune de ces questions en avant de manière exclusive, il s'interprète d'ailleurs « ***réussites et échecs de l'intégration des TIC dans l'enseignement des mathématiques*** », et il relève de trois aspects faisant respectivement référence à l'ensemble des trois questions qui composent la problématique de notre première étude : les aspects institutionnels, les ressources pédagogiques, et les intérêts pédagogiques et didactiques. Plus précisément, les facteurs qui vont contribuer à la réussite (ou à l'échec) de l'intégration des TIC dans l'enseignement des mathématiques au secondaire, sont d'abord l'investissement personnel de l'enseignant, puis la disponibilité des ressources pédagogiques, et enfin la conviction personnelle de l'enseignant des intérêts pédagogique, didactique et institutionnel de l'intégration des TIC.

Deux remarques s'imposent suite à l'interprétation du premier axe factoriel. La première concerne le fait que les ressources pédagogiques numériques interviennent avec les plus fortes contributions relatives[17] par rapport au premier axe factoriel dont la contribution absolue est de 53,80%, soit légèrement un peu plus que la moitié de la totalité de

[17] Les contributions relatives des modalités SI (Site internet), PF (Plates-formes) et SM (Supports magnétiques) valent chacune 0,880 dans la construction du premier axe factoriel de l'AFCM relative à la première étude (Cf. Tableau 9).

l'information contenue dans le nuage des réponses des enseignants. Ce résultat conforte largement l'objet de notre deuxième étude sur les ressources pédagogiques, et confirme la non dissociation de l'intégration des TIC des ressources pédagogiques numériques dans l'enseignement. La seconde remarque concerne les compétences techno-pédagogiques des enseignants. En fait, les formations institutionnelles en TIC, telles qu'elles sont proposées aux enseignants dans le cadre de leur formation continue, voire initiale, ne semblent pas avoir un caractère discriminant dans l'intégration des TIC par les enseignants dans leurs pratiques d'enseignement[18]. C'est plutôt l'investissement personnel de l'enseignant ainsi que les intérêts pédagogique, didactique et institutionnel qu'il accorde à l'intégration des TIC, qui vont être discriminants dans le recours aux TIC dans ses pratiques d'enseignement. Ce résultat nuance de manière très forte l'importance accordée par certains travaux de recherche nationaux (S. Abouhanifa (2008), O. Alj et al (2013), O. Ouidadi et al (2013), Y. El Madhi et al (2014), A. Maouni et al (2014), S. Benfares et al (2017), Y. Nafidi et al (2018)) aux programmes initiés par le ministère de l'Education à propos de l'intégration des TIC (Nafid@, Massar, IT Academy et Certification Microsoft Office Specialist (MOS), CVM, ComPracTICE,…). Cela remet donc en question les contenus de formations institutionnelles initiales et continues sur les TIC proposées en particulier aux enseignants de mathématiques. Ces formations doivent donc être plus ciblées et répondre surtout à des besoins plus spécifiques de l'enseignant de mathématiques en matière d'intégration des TIC. A priori, ces formations devraient être de courte durée, fréquentes, diversifiées, tenant compte des évolutions récentes des TIC, et dont les contenus répondent réellement à la demande des enseignants. Cette dernière peut d'ailleurs être recueillie à partir d'enquêtes auprès des enseignants. En termes d'organisation, le mieux serait que ces formations soient réalisées de manière régionale, de préférence au sein des CRMEF, par des professeurs agrégés, des inspecteurs de l'enseignement secondaire, voire des pairs ayant cumulé une bonne expertise en matière d'intégration des TIC.

Le second axe factoriel de l'AFCM relative à l'étude sur l'intégration des TIC s'intitule « ***leviers de réussite en situation d'intégration des TIC dans l'enseignement*** ». Il représente une inertie absolue de 22,22%, et fait référence à des leviers fondamentaux pour la réussite d'une pratique d'enseignement intégrant les TIC : les compétences des enseignants en TIC, la

[18] Voir à ce propos les Tableaux 7 et 8, concernant les contributions relatives par rapport au premier plan factoriel de l'AFCM de la première étude sur l'intégration des TIC.

disponibilité du matériel informatique hors classe et dans la classe, et enfin la gestion de classe. Bien entendu, la disponibilité du matériel informatique est indispensable, et comme le soulignent les recherches nationales antérieures, son manque constitue un obstacle majeur à l'intégration des TIC. Quant à la maîtrise des outils TIC et celle de la gestion de classe en situation d'intégration des TIC, elles constituent des compétences pédagogiques non standards, que l'enseignant doit développer tout au long de sa carrière professionnelle, et là encore, la formation continue peut jouer un rôle crucial pour accompagner l'enseignant.

L'analyse factorielle de correspondances multiples appliquée au corpus de réponses de l'étude sur les ressources pédagogiques numériques, a fourni un premier axe factoriel d'une inertie absolue de 49,20%, et s'intitule « ***facteurs de disposition à l'usage des ressources pédagogiques numériques*** ». Cet axe factoriel s'interprète directement dans la continuité du second axe factoriel de l'AFCM de l'étude précédente sur l'intégration des TIC. Ce premier axe factoriel relie en premier lieu le recours des enseignants aux ressources pédagogiques numériques à des raisons institutionnelles, pédagogiques et didactiques. Ce sont effectivement les directives des textes officiels à propos de l'utilisation des ressources numériques, qui vont particulièrement inciter les enseignants à y recourir. Par ailleurs, ce premier axe factoriel montre aussi que la diversification d'activités mathématiques et les contenus géométriques se dégagent comme étant des situations d'enseignement propices à l'usage des TIC. Ce résultat traduit en fait une pauvreté de situations et contenus mathématiques pour lesquelles les enseignants seraient disposés à recourir à des ressources numériques. Ce constat n'est pas anodin. En effet, le passage en revue des orientations officielles montre que celles-ci insistent particulièrement sur les contenus géométriques à propos de l'intégration des TIC, et cela notamment au niveau du collège. Ainsi, le reste des contenus mathématiques ne semble pas bénéficier du même degré d'intérêt que la géométrie de la part des directives officielles pour l'intégration des TIC.

Par ailleurs, les sites internet, les plates-formes et les forums dédiés aux contenus mathématiques, sont les outils TIC qui sont le plus mis en avant par cet axe factoriel dans la recherche de ressources numériques. Ils restent en effet des sources intéressantes de contenus et d'animations mathématiques, permettant aux enseignants de diversifier et planifier leurs activités mathématiques, notamment en géométrie.

Le deuxième axe factoriel relatif à l'étude des ressources pédagogique numériques, corrobore de manière très forte l'interprétation du premier axe factoriel précédent. Il représente une inertie absolue de 22%, et s'intitule « ***contenu mathématique mis en avant par les manuels scolaires dans le cadre de l'intégration des TIC : la géométrie*** ». Ce résultat est tout à fait en accord avec les directives officielles : la mise en avant de la géométrie pour l'intégration des TIC. Ce résultat explique à son tour la pauvreté des manuels scolaires en termes de diversité de situations offrant des activités mathématiques intégrant les TIC. La géométrie reste le principal contenu mathématique sur lequel se focalisent la quasi-totalité des manuels scolaires, pour proposer des activités intégrant les TIC. Cela porte bien entendu un préjudice au reste des contenus mathématiques, comme par exemples les suites numériques, les fonctions réelles, les probabilités ou la statistique, qui sont autant de contenus mathématiques, où le recours à des activités mathématiques numériques peut constituer un support pédagogique très intéressant, permettant aux élèves d'améliorer leurs représentations conceptuelles vis-à-vis de ces notions mathématiques.

De ce point de vue, les directives officielles sur l'intégration des TIC en mathématiques au secondaire, devraient s'ouvrir davantage au reste des contenus mathématiques, afin que l'intégration des TIC devienne une activité pédagogique standardisée chez les enseignants de mathématiques, à des fins purement didactiques.

Ce dernier constat ouvre ainsi des perspectives de recherches d'un point de vue didactique : la conception d'ingénieries didactiques en situations d'intégration des TIC pour divers contenus mathématiques, outre que la géométrie, permettant d'enrichir les manuels scolaires, et par conséquent d'offrir aux enseignants une diversification riche en ressources pédagogiques numériques en mathématiques. Ces ressources numériques auront ainsi l'avantage d'être expérimentées et validées par des recherches didactiques menées préalablement, avant d'être proposées aux enseignants en tant que supports didactiques en classes.

Bibliographie

-Abouzaid, A., Taoufik, M., Moufti, A., & Lamsalmi, A. (2017) : Intégration des TICE dans l'enseignement des Sciences de l'Ingénieur dans la filière Sciences Technologies Mécaniques aux lycées du Maroc : Réalité et Obstacles. *European Scientific Journal, ESJ, 13(13)*.

- Adler, J. (2010) : La conceptualisation des ressources. Apports pour la formation des professeurs de mathématiques. Dans G. Gueudet & L. Trouche (dir.), Ressources vives, le travail documentaire des professeurs en mathématiques (p. 23-39). *Rennes : Presses Universitaires de Rennes et INRP.*

-Ahaji, K., El Hajjami, A., Ajana, L., El Mokri, A. et Chikhaoui, A. (2008) : Analyse de l'effet d'intégration d'un logiciel d'optique géométrique sur l'apprentissage d'élèves de niveau baccalauréat sciences expérimentales. *EpiNet : la revue électronique de l'EPI, n° 101 de Janvier 2008.* Consultable en ligne *: http://www.epi.asso.fr/revue/articles/a0801a.htm*

-Alj, O., Benjelloun, N. (2013) : Intégration des TIC dans l'enseignement des sciences physiques au Maroc dans le cadre du programme GENIE : difficultés et obstacles, *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire (RITPU)* 10(2), 49-65.

-Alj, O., Benjelloun, N. (2016) : Etude comparative des résultats de quelques recherches sur l'intégration des TIC dans l'enseignement des disciplines scientifiques au sein du programme GENIE marocain, *Association EPI*.

-Anderson, B. (2006): "Passing by and passing through", R. KRAUT, M. BRYNIN, S. KIESLER (eds), Computers, Phones, and the Internet, *Oxford, Oxford University Press*.

- Antohe, V. (2009): Limits of educational soft "geogebra" in a critical constructive review annals. computer science series. 7th Tome 1st Fasc, *Tibiscus University of Timisoara, Romania.*

-Assude, T. (2010) : Enquête documentaire et action didactique conjointe professeur-élèves. Dans G. Gueudet & L. Trouche (dir.), Ressources vives, le travail documentaire des professeurs en mathématiques (p. 341-356). *Rennes : Presses Universitaires de Rennes et INRP*

-Ayadi, F., Fourati Kammoun, F. (2009, juin) : Les déterminants de l'utilisation du système e-learning par les étudiants. *Communication présentée au 14e colloque AIM, Marrakech, Maroc.*

- Balanskat, A., Blamire, R. et Kefala, S. (2006) : A review of studies of ICT impact on schools in Europe, (EUN). *European Schoolnet in the framework of the European Commission's ICT cluster*.

-Barrette, C. (2005) : Vers une méta synthèse des impacts des TIC sur l'apprentissage et l'enseignement dans les établissements du réseau collégial québécois. Mise en perspective. *Le Bulletin Clic, 56, 18-24*. Récupéré du site du bulletin : *http://bulletinclic.profweb.ca/cgi-bin/aff.pl?page=article&id=1085*

-Baumberger, B., Perrin, N., Bétrix Köhler, D., et Martin, D. (2008) : Intégration et utilisation des TIC par les formateurs d'enseignants. Formation et Pratiques d'Enseignement en Questions. *Revue des HEP de Suisse romande et du Tessin, 7, 73-86*. Récupéré du site : *https://orfee.hepl.ch/handle/20.500.12162/1137*.

-Biaz, A., Bennamara, A., Khyati, A., & Talbi, M. (2009) : Intégration des technologies de l'information et de la communication dans le travail enseignant, état des lieux et perspectives. *EpiNet : revue électronique de l'EPI, 120.*

-Bibeau, R. (2004) : Scénarios pédagogiques, propositions éducatives, activités d'apprentissage avec les TIC. *Revue EpiNet n° 67.*

-Bibeau, R. (2005) : Les TIC à l'école : proposition de taxonomie et analyse des obstacles à leur intégration. *Revue EpiNet n° 79.*

-Bibeau, R. (2007) : Les technologies de l'information et de la communication peuvent contribuer à améliorer les résultats scolaires des élèves. *Revue EpiNet, 94*.

-Bingimlas, K. A. (2009). Barriers to the successful integration of ICT in teaching and learning environments: A review of the literature. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 5(3)*.

-Beggs, T. (2000): Influences and Barriers to the Adoption of Instructional Technology. Récupéré du site: https://eric.ed.gov/?id=ED446764.

-Benfares, S., Alami, A., Moncef, Z., Chikhaou, A., & Elazami, M. (2015): Integration of ict in environmental education – case study on the greenhouse effect among secondary School students. *International Journal of Research in Education Methodology,* 7(2), 1077-1087.

-Benfares, N., Zaki, M. et Alami, A. (2016) : Analyse multidimensionnelle des facteurs d'intégration des TICE : étude de cas à travers le programme GENI marocain, *European Scientific Journal* Vol. 12 N°19, pp. 164-180.

- Benzécri, J.-P. (1973) : *L'analyse des données : L'analyse des correspondances*, *Dunod*.

- Bouchama, Y. et Zaki, M. (2018a): Multidimensional analysis of ict integration in secondary mathematics teaching. *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*, 5(10), 137-153. DOI: 10.5281/zenodo.1491918.

- Bouchama, Y. et Zaki, M. (2018b) : Utilisation des ressources numériques par les enseignants du secondaire en mathématiques : étude multidimensionnelle. *Workshop LIRDIST, 14 décembre 2018*. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah -Fès, Faculté des Sciences Dhar El Mahraz.

- Bouchama, Y. et Zaki, M. (2020) : Discriminating factors in the use of digital mathematics teaching resources in Moroccan secondary schools in a situation of ICT integration. *SYLWAN Journal*, 164 (3), 44-61.

- Bray, B. (1999): Eight steps to success. *Learning and Leading with Technology*, 27 (3), 14-20.

- Brière-Guenoun, F. (2017). Instruire les gestes didactiques de métier : quelles perspectives pour la formation des enseignants ? *Presses Universitaires de Rennes, 2017, 978-2-7535-5378-1. ⟨hal-01779040⟩.*

- British Educational Communications and Technology Agency (BECTA) (2003): ICT Resources and Primary School Standards (pp. 32). *Coventry: Becta*.

- British Educational Communications and Technology Agency (BECTA) (2004): A review of the research literature on barriers to the uptake of ICT by teachers. *BECTA, ICT Research*. Disponible sur : http://dera.ioe.ac.uk/1603/1/becta_2004_barrierstouptake_litrev.pdf

-British Educational Communications and Technology Agency (BECTA). (2006). The BECTA review 2006. Evidence on the progress of ICT in Education. London, UK : Becta ICT Research.

-Brouste, P., Cotte, D. (1997) : « Définition de l'information », Les tablettes d'Ourouk, septembre 1997, n°2, pp. 1-11, 1997.

-Bullat-Koelliker, C. (2003) : Les apports des TIC à l'apprentissage : ce qu'en pensent les enseignants qui utilisent les ateliers d'informatique avec leurs élèves. Analyse qualitative menée dans le cadre du projet 'Apprendre à Communiquer' au PO/Genève. Disponible sur : http://tecfaetu.unige.ch/perso/staf/bullat/doc/Bullat-Koelliker_DESS-TECFA.pdf

-Butcher, N. (2004) : L'infrastructure technologique et l'utilisation des TIC dans le secteur de l'éducation en Afrique : Vue générale. *Groupe de travail de l'ADEA sur l'enseignement à distance et l'apprentissage libre*

- Cammarata, L., Cavanagh, M., Blain, S., & Sabatier, C. (2018). Enseigner en immersion française au Canada : synthèse des connaissances sur les défis et leurs implications pour la formation des enseignants. *The Canadian Modern Language Review / La Revue Canadienne Des Langues Vivantes, 74(1), 101–127.*

-Chamblee, G., Slough, S., & Wusch, G. (2008): Measuring high school mathematics teachers' concerns about graphing calculators and change: A year long study. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 27(2), 183-194.

-Charlier, B. (2011). Evolution des pratiques numériques en enseignement supérieur et recherches : quelles perspectives ? *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire, 8*(1-2). pp. 28–36.

Clements, D. (1999). Dialogue on early childhood science, mathematics, and technology education. *American Association for the Advancement of Science.* Disponible sur : https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED427877.pdf

-Conseil supérieur de l'éducation (2000) : Éducation et nouvelles technologies. Pour une intégration réussie dans l'enseignement et l'apprentissage. Rapport annuel 1999-2000 sur l'état et les besoins de l'éducation. Québec : Gouvernement du Québec. Disponible sur : https://www.cse.gouv.qc.ca/fichiers/documents/publications/RapportsAnnuel/rapann00.pdf

-CSEFRS (2015) : Vision stratégique de la réforme 2015-2030. Pour une école de l'équité, de la qualité et de la promotion. Http://www.csefrs.ma/pdf/vision_vf_fr.pdf

- Dahan, J.J. (2001, mars): Parallel perspective with cabri. Paper presented at *the annual T3 international conference, Columbus, OH*. Disponible sur: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED472947.pdf

-Dahan, J.J. (2002, mars): Another way to teach derivative and antiderivative functions with Cabri. Paper presented at *the annual T3 international conference, Calgary, Ontario, Canada*. Disponible sur : https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED472945.pdf

-Dawes, L. (2001): What stops teachers using new technology? In M. Leask (ed.), Issues in *Teaching using ICT. London : Routledge, p. 61-79*.

-De Corte, E. et Verschaffel, L. (2005): Apprendre et enseigner les mathématiques : un cadre conceptuel pour concevoir des environnements d'enseignement-apprentissage stimulants. Dans M. Crahay, L. Verschaffel, E. De Corte et J. Grégoire (dir.), Enseignement et apprentissage des mathématiques : Que disent les recherches psychopédagogiques ? (p.26-54). Bruxelles: De Boeck.

-Delice, A., et Karaaslan, G. (2015): The Reflection of the Activities Prepared on the Polygons and Dynamic Geometry Softwares to the Perceptions of the Teachers and the Students' Performances. *Journal of Educational Sciences 3 (2015) 133-148.* Disponible sur: https://www.researchgate.net/publication/329772554_The_Reflection_of_the_Activities_Prepared_on_the_Polygons_and_Dynamic_Geometry_Softwares_to_the_Perceptions_of_the_Teachers_and_the_Students%27_Performances_12

-Depover, C., Strebelle, A. (1996). Fondements d'un modèle d'intégration des activités liées aux nouvelles technologies de l'information dans les pratiques éducatives. Informatique et éducation : regards cognitifs, pédagogiques et sociaux. Textes issus du séminaire : Informatique et formation des enseignants, organisé par l'INRP en relation avec le GDR « sciences cognitives de Paris » du CNRS. Baron, G.L. et Bruillard, É. (Ed). Paris : *Institut national de recherche pédagogique*.

-Dias, L. (1999): Integrating technology. *Learning and Leading with Technology, 27 (3), 10-13, 21*.

- Dikovi., L. (2009): Applications Geogebra into teaching some topics of mathematics at the college level. *Computer Science and Information System, 6(2), 191-203*.

-Dintinger, J., & Oppliger, R. (2017) : Apprentissage collaboratif et systèmes de vote. Haute école pédagogique du canton de Vaud. Disponible sur : http://doc.rero.ch/record/306060/files/md_ms1_p29795_p21277_2017.pdf

-Dockendorff, M., et Solar, H. (2018): ICT integration in mathematics initial teacher training and its impact on visualization: the case of Geogebra. *International Journal of Mathematical* Education in Science and Technology, 49(1), 66-84. Disponible sur: https://doi.org/10.1080/0020739X.2017.1341060

- Droui, M., & El Hajjami, A. (2014) : Simulations informatiques en enseignement des sciences : apports et limites. *EpiNet : revue électronique de l'EPI, 164*.

- El hassouny, E., Kaddari, F., Elachqar, A., & Alami, A. (2014): Teaching/Learning Mechanics in High School with the Help of Dynamic Software. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 116, 4617-4621*.

- Elkhattabi, K. (2011) : Modélisation du comportement physique de composants électriques par de futurs professeurs - impacts de l'intégration des TICE sur leur apprentissage. Thèse doctorale, soutenu le 01 novembre 2011. Faculté Dhar El Mahrez. Fès.

-El Madhi, Y., Chiahou, B., Belghyti, D., El Kharrim, K., & El Halouani, H. (2014) : Les contraintes liées à l'intégration du TIC dans l'enseignement des sciences de la vie et de la terre au Maroc. *European Scientific Journal, ESJ, 10(34).*

- El Ouidadi, O., Essafi, K., Aboutajdyne, M., Sendide,K. et Depiereux, E. (2011) : Analyse d'attitudes et de besoins d'enseignants marocains en TICE : cas de l'académie (AREF) de FES-Boulemane, Maroc, *Revue africaine de didactique des sciences et des mathématiques (RADISMA), 7.*

- El Ouidadi, O. (2012) : Etat des lieux et enjeux de l'implémentation des TICE dans le système scolaire marocain : Profils des enseignants et étude d'impact en SVT. *Thèse de Doctorat. Formation Doctorale « Didactique des Sciences et Ingénierie Pédagogique ». Université Sidi Mohammed Ben Abdellah,* Fès. Maroc.

-Empirica (2006): Benchmarking Access and Use of ICT in European Schools 2006. Cf. Document de travail des Services de la Commission: Progress towards the Lisbon objectives in education and training: Indicators and Benchmarks (2007)

-Ertmer, Pegy A. (1999): Addressing First- and Second-Order Barriers to Change: Strategies for Technology Integration. *Educational Technology Research and Development, volume 47, N° 4, pp.47-61.*

-Escarpit, R. (1991) : L'information et la communication : théorie générale, Paris, *Hachette éducation*, 1991.

- Falcade, R., Mariotti, M.A. et Laborde, C. (2004). Towards a definition of function [version électronique]. *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 2, 367-374*.

- Fleischer, H. (2012): What is our current understanding of one-to-one computer projects: A systematic narrative research review. *Educational Research Review, 7(2), 107-122*.

-Gasquet, S. (1991) : Les mathématiques au lycée : clés pour une réussite, Paris : *ESF éditeur*.

-Genevès, B. (2003) : Forme des polygones [version électronique]. Communication présentée au *colloque international sur l'intégration des technologies dans l'enseignement des mathématiques*, Reims, France

-Ghellab, H. (2016) : Les TIC Comme Outil de Transformation des Comportements Cognitifs et Pédagogiques. *Traduction et Langues*, 15(1), 472-385

-Goktas, Y., Yildirim, S. et Yildirim, Z. (2009): Main barriers and possible enablers of ICTs integration into pre-service teacher education programs. *Educational Technology & Society, 12(1), 193-204*.

-Gomes, C. (2005): Integration of ICT in science teaching: A study performed in Azores, Portugal. *Recent Research Developments in Learning Technologie*s, Lisboa, Abril 2009.

-Grégoire, R., Bracewell, R. et Laferrière, T. (1996) : L'apport des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) à l'apprentissage des élèves du primaire et du secondaire. *Revue documentaire. RESCOL*.

-Gueudet, G., Bueno-Ravel, L., & Poisard, C. (2014): Teaching Mathematics with Technology at the Kindergarten Level: Resources and Orchestrations. Dans A. Clark-Wilson, O.Robutti & N. Sinclair (dir.), *The Mathematics Teacher in the Digital Era* (p. 213-240).Dordrecht : Springer. doi: /10.1007/978-94-007-4638-1_10

-Gueudet, G., Buteau, C., Mesa, V., & Misfeldt, M. (2014): Instrumental and documentational approaches: from technology use to documentation systems in university mathematics education. *Research in Mathematics Education*, 16(2), 139-155. doi :10.1080/14794802.2014.918349

-Gueudet, G., & Trouche, L. (2008) : Du travail documentaire des enseignants : genèses, collectifs, communautés : Le cas des mathématiques. *Éducation et didactique*, 2(3), 7-33. doi : 10.4000/éducation didactique.342

-Gueudet, G., & Trouche, L. (2010). Des ressources aux documents, travail du professeur et genèses documentaires. Dans G. Gueudet & L. Trouche (dir.), Ressources vives, le travail documentaire des professeurs en mathématiques (p 57-74). *Rennes : Presses Universitaires de Rennes et INRP*.

-Gueudet, G., & Trouche, L. (2012). Teachers' Work with Resources: Documentationel Geneses and Professional Geneses. Dans G. Gueudet, B. Pepin & L.Trouche (dir.), From Text to « Lived » Resources (p. 23-41). Dordrecht: Springer.

-Guven, B., Cekmez, E., et Karatas, I. (2010). Using empirical evidence in the process of proving: The case of dynamic geometry. *Teaching Mathematics and Its Application*, 29, 193–207

-Hähkiöniemi, M. (2017): Student teachers' types of probing questions in inquiry-based mathematics teaching with and without Geogebra. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(7), 973-987.

- Hall, J. et Lingefjard, T. (2016). Mathematical Modeling : applications with geogebra. *Kindle Edition.*

-Hardy, M. D. (2003). "It should have been stressed in all education classes": Preparing pre-service teachers to teach with technology. Report : Searcy, AR.

- Ratompomalala, H.**,** Bruillard, E., Razafimbelo, J., (2012) : « Quelle formation en TIC, quelles utilisations en classe des professeurs de physique et chimie ? Une étude en France », *RDST*, 6 | 2012, 53-85.

-Hopson, M. H., Simms, R.L. et Knezek, G.A. (2002): Using a technology-enrichedenvironment to improve higher-order thinking skills. *Journal of Research on Technology in Education*, 34 (2), 109-119.

- Isaacs, S., Broekman, I. et Mogale, M. (2005) : La contextualisation de l'éducation en Afrique : le rôle des TIC. Dans T. James, Technologies de l'Information et de la Communication pour le développement en Afrique. *La mise en réseau d'institutions d'apprentissage-SchoolNet, vol, 3*.

-IsaBelle, C. (2002) : Regard critique et pédagogique sur les technologies de l'information et de la communication. *Montréal: Chenelière/McGraw-Hill*.

- Jarrett, D. (1998): Integrating technology into middle school mathematics: it's just good teaching. *Portland, OR: Northwest Regional Educational Laboratory*

- Jefferson, A. L. et Edwards, S. D. (2000). Technology Implies LTD and FTE. *Pan-Canadian Education Research Agenda, June. Toronto: Canadian Association of Education (CEA), pp. 137-150*.

-Kaddouri, M., Benali, M. et Azzimami, T. (2017) : Technologies de l'Information et de la Communication (TIC). Quels profils d'usage chez les lycéens marocains ?

-Kaput, J. (2007): Technology becoming infrastructural in mathematicseducation. *Models & Modeling as Foundations for the Future in Mathematics Education. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum.*

-Karsenti, T. (dir.). (2009) : Intégration pédagogique des TIC : Stratégies d'action et pistes de réflexion. *Ottawa : CRDI*

-Karsenti, T. et Dumouchel, G. (2011) : Former aux compétences informationnelles au Québec : une mission partagée*. Edition : I. Fabre.*

-Karsenti, T., Komis, V., Depover, C. et Collin, S. (2011). La recherche en éducation à l'ère des TIC. Dans T. Karsenti, T. et L. Savoie- Zajc (dir.), La recherche en éducation : étapes et approches (4e éd.). *Ville Saint-Laurent, QC : Éditions du Renouveau Pédagogique*.

- Karsenti, T. et Collin, S. (2007). Quelle place pour les TIC en formation initiale d'enseignants de français ? Le cas de l'Afrique. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, *7*(3), 32-47.

- Karsenti, T. & Collin, S. (2013). TIC et éducation : avantages, défis et perspectives futures. *Éducation et francophonie*, *41* (1), 1–6. Disponible sur : https://doi.org/10.7202/1015056ar

- Karsenti. T. et Collin, S. (2011) : L'enseignement apprentissage 2.0: la nécessité d'apprivoiser les technologies émergentes en enseignement supérieur. *Revue de la Haute École Pédagogique de Berne, du Jura et de Neuchâtel, 16, 16-18.*

-Karsenti, T., Collin, S., Dupuis, A. Villeneuve, S., Dumouchel, G. et Robin, J.-P. (2012). Avantages et défis inhérents à l'usage des ordinateurs au primaire et au secondaire : 2e enquête auprès de la Commission scolaire Eastern Townships. Synthèse des principaux résultats. *Montréal, Canada : CRIFPE*

-Karsenti, T., Garry, R., Benziane, A., Ngoy-Fiama, B., Baudot, F., (2012) : La formation de formateurs et d'enseignants à l'ère du numérique : stratégies politiques et accompagnement pédagogique, du présentiel à l'enseignement à distance. Montréal : *Réseau international francophone des établissements de formation de formateurs (RIFEFF) / Agence universitaire de la Francophonie (AUF)*.

-Karsenti, T. & Tchameni Ngamo, S. (2009). Qu'est-ce que l'intégration pédagogique des TIC ? Dans T. Karsenti (dir.), Intégration pédagogique des TIC : Stratégies d'action et pistes de réflexion. (pp. 57-75). *Ottawa, ON : CRDI*.

-Kozanitis, A., (2005) : Les principaux courants théoriques de l'enseignement et de l'apprentissage : un point de vue historique. *Bureau d'appui pédagogique, École polytechnique de Montréal*.

-Kuntz, G. (1998, novembre) : Dynamic geometry. *Webnet 98 world conference*. Document ERIC ED427711.

-Lakdim, A., El Ouidadi, O., Essafi, K., & Sendide, K. (2012) : Etude de l'impact de l'utilisation d'une plate-forme en ligne pour la régulation des apprentissages et l'accompagnement des élèves en SVT : Cas des lycées de la ville de Fès (Maroc). *EpiNet n° 144*.

-Lamarti, L., Ben Bouziane, A., Akrim, H., Talbi, M., & Drissi, M. (2009a). L'hypermédia Géo-terrain : un outil pertinent au service des apprentissages en géologie de terrain. *Revue*

internationale des technologies en pédagogie universitaire/International Journal of Technologies in Higher Education, 6(1), 46-54

-Lamarti, L., Ben-Bouziane, A., Akrim, H., & TALBI, M. (2009b). La sortie de terrain : quelle place et quel rôle dans une démarche scientifique ? *RADISMA, Numéro 4. ISSN 1990-3219*.

- Larose, F., Grenon, V. et Lafrance, S. (2002). Pratiques et profils d'utilisation des TICE chez les enseignants d'une université. Dans R. Guir (dir.), Pratiquer les TICE. Former les enseignants et les formateurs à de nouveaux usages (p. 23-47). *Bruxelles : De Boeck.*

-Lauzon, Y., Michaud, P. et Forgette-Giroux, R. (1991) : Étude de l'incidence des nouvelles technologies en éducation : analyse longitudinale de l'impact de l'ordinateur sur les apprentissages, les enseignements et la gestion pédagogique. Dans L. Sauvé (dir.), La technologie éducative à la croisée des disciplines. *Sainte-Foy : Télé-université*.

-Lebrun, M., (2002) : Courants pédagogiques et technologies de l'éducation. *European Medi@Culture-Online*. Disponible sur : https://fr.calameo.com/read/000710360c396f61d2b51

-Legendre, R. (1993) : Dictionnaire actuel de l'éducation (2e éd.) *Montréal/Paris : Guérin/ESKA*.

- Maddux, C. D., Gibson, D. et Dodge, B. (dir.). (2011): Research Highlights in Technology and Teacher Education 2010. *Chesapeake, VA : Society for Information Technology and Teacher Education (SITE).*

- Mahdi, K., Chekour, M. & Laafou, M. (2014). Distance training for physics teachers in education sciences: flexible and efficient. *International Journal of Scientific & Engineering Research, 5(1)*, p. 7780.

- Maouni, A., Mimet, A., Khaddor, M., Madrane, M. et Moumene, M.(2014)L'intégration des TIC dans l'enseignement des SVT au Maroc : réalité et attentes, *Revue africaine de didactique des sciences et des mathématiques (RADISMA)* Numéro 10.

- Marquet, P., (2005) ; « Lorsque le développement des TIC et l'évolution des théories de l'apprentissage se croisent », *Savoirs, 2005/3 n° 9, p. 105-121*. DOI : 10.3917/savo.009.0105.

- Mastafi, M. (2013). Intégration et usages des TIC dans le système éducatif marocain : Attitudes des enseignants de l'enseignement primaire et secondaire. *Adjectif.net*

- Mastafi, M. (2014) : Obstacles à l'intégration des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans le système éducatif marocain. Disponible sur : www.frantice.net/index.php?id=870

- Mastafi, M. (2018). Usages co-créatifs des TIC dans l'enseignement des mathématiques : effets sur l'apprentissage des futurs enseignants. Actes de la deuxième édition du colloque international sur la formation et l'enseignement des mathématiques et des sciences (CIFEM2018). CRMEF Casablanca-Settat, section d'El Jadida. *ISBN : 978-2-9567638-0-2*

- Messaoudi, F. & Talbi, M. (2012) : Réussir l'intégration des TICE au Maroc : regard sur le déploiement de la stratégie nationale GENIE. *Revue EpiNet* n° 143

- Ministère de l'Éducation du Québec (MEQ) (2001) : La formation à l'enseignement. Les orientations. Les compétences professionnelles. *Québec : Gouvernement du Québec*.

-Ministère de l'Éducation du Québec (MEQ). (2002) : Encadrement des stagiaires de la formation à l'enseignement. Rapport d'évaluation de programme. *Québec, QC : Gouvernement du Québec*.

-Ministère de l'Éducation Nationale du Maroc (MEN) (1999) : Charte nationale d'éducation et de formation. Disponible sur : www.men.gov.ma

- Moersch, C. (2001): Next Steps: Using LoTi as a Research Tool. *Learning and Leading with Technology, 29(3), 22-27*.

- Mouradi, M. et Zaki, M. (2001) : « Résolution d'un problème d'analyse à l'aide d'un logiciel de calcul formel », Recherche en Didactique des Mathématiques (RDM), Vol. 21, N°3, p. 355-392.

- Mueller, J., Wood, E., Willoughby, T., Ross, C. et Specht, J. (2008). Identifying discriminating variables between teachers who fully integrate computers and teachers with limited integration. Computers & Education, 51(4), 1523-1537.

- Nachit, B., Bahra, M., Lablidi, A., Namir, A., Kasour, R. et Talbi, M. (Novembre 2013). Concours des enseignants innovants au Maroc. *SESAMATH N°37*.

- Nafidi, Y., Alami, A. , Zaki, M. ,El Batri, B. et Afkar, H. (2018) Impacts of the use of digital simulation in learning earth sciences (the case of relative dating in high school),*Journal of Turkish Science Education* Vol. 15, Issue 1, pp. 89-107.

- Niess, M. L., Suharwoto, G., Lee, K., & Sadri, P. (2006). Guiding in service mathematics teachers in developing TPCK. *Paper presented at the annual meeting of the American Education Research Association, San Francisco, CA.*

-OECD (2010): Are the New Millennium Learners Making the Grade? Technology Use and Educational Performance in PISA. *OECD, Paris*

-OECD (2015) : Connectés pour apprendre : les élèves et les nouvelles technologies

-Ouazzani Touhami, A., Benjelloun, N., Aami, M., & Haddou, A. (2014). Impact of using Java Software of Geometrical Optics JSGO on the construction success of the virtual image among the first-year university students. *IOSR Journal of Research &Method in Education (IOSR-JRME), Volume 4, Issue 3 Ver II, pp. 16-24*.

-Oudrhiri, M. (2016) : De l'usage pédagogique du numérique dans l'enseignement des mathématiques au Maroc, *Association EPI*.

- Ouedraogo, B. (2017) : Les résistances à l'intégration des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) en pédagogie universitaire en Afrique au Sud du Sahara (ASS) : les cas des Universités publiques de Ouagadougou et de Ouaga 2 au Burkina Faso. Disponible sur : https://www.researchgate.net/publication/323143377

- Papert, S. (1981) : Jaillissement de l'esprit. *Paris: Flammarion (Ed.).*

-- Parzysz, B. (1988): 'Knowing' vs 'seeing'. Problems of the plane representation of space geometry figures. *Educational Studies in Mathematics* voL XIX, pp. 79-92.

- Prieto, N., Sordo, J. et al. (2013): Designing Geometry 2.0 learning environments: a preliminary study with primary school students. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology: 1-21*.

-Rabardel, P. (1995) : Les hommes et les technologies ; approche cognitive des instruments contemporains. *Paris : Armand Colin*

-Rabardel, P. (1999) : Eléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques. Dans M. Bailleul (dir.), école d'été de didactique des mathématiques (p.202-213). *Houlgate : IUFM de Caen*

-Rabardel, P., & Bourmaud, G. (2005). Instruments et systèmes d'instruments. Dans P.Rabardel & P. Pastre (dir.), Modèles du sujet pour la conception. Dialectique activités développement (p. 211-229). *Toulouse : Octares*.

Raby, C. (2004). Analyse du cheminement qui a mené des enseignants du primaire à développer une utilisation exemplaire des technologies de l'information et de la communication en classe. Thèse de doctorat. *Université du Québec à Montréal. Canada*.

- Raby, C., Karsenti, T., Meunier, H. et Villeneuve, S. (2011) Usage des TIC en pédagogie universitaire : point de vue des étudiants, *International Journal of Technologies in Higher Education* 8(3), pp. 6-19.

- Rasmy, A. et Fièvrez, A. (2015) Les usages et obstacles liés à l'intégration des technologies par les enseignants du secondaire au Maroc, *Association EPI*.

-Remillard, J. (2010). Modes d'engagement : comprendre les transactions des professeurs avec les ressources curriculaires en mathématiques. Dans G. Gueudet & L. Trouche (dir.), Ressources vives, le travail documentaire des professeurs en mathématiques (p. 201-216). Rennes : *Presses Universitaires de Rennes et INRP*.

- Rey, J., et Coen, P.-F. (2011). Regards croisés entre professeurs et élèves sur l'intégration de l'iPod Touch comme outil d'apprentissage : première expérience et perspectives futures. *frantice.net, 3, 6-18.*

-Royaume du Maroc, Programme d'urgence (2009). - Programme d'urgence 2009-2012 : pour un nouveau souffle de la réforme de l'Éducation- Formation, Ministère de l'Éducation

Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique, Direction de l'Évaluation et de la Prospective.

- Roschelle, J. et al., 2010. «Integration of Technology, Curriculum, and Professional Development for Advancing Middle School Mathematics: Three Large-Scale Studies», *American Educational Research Journal, n° 47, vol. 4, p. 833-878*.

-Said Abouhanifa, Mohamed Benmadani, Mohamed Khalfaoui, Mohamed Hanini, Mohamed Kabbaj, L'outil informatique : Analyse des obstacles qui entravent son utilisation efficace en classe du secondaire. Disponible sur : https://edutice.archives ouvertes.fr/edutice 00359025/file/a0803b.htm

-Sabra, H. (2011) : Contribution à l'étude du travail documentaire des enseignants de mathématiques : les incidents comme révélateurs des rapports entre documentations individuelle et communautaire. (Thèse de doctorat, Université Lyon 1, Lyon). Disponible sur : https://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-00768508/document.

- Sandholtz, J. H., Ringstaff, C. et Dwyer, D. C. (1997). La classe branchée : enseigner à l'ère des technologies. *Montréal : Chenelière/McGraw-Hill.*

- Sarama, J. et Clements, D. (2001, avril). Computers in early childhood mathematics. Paper presented at "Developmentally Appropriate Technology for Early Childhood (DATEC): An Interactive Symposium", AERA, Seattle, WA.

- Sasseville, B. (2002). Le discours des enseignantes et enseignants du primaire et secondaire face à l'intégration dans la pratique professionnelle des technologies de l'information et des communications. Thèse de doctorat, Rimouski, *Université du Québec à Rimouski*.

-Schoepp, K. (2005): Barriers to technology integration in a technology-rich environment. *Learning and Teaching in Higher Education: Gulf Perspectives*, 2(1), p. 1-24.

-Serpil, Ö. (2017): Teacher Views on Barriers to the Integration of Information and Communication Technologies (ICT) in Turkish Teaching, *international journal of environmental & science education* 2017, VOL. 12, NO. 3, 505-521, DOI: 10.12973/ijese.2017.1244p

-Sicilia, C. (2005). The Challenges and Benefits to Teachers' Practices in Constructivist Learning Environments Supported by Technology. Thesis Doctoral. *McGill University, Montreal*.

- Siemens, G. (2005), Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. *Instructional technology and distance learning*. Janvier 2005. Vol2. N°1

-Sommet Mondial sur la Société de l'Information (Genève 2003 – Tunisie 2005). Documents Finals Du Smsi. Disponible sur : http://www.itu.int/wsis/index-fr.html

- Sylvaine Besnier (2016) : Le travail documentaire des professeurs à l'épreuve des ressources technologiques : le cas de l'enseignement du nombre à l'école maternelle. (Thèse de doctorat, Université de Bretagne occidentale). Disponible sur : https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01326826v2/document

- Tamim, R. M., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Abrami, P. C., & Schmid, R. F. (2011). What forty years of research says about the impact of technology on learning: A second-order meta-analysis and validation study. *Review of Educational Research., 81(3), 4–28. Doi :10.3102/0034654310393361*.

- Tarichen, T., Zerhane, R. et Janati-Idrissi, R. (2017) Utilisation des TIC par les enseignants de SVT du cycle secondaire dans l'enseignement de l'immunologie, *Association EPI*.

-Tatar, E., et Zengin, Y. (2016). Conceptual understanding of definite integral with Geogebra. *Computers in the Schools*, 33(2), 120-132. https://doi.org/10.1080/07380569.2016.1177480

-Traoré, D. (2009). Quels sont les défis ? Chapitre 8, à lire dans : Karsenti T. (dir.). (2009) Intégration Pédagogique des TIC en Afrique - Stratégies d'Action et Pistes de Réflexion. *Ottawa, CRDI*.

- Tschacher, K. (2003, juin) : *Rôle et usage des logiciels et calculatrices dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques.* Communication présentée au *colloque international sur l'intégration des technologies dans l'enseignement des mathématiques*, Reims, France

- Turner, L. (2005, juin): 20 Technology Skills Every Educator Should Have. *T.H.E. Journal.*

- Unesco. (2004) : Technologies de l'information et de la communication en éducation : Un programme d'enseignement et un cadre pour la formation continue des enseignants. Division de l'enseignement supérieur de l'UNESCO.

-Unesco. (2005) : Rapport mondial. Vers les sociétés du savoir. *Paris : les Éditions Unesco*.

-Unesco. (2007). Rapport mondial de suivi sur l'ÉPT 2007. Un bon départ. *Paris : les Éditions Unesco*.

-Unesco. (2011). TIC Unesco : un référentiel de compétences pour les enseignants. Paris : les Éditions Unesco.

- Voogt, J., (2008): « IT and Curriculum Processes: Dilemmas and Challenges ». In Voogt Joke & Knezek Gerald (dir.). *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education*. Vol. 20. New York: Springer US.

- Watson, J. B. (1913): Psychology as the behaviorist views it. *Psychological Review,* 20, 158-177

- Zaman, H., Nordin, N. (2004). Hybrid Approach in Designing Educational Package (MATEMATIKA) Teaching and Learning Mathematics", *Proceedings of the International Education Conference* 456- 470.

Annexe I : Codage des variables

Codage du premier questionnaire

Intitulé des variables (items)	Codage	Intitulé des variables (items)	Codage
Activité de fonction	**AF**	Numérique	**N**
Activité de géométrie	**AG**	Raisons didactiques	**RD**
Innovation des activités	**IA**	Raisons institutionnelles	**RI**
Leçon d'algèbre	**LAL**	Matériel (dans la classe)	**MC**
Leçon d'Analyse	**LAN**	Raisons pédagogiques	**RP**
		Matériel informatique (hors classe)	**MH**
		Revoir le contenu des activités	**RC**

Intitulé des variables (items)	Codage	Intitulé des variables (items)	Codage
Avantages didactiques	**AVD**	MOS	**MOS**
Avantages institutionnelles	**AVI**	NAFIDA	**NA**
Avantages pédagogiques	**AVP**	Plates-formes	**PF**
CITI	**CITI**	Sites internet	**SI**
Compétence (dans la classe)	**CC**	Supports magnétiques	**SM**
Compétence (hors classe)	**CH**	Temps suffisant	**T**
Formations initiales	**FIT**	Thème « fonction » (cours)	**FCT**
Formations officielles	**FO**	Thème "fonction" (évaluation)	**FEV**
GENIE	**GENIE**	Thème « géométrie » (cours)	**GEO**
Gestion (dans la classe)	**GC**	Thème “géométrie"(évaluation)	**GEOEV**
Intérêt (dans la classe)	**IC**	Thème « trigonométrie » (cours)	**TRI**
Intérêt des TIC (hors classe)	**IH**	Thème “trigonométrie" (évaluation)	**TRIEVA**
Les directives officielles	**DO**	Travail personnel	**TP**
Les formations institutionnelles	**FI**		
Logiciels	**LOG**		
MASSAR	**MAS**		

Codage du deuxième questionnaire

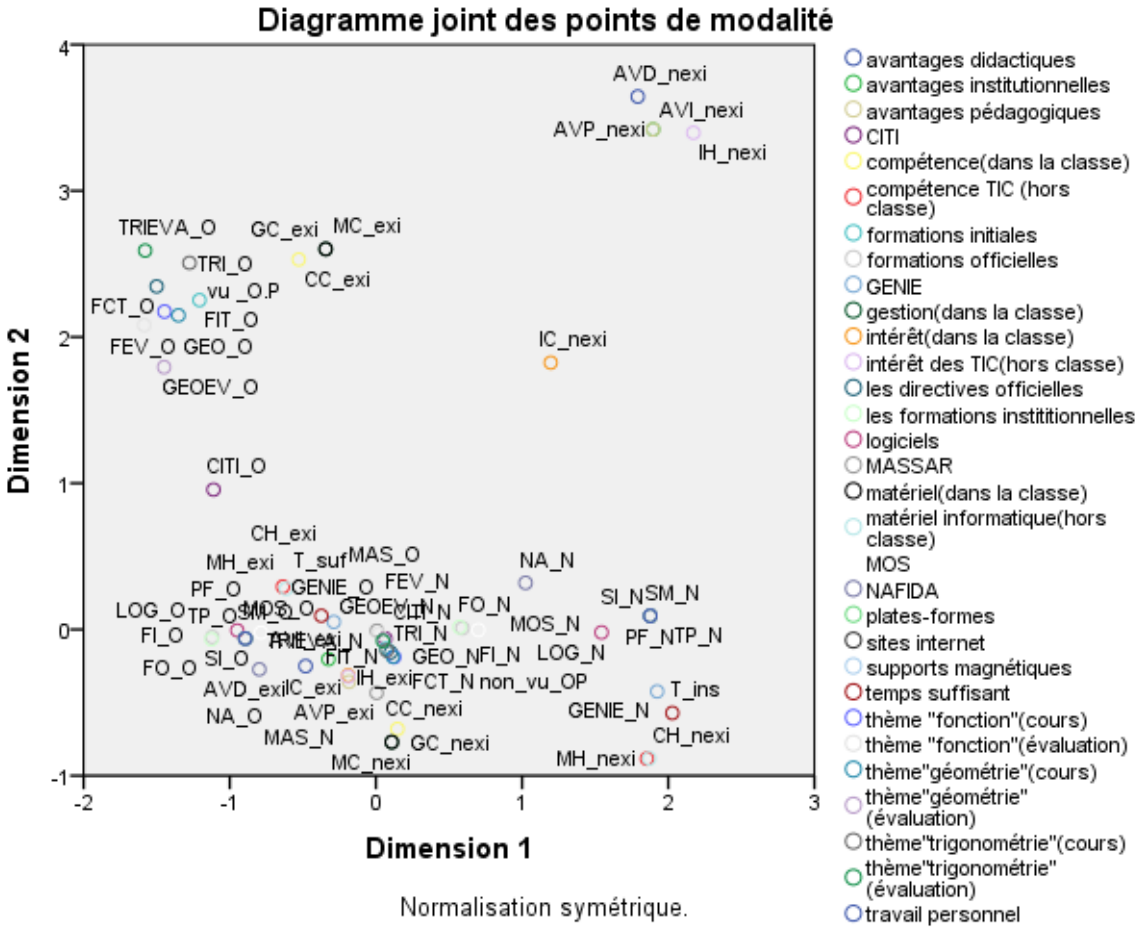
Leçon de géométrie	**LG**	Sites internet et plates-formes	**SIP**
Les avantages des manuels scolaires	**AVM**	Travail personnel ou de collègues	**TP**
Liaison internet	**LI**	Taalim.ma	**T**
Livres scolaires	**LS**		

Annexe II : Première AFCM de la 1 ère étude

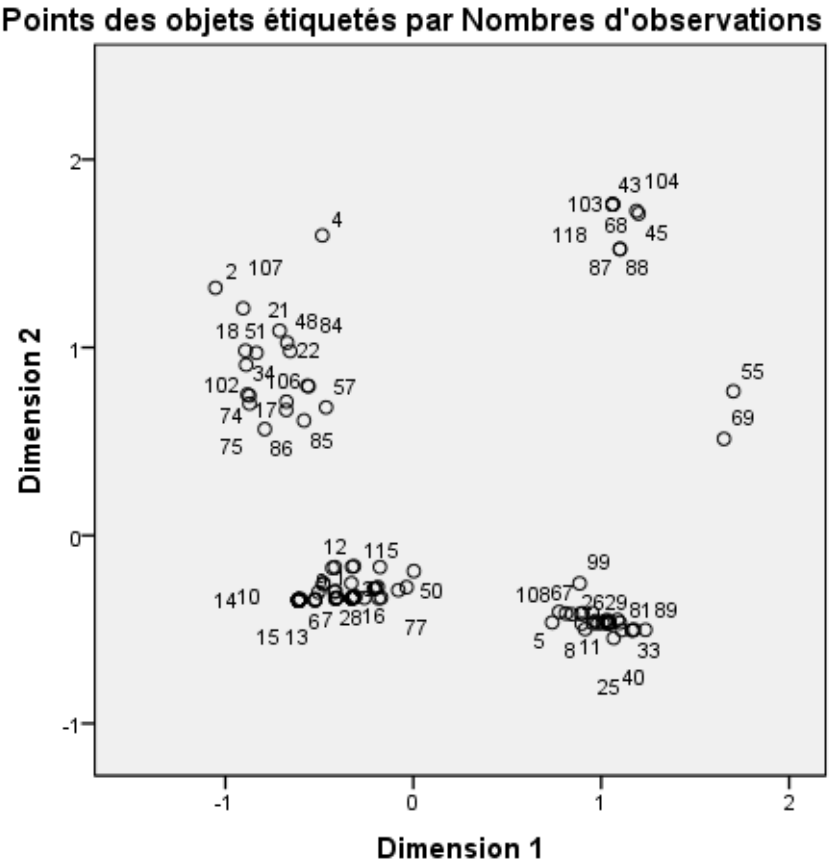
Récapitulatif des modèles

Dimension	Alpha de Cronbach	Variance expliquée	
		Total (valeur propre)	Inertie
1	,927	9,755	,315
2	,858	5,893	,190
Total		15,648	,505
Moyenne	,901[a]	7,824	,252

a. La valeur Alpha de Cronbach moyenne est basée sur la valeur propre moyenne.



Normalisation symétrique.

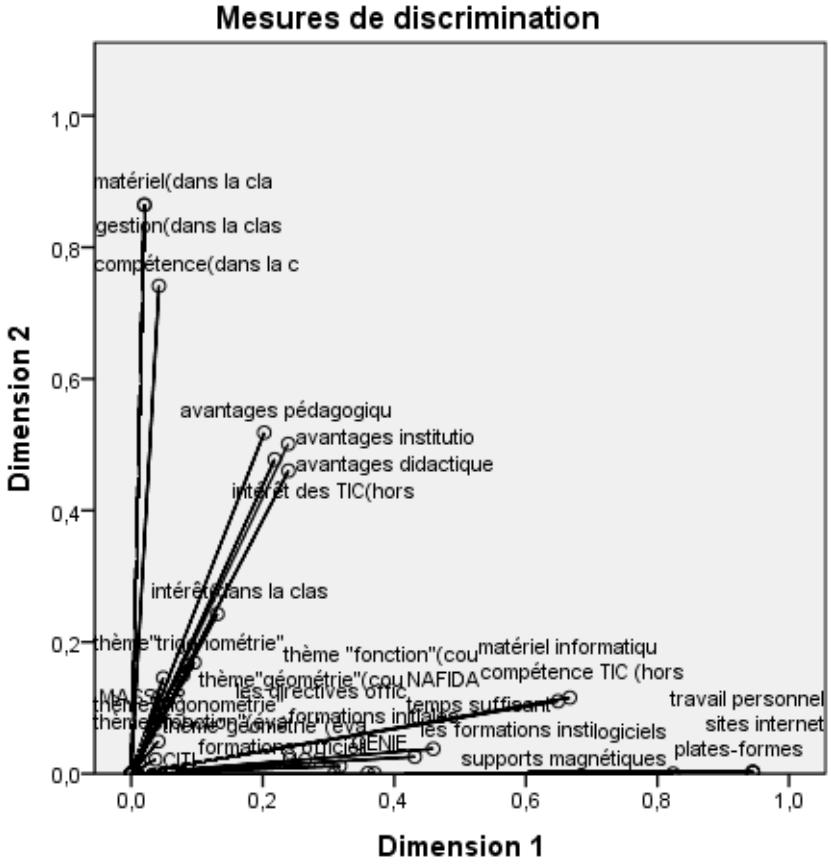


Normalisation symétrique.

Mesures de discrimination

	Dimension		Moyenne
	1	2	
les directives officielles	,079	,150	,115
GENIE	,317	,011	,164
MASSAR	,000	,001	,000
MOS	,309	,000	,155
CITI	,037	,022	,029
NAFIDA	,459	,038	,248
les formations institutionnelles	,360	,001	,180
logiciels	,824	,000	,412
plates-formes	,945	,002	,474
sites internet	,945	,002	,474
supports magnétiques	,945	,002	,474
travail personnel	,945	,002	,474
formations officielles	,370	,000	,185

formations initiales	,044	,118	,081
compétence TIC (hors classe)	,667	,116	,391
matériel informatique(hors classe)	,649	,110	,380
intérêt des TIC(hors classe)	,239	,460	,350
temps suffisant	,431	,026	,228
thème "fonction"(cours)	,096	,169	,133
thème"géométrie"(cours)	,084	,165	,124
thème"trigonométrie"(cours)	,049	,146	,097
compétence(dans la classe)	,042	,741	,392
matériel(dans la classe)	,020	,864	,442
gestion(dans la classe)	,020	,864	,442
intérêt(dans la classe)	,131	,243	,187
thème "fonction"(évaluation)	,012	,016	,014
thème"géométrie"(évaluation)	,041	,049	,045
thème"trigonométrie"(évaluation)	,036	,076	,056
avantages pédagogiques	,202	,518	,360
avantages institutionnelles	,218	,478	,348
avantages didactiques	,239	,501	,370
Total actif	9,755	5,893	7,824



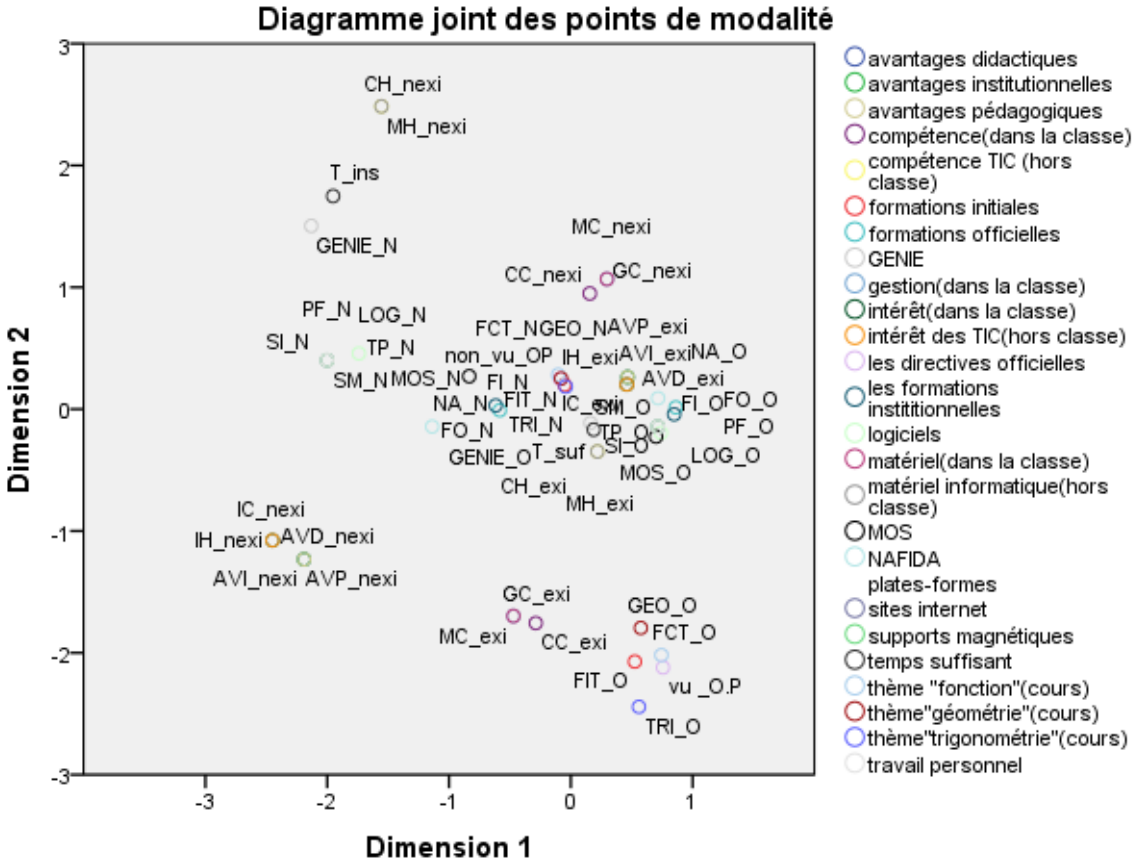
Normalisation symétrique.

Annexe III : Deuxième AFCM de la 1 ère étude

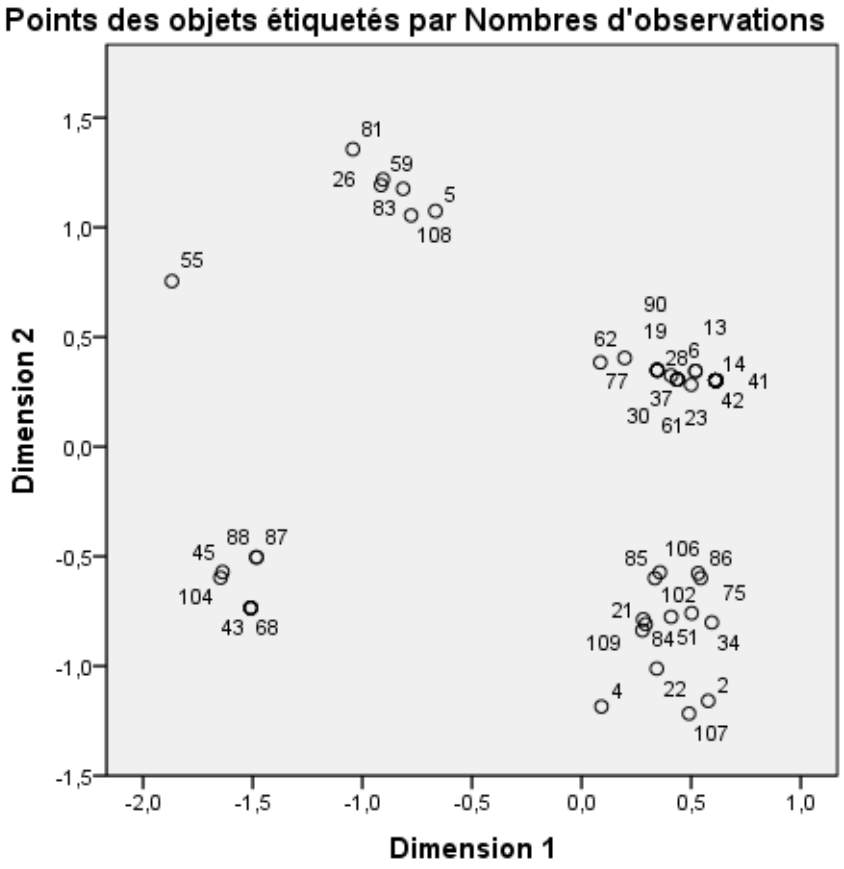
Récapitulatif des modèles

Dimension	Alpha de Cronbach	Variance expliquée		
		Total (valeur propre)	Inertie	Pourcentage de variance expliquée
1	,943	10,722	,412	41,237
2	,842	5,264	,202	20,245
Total		15,985	,615	
Moyenne	,910[a]	7,993	,307	30,741

a. La valeur Alpha de Cronbach moyenne est basée sur la valeur propre moyenne.



Normalisation symétrique.

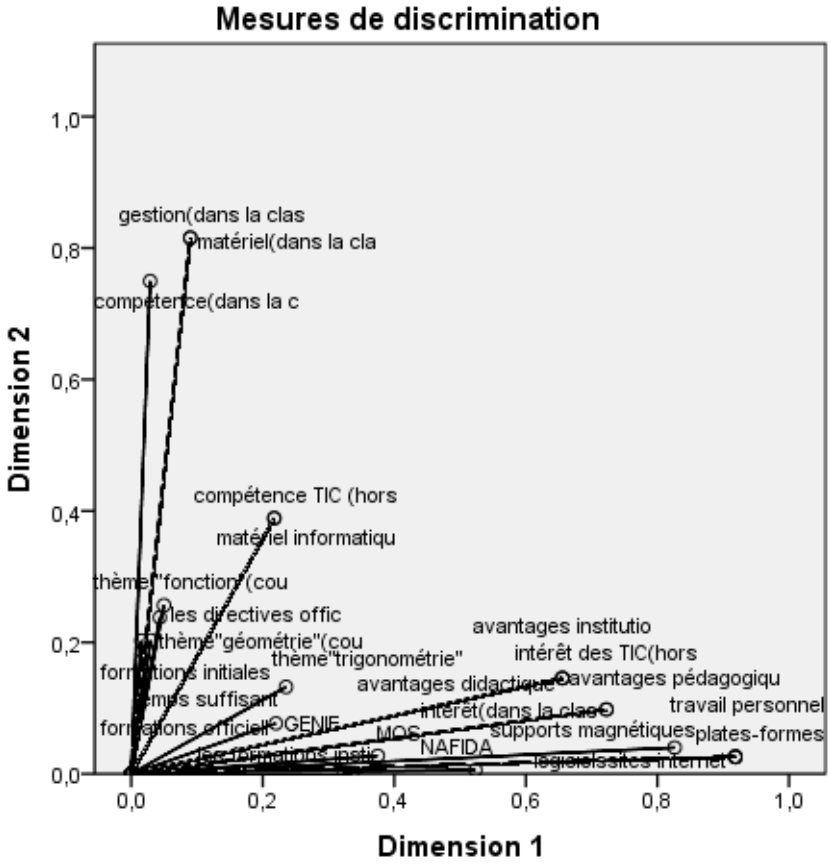


Normalisation symétrique.

Mesures de discrimination

	Dimension		Moyenne
	1	2	
les directives officielles	,043	,238	,141
GENIE	,220	,077	,148
MOS	,375	,028	,201
NAFIDA	,523	,006	,265
les formations institutionnelles	,336	,001	,168
logiciels	,826	,040	,433
plates-formes	,919	,026	,472
sites internet	,919	,026	,472
supports magnétiques	,919	,026	,472
travail personnel	,919	,026	,472
formations officielles	,323	,000	,162
formations initiales	,017	,186	,101

compétence TIC (hors classe)	,217	,389	,303
matériel informatique(hors classe)	,217	,389	,303
intérêt des TIC(hors classe)	,722	,098	,410
temps suffisant	,235	,132	,184
thème "fonction"(cours)	,050	,257	,153
thème"géométrie"(cours)	,030	,203	,116
thème"trigonométrie"(cours)	,015	,203	,109
compétence(dans la classe)	,029	,750	,389
matériel(dans la classe)	,090	,815	,453
gestion(dans la classe)	,090	,815	,453
intérêt(dans la classe)	,722	,098	,410
avantages pédagogiques	,655	,146	,400
avantages institutionnelles	,655	,146	,400
avantages didactiques	,655	,146	,400
Total actif	10,722	5,264	7,993
Pourcentage de variance expliquée	41,237	20,245	30,741



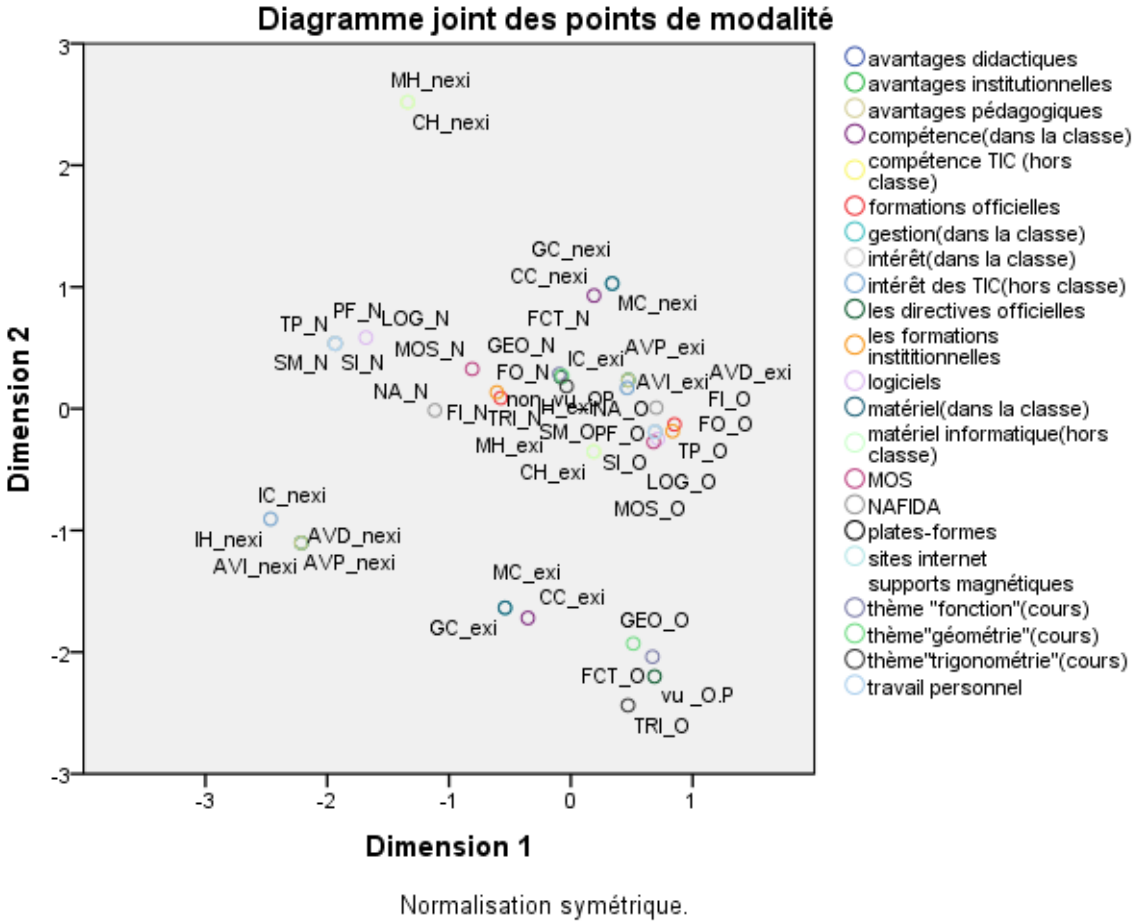
Normalisation symétrique.

Annexe IV: Troisième AFCM de la 1ère étude

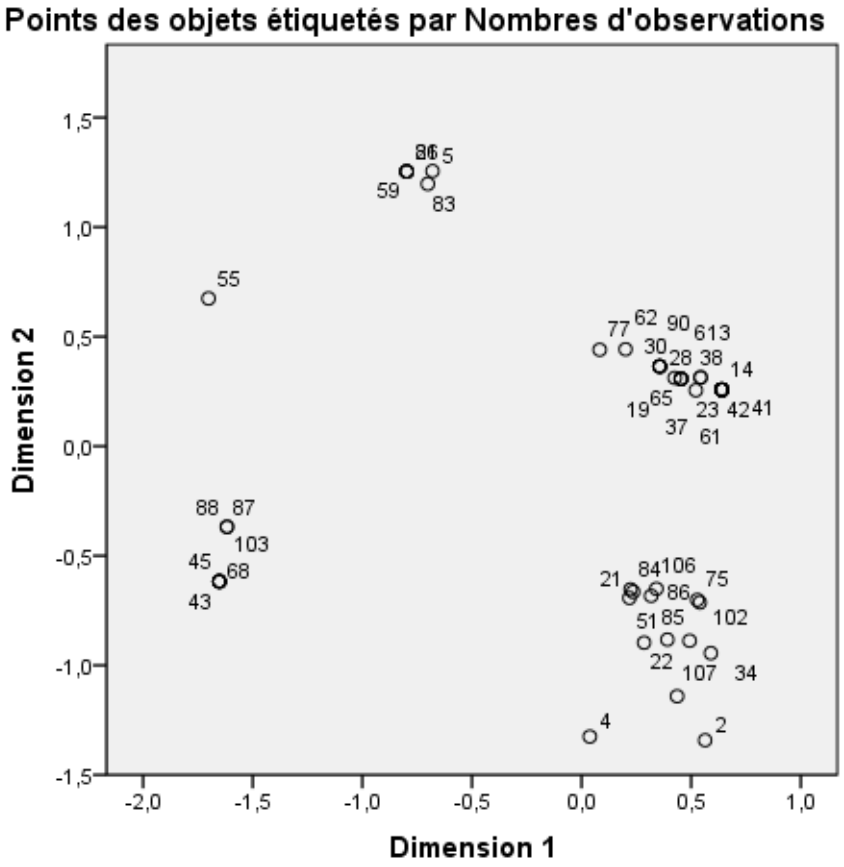
Récapitulatif des modèles

Dimension	Alpha de Cronbach	Variance expliquée		
		Total (valeur propre)	Inertie	Pourcentage de variance expliquée
1	,944	10,303	,448	44,798
2	,832	4,905	,213	21,325
Total		15,208	,661	
Moyenne	,908[a]	7,604	,331	33,061

a. La valeur Alpha de Cronbach moyenne est basée sur la valeur propre moyenne.



Normalisation symétrique.

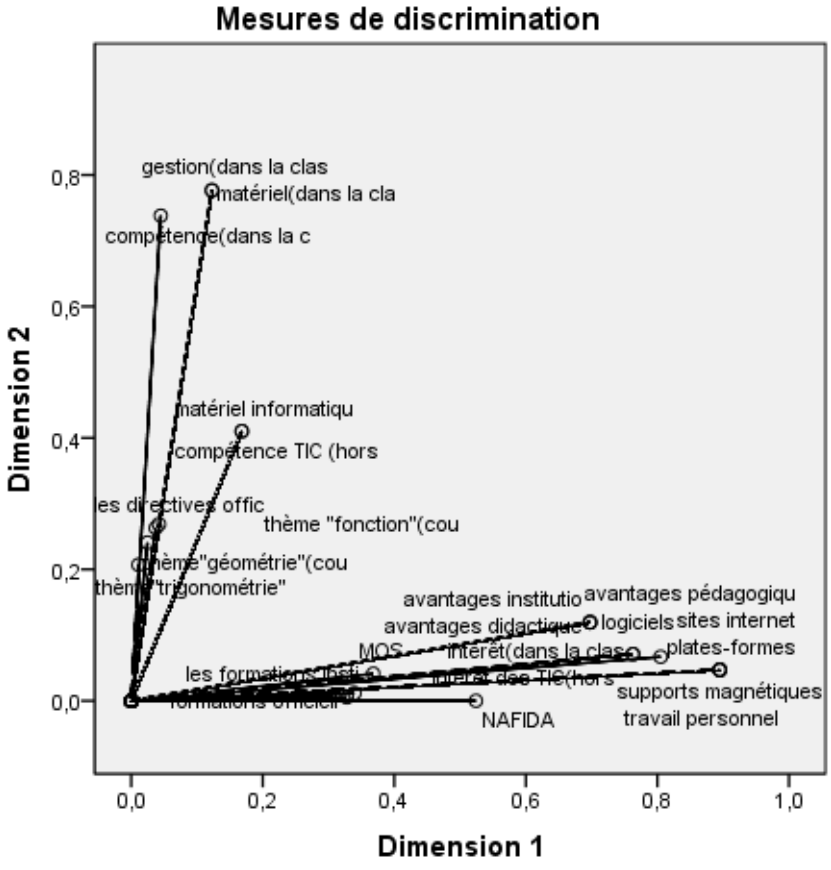


Normalisation symétrique.

Mesures de discrimination

	Dimension		Moyenne
	1	2	
les directives officielles	,037	,263	,150
MOS	,368	,041	,205
NAFIDA	,524	,000	,262
les formations institutionnelles	,339	,012	,176
logiciels	,805	,067	,436
plates-formes	,895	,047	,471
sites internet	,895	,047	,471
supports magnétiques	,895	,047	,471
travail personnel	,895	,047	,471
formations officielles	,328	,005	,166
compétence TIC (hors classe)	,168	,410	,289

matériel informatique(hors classe)	,168	,410	,289
intérêt des TIC(hors classe)	,763	,071	,417
thème "fonction"(cours)	,042	,269	,155
thème"géométrie"(cours)	,025	,241	,133
thème"trigonométrie"(cours)	,011	,207	,109
compétence(dans la classe)	,045	,738	,392
matériel(dans la classe)	,123	,777	,450
gestion(dans la classe)	,123	,777	,450
intérêt(dans la classe)	,763	,071	,417
avantages pédagogiques	,698	,119	,408
avantages institutionnelles	,698	,119	,408
avantages didactiques	,698	,119	,408
Total actif	10,303	4,905	7,604
Pourcentage de variance expliquée	44,798	21,325	33,061



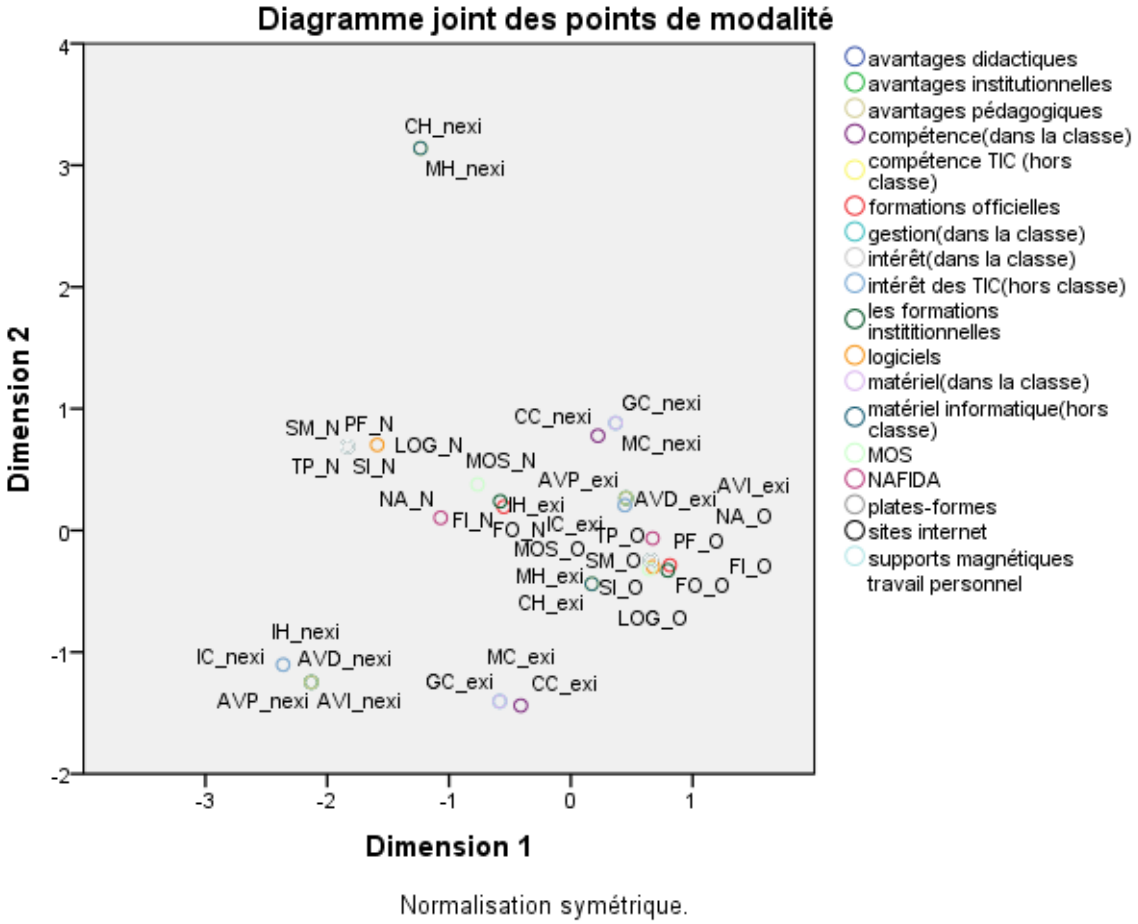
Normalisation symétrique.

Annexe V : Dernière AFCM de la 1 ère étude

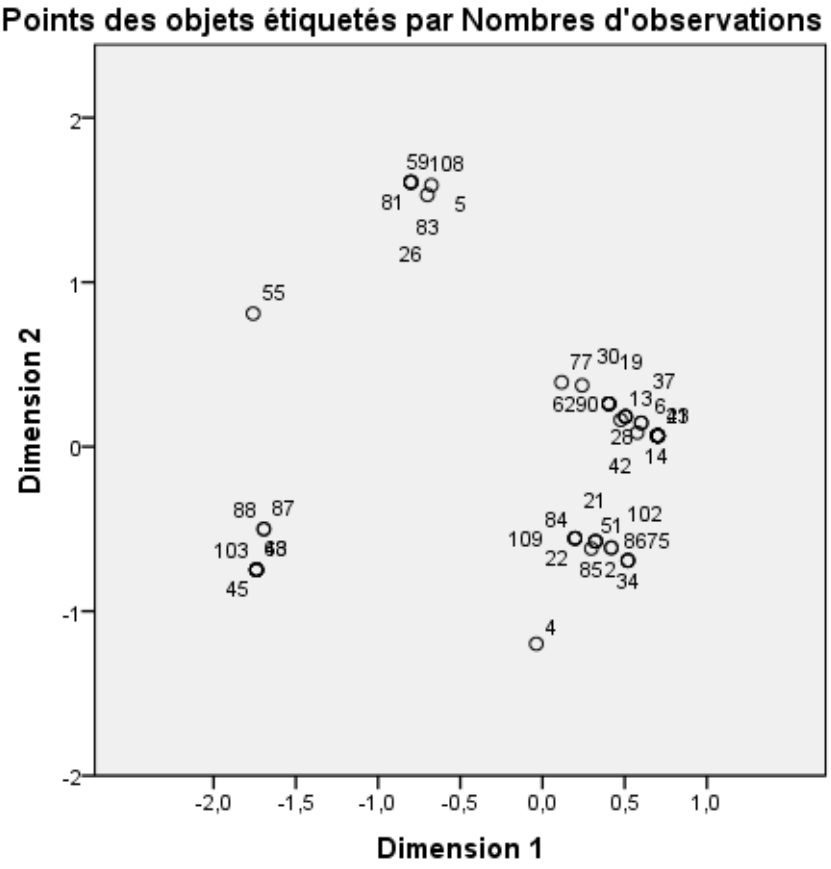
Récapitulatif des modèles

Dimension	Alpha de Cronbach	Variance expliquée		
		Total (valeur propre)	Inertie	Pourcentage de variance expliquée
1	,952	10,214	,538	53,759
2	,806	4,222	,222	22,223
Total		14,437	,760	
Moyenne	,909[a]	7,218	,380	37,991

a. La valeur Alpha de Cronbach moyenne est basée sur la valeur propre moyenne.



Normalisation symétrique.

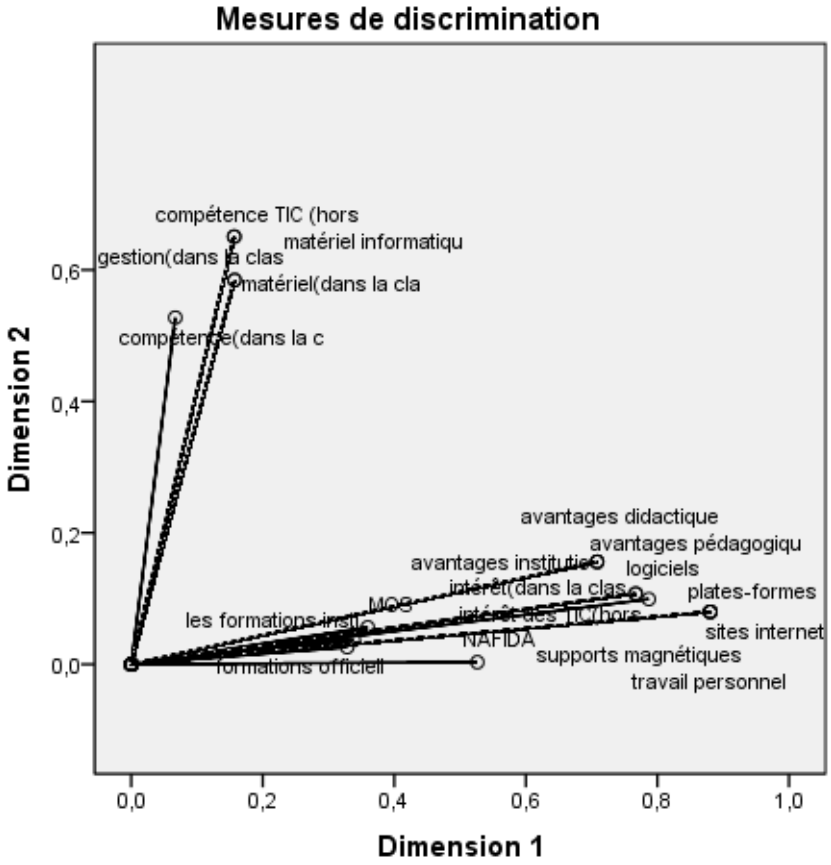


Normalisation symétrique.

Mesures de discrimination

	Dimension		Moyenne
	1	2	
MOS	,360	,056	,208
NAFIDA	,526	,003	,265
les formations institutionnelles	,338	,037	,188
logiciels	,787	,099	,443
plates-formes	,880	,080	,480
sites internet	,880	,080	,480
supports magnétiques	,880	,080	,480
travail personnel	,880	,080	,480
formations officielles	,328	,026	,177
compétence TIC (hors classe)	,157	,651	,404
matériel informatique(hors classe)	,157	,651	,404

intérêt des TIC(hors classe)	,767	,108	,437
compétence(dans la classe)	,067	,528	,297
matériel(dans la classe)	,157	,585	,371
gestion(dans la classe)	,157	,585	,371
intérêt(dans la classe)	,767	,108	,437
avantages pédagogiques	,708	,156	,432
avantages institutionnelles	,708	,156	,432
avantages didactiques	,708	,156	,432
Total actif	10,214	4,222	7,218
Pourcentage de variance expliquée	53,759	22,223	37,991



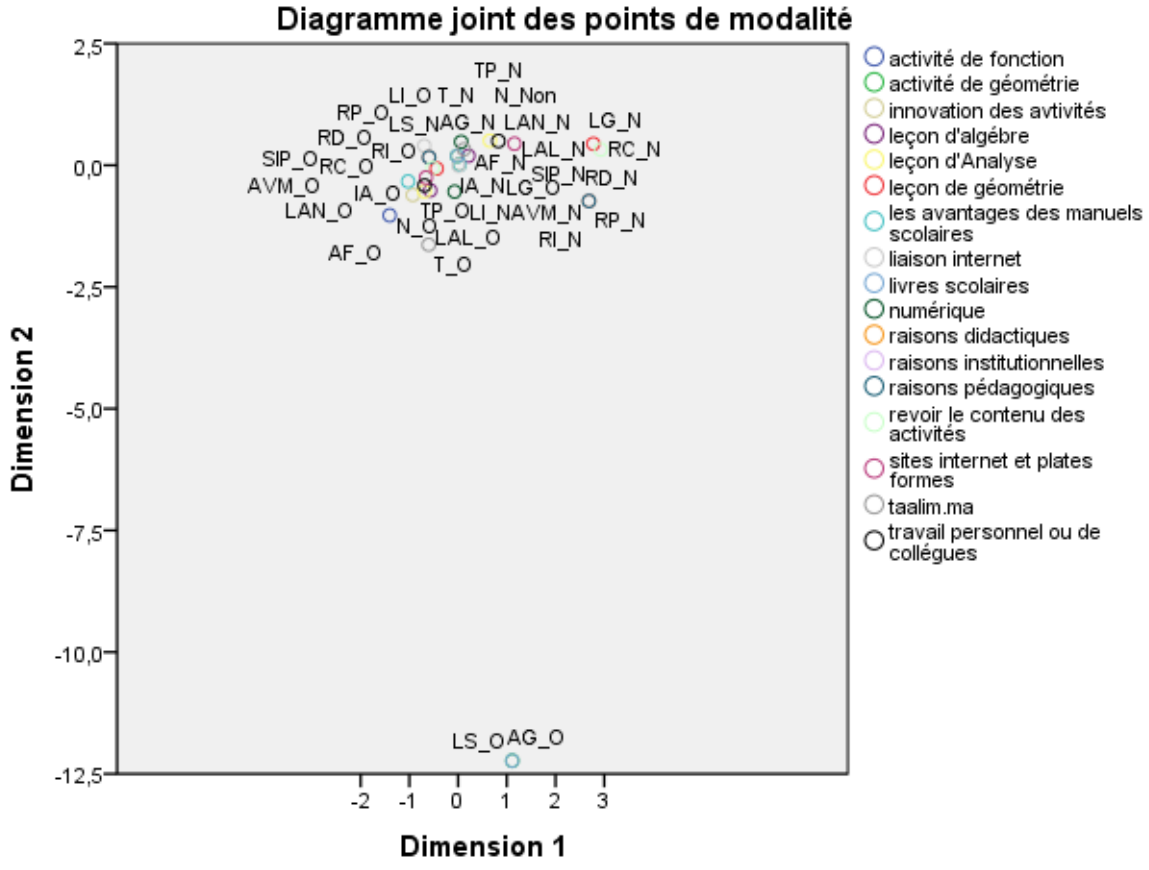
Normalisation symétrique.

Annexe VI : Première AFCM 2ème étude

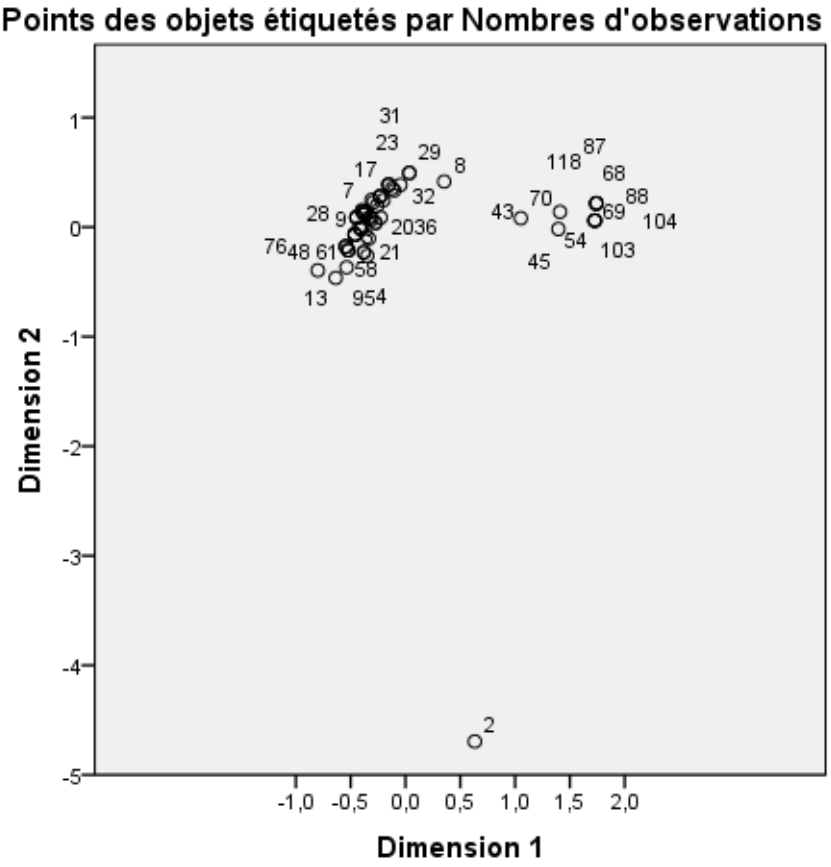
Récapitulatif des modèles

Dimension	Alpha de Cronbach	Variance expliquée		
		Total (valeur propre)	Inertie	Pourcentage de variance expliquée
1	,870	5,515	,324	32,440
2	,638	2,506	,147	14,740
Total		8,021	,472	
Moyenne	,798[a]	4,010	,236	23,590

a. La valeur Alpha de Cronbach moyenne est basée sur la valeur propre moyenne.



Normalisation symétrique.

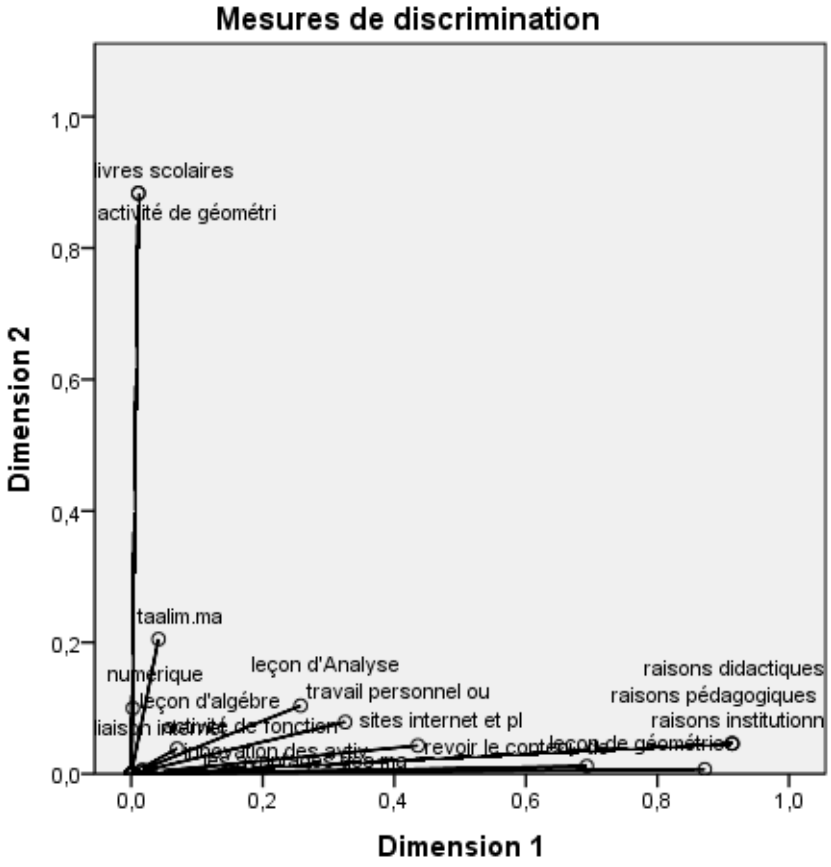


Normalisation symétrique.

Mesures de discrimination

	Dimension		Moyenne
	1	2	
numérique	,003	,100	,051
liaison internet	,004	,001	,003
livres scolaires	,011	,883	,447
sites internet et plates formes	,436	,043	,239
travail personnel ou de collégues	,325	,079	,202
leçon d'Analyse	,258	,104	,181
leçon d'algébre	,070	,039	,054
leçon de géométrie	,693	,012	,352
activité de géométrie	,011	,883	,447
activité de fonction	,017	,006	,012
les avantages des manuels scolaires	,019	,001	,010

revoir le contenu des activités	,872	,007	,440
raisons pédagogiques	,914	,046	,480
raisons institutionnelles	,914	,046	,480
raisons didactiques	,914	,046	,480
taalim.ma	,041	,205	,123
innovation des avtivités	,015	,004	,010
Total actif	5,515	2,506	4,010
Pourcentage de variance expliquée	32,440	14,740	23,590



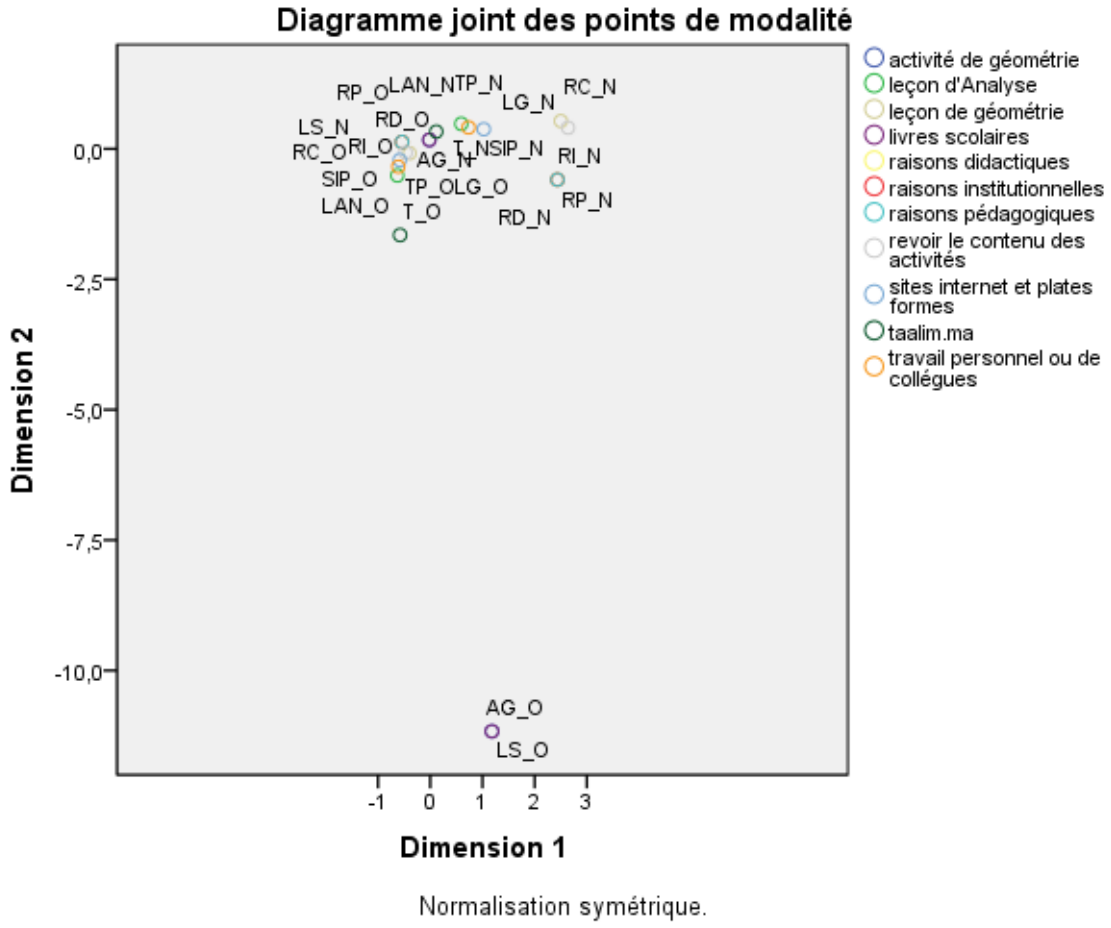
Normalisation symétrique.

Annexe VII : Dernière AFCM de la 2ème étude

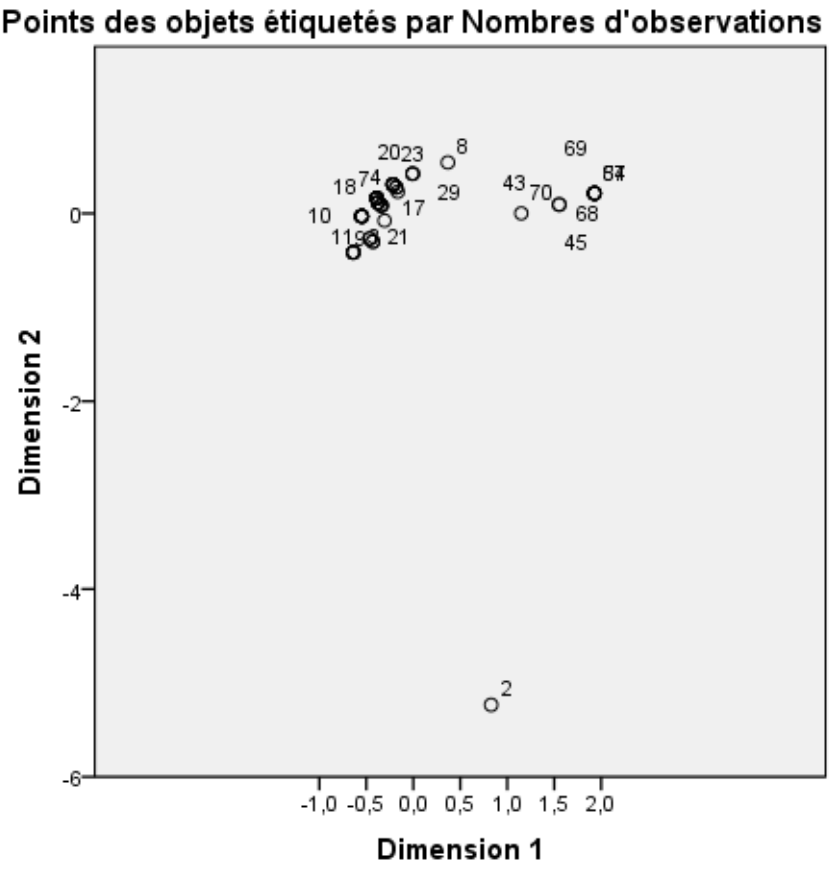
Récapitulatif des modèles

Dimension	Alpha de Cronbach	Variance expliquée		
		Total (valeur propre)	Inertie	Pourcentage de variance expliquée
1	,897	5,416	,492	49,232
2	,645	2,417	,220	21,970
Total		7,832	,712	
Moyenne	,819[a]	3,916	,356	35,601

a. La valeur Alpha de Cronbach moyenne est basée sur la valeur propre moyenne.



Normalisation symétrique.

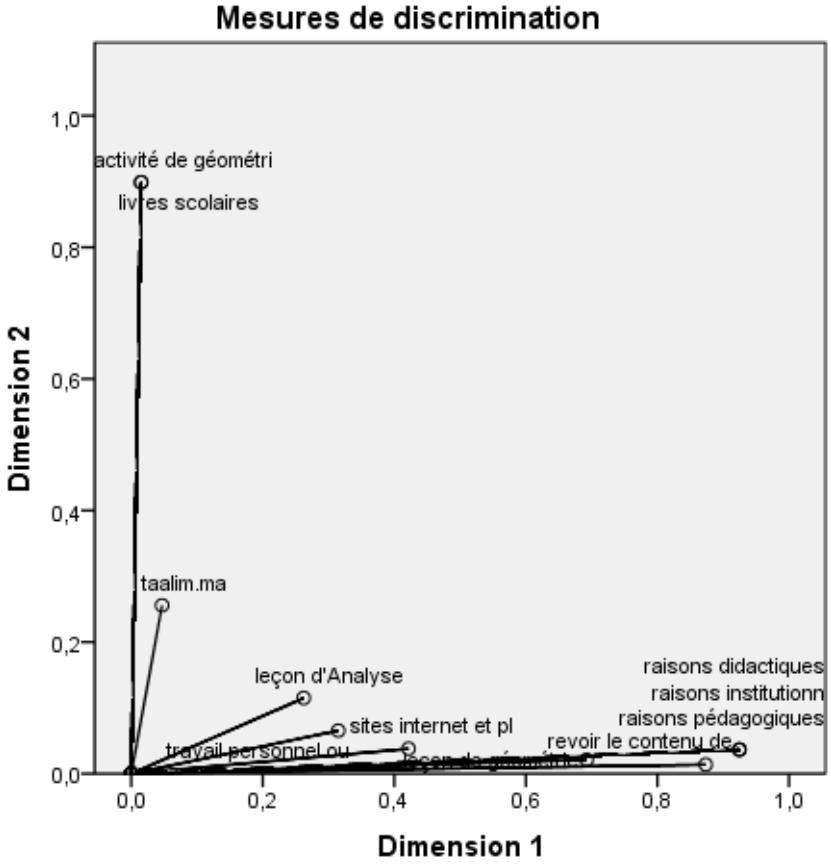


Normalisation symétrique.

Mesures de discrimination

	Dimension		Moyenne
	1	2	
livres scolaires	,015	,899	,457
sites internet et plates formes	,422	,038	,230
travail personnel ou de collégues	,315	,065	,190
leçon d'Analyse	,262	,115	,189
leçon de géométrie	,693	,021	,357
activité de géométrie	,015	,899	,457
revoir le contenu des activités	,873	,014	,444
raisons pédagogiques	,925	,037	,481
raisons institutionnelles	,925	,037	,481

raisons didactiques	,925	,037	,481
taalim.ma	,047	,256	,151
Total actif	5,416	2,417	3,916
Pourcentage de variance expliquée	49,232	21,970	35,601



Normalisation symétrique.