

Quelles sont les pratiques des enseignants qui influencent l'orientation des filles vers l'option mathématique forte en rhétorique et, par la suite, vers des études et des carrières STEM ? Et quelles sont les pratiques qui, au contraire, peuvent les en décourager ?

Auteur : Rigutto, Alicia

Promoteur(s) : Dupont, Virginie

Faculté : Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Éducation

Diplôme : Master en sciences de l'éducation, à finalité spécialisée en enseignement

Année académique : 2018-2019

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/8311>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.



Faculté de Psychologie, Logopédie et des Sciences de l'Éducation
Département Education et Formation

Quelles sont les pratiques des enseignants qui influencent l'orientation des filles vers l'option mathématique forte en rhétorique et, par la suite, vers des études et des carrières STEM ? Et quelles sont les pratiques qui, au contraire, peuvent les en décourager ?

Alicia RIGUTTO

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de Master en Sciences de l'Éducation

Promotrice : Virginie DUPONT

Lectrices : Annick FAGNANT et Marine ANDRÉ

Année académique 2018-2019

Remerciements

Ce mémoire n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide que m'ont apportée plusieurs personnes, je tiens donc à remercier chacune d'entre elles de s'être intéressée voire investie dans ce travail ou de m'avoir soutenue au cours de sa réalisation.

Pour commencer, je tiens à remercier ma promotrice, Virginie Dupont, pour son aide, son suivi, son investissement et ses nombreux commentaires constructifs.

Je remercie également Doriane Jaegers pour ses conseils, son aide quant à l'orientation de cette recherche, ses données récoltées au cours de sa thèse ainsi que son aide pour l'analyse quantitative.

Je remercie Annick Fagnant et Marine André, lectrices de cette recherche, de s'y être intéressées et d'avoir pris le temps de la lire.

Je voudrais également remercier toutes les personnes sans qui cette recherche n'aurait pas pu être mise en place : la directrice de l'établissement participant pour l'analyse qualitative, les enseignants qui ont accepté d'y sensibiliser leurs élèves ainsi que les filles de rhétorique qui ont répondu à l'appel et qui ont accepté de répondre à mes questions.

Merci à Vanessa, ma collègue, qui a relu ce travail et qui, en plus de s'attarder sur la maîtrise de la langue, s'est intéressée au contenu en posant des questions pertinentes. Merci pour tes précieux conseils.

Merci à mes parents de m'avoir toujours soutenue et encouragée au cours de ce Master ainsi qu'à mon frère, Lorenzo, qui m'a accompagnée dans cette aventure.

Enfin, je tiens à remercier Maxime qui m'a supportée, dans tous les sens du terme, tout au long de ce Master et tout au long de la rédaction de mon mémoire. Merci de t'être intéressé à mon sujet de recherche et d'avoir relu mon travail à plusieurs reprises. Merci aussi d'avoir su me changer les idées quand cela était nécessaire.

Encore merci à tous de m'avoir aidée à réaliser ce cursus universitaire et à rédiger ce travail de recherche.

Table des matières :

I. Introduction.....	5
II. Revue de littérature.....	7
1. Introduction	7
2. L'orientation vers les carrières STEM.....	8
2.1. Informations générales	8
2.2. STEM : HBMS vs MPECS	9
3. Les facteurs influençant l'engagement dans les carrières STEM.....	10
3.1. Les performances en mathématiques	10
3.2. Les goûts et les valeurs personnelles.....	11
3.3. Le sentiment de compétence en mathématiques	14
3.4. La valeur, l'intérêt et l'utilité accordés aux mathématiques	15
4. Les facteurs d'engagement dans les mathématiques pour les filles	16
4.1. Les expériences vécues à l'école.....	16
4.2. La fréquentation de l'option mathématique forte en fin de parcours secondaire.....	17
4.3. Les intérêts et valeurs favorisant l'engagement des filles dans les carrières STEM.	18
4.4. L'impact du soutien familial, des modèles et des stéréotypes sociaux	19
4.5. Le rôle du statut social à venir	21
5. La motivation et les pratiques pédagogiques la favorisant.....	21
5.1. La théorie de l'auto-détermination de Ryan et Deci	23
5.2. La théorie des buts d'accomplissement d'Elliott et McGregor	26
5.3. La théorie de l'Expectancy-value d'Eccles et Wigfield.....	29
6. Les pratiques des enseignants à travers le modèle tri-dimensionnel de Klieme et leur impact sur la motivation des élèves	32
6.1. L'activation cognitive.....	33

6.2. Le climat soutenant	34
6.3. La gestion claire et structurée de la classe	38
6.4. La mise en place de ces pratiques pour favoriser la motivation et améliorer les performances.....	38
7. Conclusion	40
III. Hypothèses/Question de recherche	42
IV. Méthodologie	44
1. Analyses quantitatives	44
1.1. Échantillon	44
1.2. Instruments de mesure.....	44
1.3. Analyses	45
2. Analyse qualitative	47
2.1. Échantillon	47
2.2. Instruments de mesure.....	48
2.3. Analyse.....	49
V. Présentation des résultats.....	50
1. Analyses quantitatives	50
1.1. Comparaisons de moyennes	50
1.2. Analyse en <i>clusters</i>	53
2. Analyse qualitative	56
2.1. Participante 1.....	56
2.2. Participante 2.....	59
2.3. Participante 3.....	62
2.4. Participante 4.....	65
2.5. Participante 5.....	67
2.6. Participante 6.....	70
2.7. Participante 7.....	74

2.8. Participante 8.....	77
2.9. Participante 9.....	80
2.10. Participante 10.....	83
2.11. Conclusion.....	87
VI. Interprétation et discussion	90
1. L’impact des pratiques pédagogiques sur l’engagement des filles en mathématiques.....	90
1.1. Le climat soutenant	90
1.2. L’activation cognitive.....	92
1.3. La gestion de la classe	96
2. Conclusion	97
VII. Conclusion, perspectives et limites.....	99
VIII. Liste des références utilisées	101

I. Introduction

Dans le contexte social actuel, où de nombreuses personnes et associations se battent en faveur de l'égalité des sexes, il semble intéressant de tenter de comprendre pourquoi une différence importante d'engagement dans les carrières STEM (*sciences, technology, engineering, and mathematics*), c'est-à-dire les carrières à visée mathématique et/ou scientifique, existe selon le genre des étudiants. En effet, en Fédération Wallonie-Bruxelles (FWB), les femmes sont beaucoup moins présentes dans le secteur des sciences à l'université, spécialement en sciences de l'ingénierie où seuls 20% des étudiants sont des filles (Lafontaine & Dupont, 2019). Cette différence démontre le caractère inégalitaire des filières mathématique et scientifique puisque, à compétences égales, les filles choisissent moins ces études (OCDE, 2014 ; Lafontaine & Dupont, 2019). De ce fait, la recherche dont il est question ici aura pour objectif d'identifier les raisons de cette différence d'engagement dans cette filière mais également de dégager des pistes d'action pour laisser autant de chances aux filles qu'aux garçons de s'investir dans des études et des carrières STEM.

Ce travail abordera donc la thématique des aspirations professionnelles à visée mathématique et scientifique tout en se ciblant sur un public féminin. Plus précisément, cette recherche comprendra deux volets. Le premier sera quantitatif et aura pour objectif de comparer les perceptions des pratiques enseignantes selon le genre des élèves interrogés mais également selon l'option qu'ils ont choisie en rhétorique. Le but du deuxième volet, qualitatif, sera d'interroger des jeunes filles de rhétorique, inscrites dans un établissement scolaire de la Fédération Wallonie-Bruxelles (FWB), ayant choisi l'option mathématique forte, afin de vérifier si leurs enseignants de mathématiques et leurs pratiques de classe ont influencé leur choix d'option et leurs ambitions professionnelles. Dans le cas où elles mentionnent l'impact des pratiques de leurs enseignants, il leur sera demandé de développer dans quelle mesure ces pratiques ont impacté leurs choix.

L'intérêt de se concentrer sur les pratiques pédagogiques des enseignants réside dans le fait que les expériences vécues à l'école peuvent influencer l'engagement des jeunes dans certaines matières (Wang, 2012). Ainsi, il nous apparaît donc essentiel que les enseignants prennent conscience des conséquences de leur pratique sur les jeunes en fonction de leur genre afin de motiver tous les élèves vis-à-vis des mathématiques et de ne pas en privilégier certains. En effet, comme le prescrit le Décret Missions, il est du devoir des enseignants de procurer des chances égales à tous leurs élèves (Fédération Wallonie-Bruxelles, 1997). De

plus, nous pensons que les pratiques des enseignants représentent une variable peut-être plus malléable au niveau sociétal pour promouvoir l'égalité entre les filles et les garçons dans les filières mathématique et scientifique que l'éducation transmise par les parents, sur laquelle la société n'a pas nécessairement d'emprise.

De ce fait, la question précise à laquelle cette recherche aura pour but de répondre est : *Quelles sont les pratiques des enseignants qui influencent l'orientation des filles vers l'option mathématique forte en rhétorique et, par la suite, vers des études et des carrières STEM ? Et quelles sont les pratiques qui, au contraire, peuvent les en décourager ?* En effet, ce travail aura pour objectif de mettre en évidence les pratiques pédagogiques susceptibles de favoriser l'orientation des filles vers les études, et peut-être les carrières, STEM. Ainsi, l'intention est de proposer aux enseignants de mathématiques des pistes de solution pour donner la même opportunité aux filles qu'aux garçons d'entreprendre des études voire des carrières à visée mathématique et/ou scientifique.

Pour terminer, il faut ajouter que peu de recherches qualitatives ont été menées sur le sujet. En effet, bien qu'il s'agisse d'une thématique d'actualité, la plupart des chercheurs abordent la question d'un point de vue quantitatif. De plus, il existe peu de travaux rédigés en langue française sur la problématique des filles qui s'engagent dans une carrière professionnelle à visée scientifique ou mathématique. Ainsi, nous espérons que cette recherche apportera des éléments nouveaux à prendre en considération dans l'analyse du sujet et permettra de répondre à certaines questions. Mais surtout, nous espérons qu'elle dégagera des pistes d'action pour s'acquitter des différences sexistes et favoriser l'égalité entre les filles et les garçons en ce qui concerne les possibilités de mener une carrière STEM.

II. Revue de littérature

1. Introduction

Cette revue de littérature a pour ambition de rappeler ce qui a déjà été établi au sujet de la différence entre les filles et les garçons qui s'engagent dans des études et puis dans des carrières à visée mathématique ou scientifique. Ces constats seront mis en parallèle avec la littérature concernant la motivation et les pratiques pédagogiques. L'objectif sera de mettre ces variables en lien afin de poser des hypothèses répondant à la question de recherche abordée. Ensuite, les résultats obtenus par cette recherche pourront également être analysés à la lumière de cette revue de littérature afin d'en tirer des conclusions.

Ainsi, après avoir développé la problématique de l'orientation vers les carrières STEM selon le genre des étudiants, nous allons mettre en évidence les facteurs qui engendrent cette différence d'engagement en mathématiques en fonction du genre ainsi que ceux qui encouragent les filles à s'engager dans les études et les carrières à visée mathématique et/ou scientifique. Ces facteurs nous amèneront à discuter de certaines théories motivationnelles dont ils sont des éléments clés.

Ainsi, nous approfondirons la théorie de l'auto-détermination de Ryan et Deci (2000) qui met notamment en avant la nécessité de l'accomplissement des trois besoins fondamentaux qui sont : le besoin d'appartenance à un groupe, le besoin d'autonomie et le besoin de compétence. Cette théorie souligne également l'importance du caractère intrinsèque de la motivation et donc, entre autres, la valeur accordée aux mathématiques mais aussi l'intérêt qui leur est porté et donc l'importance des goûts de chacun. Ensuite, nous développerons la théorie des buts d'accomplissement d'Elliott et McGregor qui, elle, montre en quoi les valeurs personnelles ou communes à la classe et les expériences antérieures peuvent intervenir dans l'engagement des étudiants ou non dans les études et carrières STEM (Sarrazin, Tessier & Trouilloud, 2006). Enfin, la théorie de l'Expectancy-value d'Eccles et Wigfield sera exposée et montrera, d'une part, l'importance de l'espérance de réussite des étudiants et, d'autre part, celle de la valeur qu'ils accordent aux tâches (Wigfield & Eccles, 2000). De cette manière, ces théories approfondiront non seulement les facteurs de différence et d'engagement dans les carrières STEM mais amèneront également le chapitre suivant qui sera consacré aux pratiques des enseignants.

En effet, lors du développement des théories motivationnelles citées, certaines pratiques pédagogiques favorisant ou non la motivation suivant la théorie abordée seront exposées. Elles pourront, de cette manière, être mises en lien avec le modèle tri-dimensionnel de Klieme qui dégage trois piliers de pratiques liées à un enseignement efficace, à savoir l'activation cognitive, le climat soutenant et la gestion claire et structurée de la classe (Lipowsky et al., 2009). Ainsi, l'objectif sera de mettre en lumière les pratiques pédagogiques favorisant la motivation des filles en ce qui concerne le cours de mathématiques et, par la suite, leur laissant l'opportunité, autant qu'aux garçons, de s'intéresser aux études et aux carrières à visée mathématique et/ou scientifique.

2. L'orientation vers les carrières STEM

2.1. Informations générales

Le constat selon lequel les filles s'engageraient moins que les garçons dans les carrières STEM (*science, technology, engineering, and mathematics*), c'est-à-dire les carrières à visée scientifique et/ou mathématique, a été établi et vérifié par plusieurs recherches (Watt, 2006 ; OCDE, 2014 ; Eccles & Wang, 2015). Ce constat perdure malgré le fait que plusieurs écoles et universités aient réalisé des programmes spécifiques dont le but est de favoriser l'investissement des filles dans ces filières (Bieri Buschor, Berweger, Keck Frei & Kappler, 2013). Les mathématiques représenteraient un « filtre critique »¹ en ce qui concerne la possibilité pour les femmes d'atteindre des statuts élevés et d'obtenir des revenus importants dans notre société. En effet, il semblerait qu'elles découragent les filles de s'engager dans les carrières STEM, parmi lesquelles certaines sont considérées comme « prestigieuses » (Sells, 1980 ; citée par Watt, 2006). Autrement dit, les mathématiques seraient la cause du déséquilibre entre le nombre d'hommes et de femmes engagés dans les carrières scientifiques (Watt, 2006). Ce déséquilibre se fait sentir également au niveau de la FWB : bien que la proportion de filles soit supérieure à celle des garçons dans la majorité des secteurs universitaires, elle est inférieure dans les secteurs des sciences et particulièrement dans celui des sciences de l'ingénierie où moins d'un étudiant sur 5 est une fille (Lafontaine & Dupont, 2019).

¹ Traduit de l'anglais « critical filter » (Watt, 2006, p.305)

Selon Watt (2006), le fait que les mathématiques découragent les femmes de s'investir dans les carrières STEM induit un « gaspillage de talent »² et une injustice sociale : les mathématiques pourraient apporter de nombreux avantages aux femmes mais celles-ci se contraignent à y renoncer. Les raisons de cette différence de choix de carrière conduisent à une problématique qui est encore d'actualité dans notre société : d'après cette chercheuse, cette différence d'orientation peut être considérée comme un réel problème social étant donné que c'est un phénomène qui persiste à travers le temps et les divers contextes (Watt, 2006).

Amon (2017) déclare qu'en plus de la proportion moindre de femmes par rapport aux hommes dans les carrières STEM, nous pouvons constater que plus le niveau professionnel est élevé dans ce type de carrières, moins il y a de femmes qui occupent les places.

Il apparaît donc important d'identifier les raisons de cette différence d'engagement dans les carrières STEM selon le genre des étudiants afin de s'assurer que les filles ont autant de chances que les garçons d'entreprendre ce type de formation ou, si ce n'est pas le cas, de savoir quels leviers manipuler afin d'y remédier.

2.2. STEM : HBMS vs MPECS

Parmi les carrières « STEM », nous pouvons distinguer deux types d'orientation : les carrières HBMS (*health, biological, and medical sciences*) et celles MPECS (*mathematics, physical, engineering, and computer sciences*). Bien que les filles soient moins nombreuses que les garçons à s'orienter vers les STEM, celles qui le font ont tendance à s'orienter davantage vers les carrières HBMS (Eccles & Wang, 2015). Déjà à l'âge de 15 ans, les filles qui affirment avoir l'intention de s'engager dans des carrières mathématiques ou scientifiques démontrent une préférence flagrante pour les domaines sociaux et de la santé alors qu'elles sont très peu nombreuses à envisager une carrière d'ingénieure ou d'informaticienne (OCDE, 2014). D'après Eccles et Wang (2015), ce constat s'explique par le fait que les femmes accordent plus d'importance au fait de travailler avec des personnes et au caractère altruiste du travail. Ainsi, les filles choisiraient plus volontiers des métiers relatifs à la médecine, à la biologie ou à la psychologie (Bieri Buschor et al., 2013). Si les filles sont sous-représentées dans les carrières STEM en règle générale, cette sous-représentation est donc encore plus

² Traduit de l'anglais « waste of talent » (Watt, 2006, p.306)

accentuée en ce qui concerne les carrières MPECS (Eccles & Wang, 2015 ; Lafontaine & Dupont, 2019). Eccles et Wang (2015) insistent toutefois sur le fait que ce sont uniquement les valeurs personnelles et, en l'occurrence le fait de travailler avec des personnes et de réaliser un travail altruiste, qui influencent les femmes à s'investir dans les carrières HBMS plutôt que MPECS. Ce ne serait en aucun cas l'intérêt qu'elles accordent aux mathématiques ni même la représentation qu'elles ont de leurs propres compétences dans cette discipline qui affecteraient ce choix (Eccles & Wang, 2015).

Ces chercheurs suggèrent donc, à travers leurs résultats, de travailler plus sur l'image renvoyée aux femmes des carrières MPECS que sur leur sentiment personnel de compétence. Ainsi, il serait intéressant d'après eux, de démontrer la possibilité de faire coïncider les métiers de cette orientation avec les valeurs de contact humain et d'altruisme (Eccles & Wang, 2015).

3. Les facteurs influençant l'engagement dans les carrières STEM

3.1. Les performances en mathématiques

Plusieurs enquêtes internationales se sont intéressées à la question des performances en mathématiques selon le genre : TIMMS au niveau primaire et PISA au niveau secondaire.

Ainsi, au niveau primaire, l'enquête TIMMS a démontré qu'il n'y avait pas de différence de performances en mathématiques selon le genre au grade 4 (les filles comme les garçons ont une moyenne de 505) et qu'il y en avait très peu au grade 8 : les filles présentent une moyenne de 483 et les garçons une moyenne de 480 (Mullis, Martin, Foy & Hooper, 2016 ; Lafontaine & Dupont, 2019).

Au niveau secondaire, le constat établi par l'enquête PISA (OCDE, 2014) est que les filles et les garçons ne seraient, déjà à l'âge de 15 ans, plus égaux face aux mathématiques. En effet, dans la majorité des pays ayant participé à cette enquête en 2012, les garçons surpassent les filles en mathématiques au niveau de leurs performances. En FWB, cette différence est de 10 points en faveur des garçons. Bien qu'il ne faille pas la négliger, il convient toutefois de la relativiser : si la différence du score moyen en mathématiques est de 10 points selon le genre de l'élève, cet écart est de 49 points selon le fait que l'élève est natif ou non, de 111 points selon que le milieu socio-économique de l'élève est favorisé ou non, de 106 points selon que

l'élève est à l'heure ou non et de 63 à 80 points selon que l'élève est inscrit dans l'enseignement de transition ou dans l'enseignement qualifiant. Ces 10 points sont donc bien existants et méritent d'être pris en compte ; mais il s'agit toutefois de la différence la moins importante parmi toutes les variables précédemment citées (Lafontaine & Dupont, 2019).

Il semble intéressant de souligner que la différence de performances en mathématiques entre les deux sexes se fait particulièrement ressentir parmi les élèves les plus performants (OCDE, 2014 ; Lafontaine & Dupont, 2019). De plus, les résultats des filles dans certains pays (tels qu'en Chine) démontrent qu'elles sont aussi capables d'obtenir de très bons résultats. La différence de performance entre les deux groupes d'élèves n'est, d'ailleurs, pas homogène : elle varie selon les pays et peut être plus importante dans certains pays ou dans certains systèmes économiques que dans d'autres. La conclusion émise par l'enquête PISA à ce sujet est donc que si les filles ne réalisent pas de performances aussi hautes que les garçons en mathématiques, c'est probablement, comme cela sera expliqué ultérieurement, parce qu'elles ne croient pas qu'elles en sont capables et non parce que leurs compétences sont moindres (OCDE, 2014).

Ces différences entre les filles et les garçons en ce qui concerne les mathématiques sont apparues dès l'enquête PISA 2003 et continuent de se remarquer dans les résultats des enquêtes qui ont suivi (OCDE, 2014). Les conclusions de l'enquête 2012 déplorent ce constat puisque cet écart aurait un impact au-delà de l'enseignement obligatoire : il influencerait jusqu'à la vie professionnelle des jeunes (OCDE, 2014) puisque les filles sont sous-représentées dans les domaines mathématiques (Watt, 2006 ; OCDE, 2014 ; Eccles & Wang, 2015).

Suite à ces constats, l'enquête PISA attribue une part de responsabilité aux systèmes éducatifs, aux professeurs, au matériel scolaire mais également aux parents et à la société. Elle encourage tous ces acteurs à modifier leurs agissements ou leurs méthodes afin de rencontrer davantage les intérêts des filles à travers les mathématiques et de leur donner une image performante d'elles-mêmes (OCDE, 2014).

3.2. Les goûts et les valeurs personnelles

Durant le parcours scolaire, le type d'activités proposées motiverait différemment les élèves selon leur genre. Effectivement, selon Wang (2012), les activités compétitives

plairaient plus aux garçons alors que les filles préféreraient les activités à visée collaborative. Ainsi, les filles seraient plus sensibles au climat de coopération en classe : la valeur qu'elles accordent aux mathématiques serait augmentée par le climat de collaboration dans la classe. Bieri Buschor et al. (2013), à travers leur recherche qualitative au sujet de l'engagement des filles dans les carrières STEM, ont obtenu des résultats qui démontrent que le fait de prodiguer un enseignement qui met les filles face à des défis et qui leur permet d'acquérir des connaissances aurait également un impact positif sur leur engagement dans les carrières à visée mathématique ou scientifique puisque ces pratiques leur permettraient de trouver davantage d'intérêt à ces disciplines.

C'est pourquoi, Wang (2012) insiste sur le fait que les enseignants doivent être conscients que leurs pratiques ont une influence différente sur la motivation des élèves selon leur genre et en tenir compte lors de leurs leçons. Ainsi, les enseignants devraient, selon lui, être attentifs au soutien social ainsi qu'au climat de coopération qu'ils mettent en place dans leur classe mais également à inclure les intérêts des filles dans leurs activités d'apprentissage et méthodes d'enseignement afin de les engager davantage dans les mathématiques.

De plus, il semblerait que, sous contrôle des performances en mathématiques et en lecture, les garçons aient une plus grande attraction pour le travail avec des objets que les filles. Celles-ci, au contraire, seraient plus attirées par les métiers qui impliquent un contact humain (Eccles & Wang, 2015). Eccles et Wang (2015) démontrent que les garçons qui accordent beaucoup d'importance à travailler avec des objets ont tendance à s'engager dans des carrières STEM (alors que ce facteur n'a pas d'impact sur le choix des filles) ; mais aussi que l'importance accordée au fait de travailler avec des personnes influence les garçons et les filles à ne pas s'engager dans des carrières STEM et que l'impact de ce facteur sur les choix de carrière se fait davantage ressentir chez les filles. Cette différence de goût et d'attraction pour certaines caractéristiques de la vie professionnelle expliquerait donc en partie le fait que les garçons sont plus susceptibles de s'engager dans les carrières STEM que les filles et que les filles qui le font tout de même s'orientent davantage vers les carrières HBMS (Eccles et Wang, 2015).

Au-delà des préférences et des goûts, il semblerait que les femmes aient des valeurs différentes de celles des hommes et que ces dernières les poussent à faire des choix différents de leurs pairs masculins. Ainsi, Bieri Buschor et al. (2013) soulignent l'importance pour les femmes de pouvoir associer leur vie privée et leurs obligations familiales à leur vie

professionnelle. Pour aller plus loin, Eccles et Wang (2015) démontrent que les filles qui accordent plus d'importance aux besoins familiaux qu'aux besoins professionnels ont tendance à ne pas s'engager dans les carrières STEM alors que ce facteur n'influence pas le choix des garçons. Ainsi, l'association de la vie privée et de la vie professionnelle représenterait un facteur en défaveur de l'engagement des filles dans les carrières STEM.

Bien qu'aucun lien significatif n'ait été établi à ce sujet (Bieri Buschor et al., 2013), Eccles et Wang (2015) suggèrent que, si l'importance accordée aux besoins familiaux, en priorité sur les besoins professionnels, influence les femmes à ne pas s'orienter vers des carrières STEM, c'est peut-être à cause des stéréotypes véhiculés sur les métiers relatifs à ce type d'orientation professionnelle. En effet, les carrières à visée mathématique ou scientifique seraient associées à un plus grand engagement et à un temps de travail plus important que les métiers d'orientations différentes. Bieri Buschor et al. (2013) affirment que l'une des difficultés de l'approche qualitative est de déceler tous les facteurs à travers les interviews. Ainsi, si les filles n'ont pas évoqué les stéréotypes de genre sur les métiers mathématiques et scientifiques lorsqu'elles ont été interrogées dans le cadre de cette recherche, cela ne veut pas pour autant dire que ces stéréotypes n'existent pas ni qu'ils n'influencent pas leur orientation vers ces carrières professionnelles.

Eccles et Wang (2015) proposent donc, en guise de piste d'amélioration, pour donner l'opportunité aux filles de s'engager aussi dans les carrières STEM, de travailler sur les stéréotypes véhiculés afin de ne pas décourager les femmes, qui semblent dédier plus de temps aux moments passés en famille que les hommes, à s'investir dans ce type de carrières. D'après Wang (2012) les enseignants ont tendance à diriger leurs leçons vers des thématiques qui intéressent plutôt les garçons (sujets relatifs aux études d'ingénieur et à la physique), ce qui pourrait intensifier l'ampleur des stéréotypes sur les mathématiques et, par conséquent, influencer le choix d'orientation mathématique selon le genre des étudiants. Les stéréotypes sont toutefois un produit culturel et leur rigidité dépendrait donc également de la culture du pays dans lequel les sujets se situent. Ainsi, l'image des carrières STEM et les valeurs qui y sont liées peuvent varier d'un pays à un autre (Eccles & Wang, 2015).

3.3. Le sentiment de compétence en mathématiques

D'après PISA 2012, les filles sont plus anxieuses que les garçons vis-à-vis des mathématiques et se sentent moins capables de réussir que les garçons à niveau de compétences égal (Lafontaine & Dupont, 2019). Par ailleurs, ce serait la perception que les filles ont de leurs capacités en mathématiques qui déterminerait leur motivation et leur persévérance dans cette matière (OCDE, 2014). Indirectement, elle expliquerait donc non seulement l'écart de performances en mathématiques selon le genre mais également les différences de choix des jeunes dans les études et dans la carrière qu'ils décident de mener en fonction de leur sexe. Ainsi, dans les pays de l'OCDE, en moyenne 57% des étudiants ont pour intention de prendre des options mathématiques supplémentaires en fin de secondaire, ce serait le cas de 63% des garçons et de 51% des filles. De plus, en ce qui concerne les jeunes qui ont l'intention de s'engager dans une carrière STEM, on remarque que seulement 38% des filles envisagent une carrière plutôt mathématique, en opposition aux carrières scientifiques, pour 53% de garçons (OCDE, 2014).

Les résultats de la recherche d'Eccles et Wang (2015) confirment les conclusions de l'enquête PISA et démontrent que, sous contrôle des performances en mathématiques et en lecture, le fait que les garçons ont une plus grande confiance en leurs compétences en mathématiques que les filles explique en partie le fait qu'ils sont plus susceptibles de s'engager dans les carrières STEM. En effet, si les femmes sont moins représentées dans les carrières à visée mathématique (Watt, 2006 ; OCDE, 2014 ; Eccles & Wang, 2015), il semblerait que, déjà durant le parcours scolaire, les filles entretiennent des relations plus compliquées avec les mathématiques que leurs condisciples du sexe opposé et notamment qu'elles aient moins confiance en leurs compétences dans cette discipline que les garçons (Watt, 2006). Pour Wang (2012), le fait que les garçons aient une meilleure perception d'eux-mêmes et de leurs capacités en mathématiques, implique, qu'à compétences égales, ils ont une meilleure espérance de réussite que les filles.

La recherche de Bieri Buschor et al. (2013) a illustré cette sous-estimation que les filles ont de leurs capacités et donc leur manque de sentiment de compétence en demandant aux filles interrogées de se qualifier en tant qu'élèves de mathématiques. Ainsi, cette recherche démontre que les filles qui ont de bonnes performances en mathématiques ont tendance à se présenter comme « pas mauvaises » en mathématiques plutôt qu'affirmer qu'elles sont « bonnes ». De plus, bien que les compétences en mathématiques prédisent directement le

choix de carrière, les résultats varieraient tout de même en fonction de la façon dont les filles qualifient leurs performances dans cette discipline (Bieri Buschor et al., 2013).

Si l'espérance de réussite et la perception de son propre talent en mathématiques ne prédisent pas directement le choix de carrière, ceux-ci ont tout de même un impact indirect sur ce dernier puisqu'ils prédisent le choix des options choisies en fin de secondaire et que ce dernier influence directement l'orientation professionnelle (Watt, 2006). C'est donc pour cette raison que Watt (2006) suggère d'être attentif aux représentations que les filles ont d'elles-mêmes et de leurs compétences et d'essayer de les optimiser pour leur permettre de choisir des options mathématiques si elles le souhaitent et, par la suite, d'avoir l'opportunité de s'engager dans une carrière STEM.

Etant donné que cette différence d'espérance de réussite se constate sous contrôle des performances et qu'il y a un manque de différence significative au niveau de la valeur que les étudiants accordent aux mathématiques selon leur genre, Lauermann, Tsai et Eccles (2017) et Wang (2012) avancent que ce sont les expériences de classe, et plus précisément les attentes des enseignants en ce qui concerne les performances des étudiants selon leur genre, qui expliquent ce manque de confiance chez les filles. A ce sujet, Monseur et Lafontaine (2012, cités par Lafontaine & Dupont, 2019) mettent en évidence l'impact de la menace du stéréotype sur les performances des élèves puisque leur recherche ainsi que les résultats de PISA 2012 démontrent, d'une part, que les enseignants de mathématiques surestiment les garçons qui répondent le mieux aux questions et sous-estiment les filles qui répondent identiquement. D'autre part, ces enseignants auraient également tendance à sous-estimer les garçons qui répondent le moins bien aux questions et à surestimer les filles qui répondent identiquement.

3.4. La valeur, l'intérêt et l'utilité accordés aux mathématiques

D'après PISA 2012, les filles accordent moins d'intérêt aux mathématiques que les garçons et ressentent moins de plaisir lorsqu'elles en font que ces derniers (Lafontaine & Dupont, 2019). Cet intérêt serait moindre de la part des filles même lorsque les performances en mathématiques des élèves interrogés sont tenues sous contrôle (OCDE, 2014).

Les résultats de Watt (2006) mettent également en évidence que les filles accordent une valeur intrinsèque moins importante aux mathématiques que les garçons mais ils démontrent,

en plus, qu'elles accordent une valeur semblable à celle de leurs condisciples masculins en ce qui concerne leur utilité. Cependant, si aucune différence significative entre le ressenti des filles et des garçons n'est constatée au niveau de la valeur accordée à l'utilité des mathématiques, uniquement les filles qui accordent une grande valeur à cette utilité envisageraient de s'investir dans des carrières à visée mathématique alors que les garçons sont susceptibles de s'y engager déjà quand ils n'y accordent qu'une valeur modérée (Watt, 2006).

Watt (2006) affirme également que les filles percevraient plus de difficultés à travers cette discipline que les garçons. Or, si cette étude atteste que la difficulté assimilée aux mathématiques ne prédit pas directement le choix d'orientation dans cette branche, elle démontre toutefois qu'elle l'influence indirectement à travers les perceptions que les jeunes ont d'eux-mêmes en mathématiques et la valeur intrinsèque qu'ils y accordent. En effet, la difficulté ressentie de la tâche a un impact sur ces deux facteurs et ceux-ci induisent, à leur tour, une influence sur le choix de carrière (Watt, 2006).

4. Les facteurs d'engagement dans les mathématiques pour les filles

4.1. Les expériences vécues à l'école

Si les filles sont si peu nombreuses à s'investir dans les carrières STEM, ce serait, entre autres, parce qu'elles accordent une valeur différente aux mathématiques (Watt, 2006) et qu'elles ont moins d'espoir de réussite (Wang, 2012) que les garçons. Comme cela a été expliqué à travers le sentiment de compétence, ces différences seraient, quant à elles, dues aux expériences que les filles ont vécues en classe de mathématiques, et notamment aux attentes des enseignants (Lafontaine & Dupont, 2019). Les expériences vécues pourraient avoir un impact important sur le long terme (Wang, 2012). D'ailleurs, Wang (2012) met en évidence le fait que, plus les expériences de classe sont vécues tôt, plus elles peuvent avoir de l'influence sur les relations futures entre l'étudiant et la matière concernée. Ainsi, il insiste sur l'importance de favoriser des expériences de classe positives avec les mathématiques et cela le plus tôt possible.

De plus, Eccles et Wang (2015) soulignent le fait que les systèmes éducatifs relatifs aux différents pays peuvent également jouer un rôle dans la différence d'engagement dans les carrières STEM selon le genre des étudiants. Selon eux, les choix de carrière précoces

peuvent notamment accentuer les différences de choix entre les filles et les garçons, c'est-à-dire, inciter les filles à ne pas s'investir dans les carrières STEM.

4.2. La fréquentation de l'option mathématique forte en fin de parcours secondaire

Le principal constat de l'étude de Bieri Buschor et al. (2013) est que les filles restent relativement constantes dans leurs choix d'option et dans leurs ambitions professionnelles. En effet, dans cette étude, les filles qui avaient choisi les mathématiques en fin de secondaire et dans le supérieur maintiennent ce choix et réalisent généralement leurs ambitions de travailler dans ce domaine.

Alors que Wang (2012) affirme que les filles s'inscrivent autant à des cours de mathématiques en fin de secondaire que les garçons et que, pourtant, moins de filles s'investissent dans les carrières STEM, Watt (2006) affirme, quant à elle, que les filles choisissent moins de cours de mathématiques que les garçons dans le secondaire supérieur et qu'elles sont moins nombreuses à suivre des cours de niveaux très élevés dans cette matière. Selon les résultats de l'étude de Watt (2006), comme selon ceux de la recherche de Bieri Buschor et al. (2013), le choix des cours de mathématiques en fin de parcours scolaire secondaire et le projet de poursuivre cette voie dans sa carrière professionnelle seraient directement en lien avec l'engagement dans les études et les carrières STEM. C'est donc la première explication qu'elle donne au fait que les orientations mathématiques soient plutôt choisies par les garçons que par les filles (Watt, 2006).

Watt (2006) affirme que la motivation vis-à-vis des mathématiques influencerait positivement et significativement la fréquentation des options mathématiques en fin de parcours secondaire. Il s'agirait donc d'accroître cette motivation chez les filles pour qu'elles choisissent davantage d'options mathématiques et qu'elles aient l'occasion, par la suite, de réaliser des carrières STEM. Dans la même optique, Lauermann et al. (2017) encouragent les enseignants non seulement à améliorer l'espérance de réussite des filles en ce qui concerne le cours de mathématiques et la valeur qu'elles y accordent mais également à travailler sur l'espérance de réussite et la valeur qu'elles accordent aux carrières à visée mathématique. Cela les encouragerait à choisir davantage d'options scientifiques ou mathématiques et à s'engager dans des carrières STEM (Lauermann et al., 2017). Bieri Buschor et al. (2013), quant à elles, suggèrent que les enseignants peuvent se soumettre à diverses techniques dans

le but de favoriser l'orientation des filles dans les carrières STEM. Ainsi, elles pointent d'abord l'importance d'encourager les filles à entreprendre ce type d'études avant leur inscription à l'université et donc à choisir des cours de mathématiques fortes déjà en secondaire puisque leur recherche a démontré que c'était, le plus probablement, à ce moment-là que les filles établissaient leur choix d'orientation.

4.3. Les intérêts et valeurs favorisant l'engagement des filles dans les carrières STEM

L'étude menée en Suisse par Bieri Buschor et al. (2013), mêlant des méthodes quantitatives et qualitatives et étudiant les variables qui agissent sur l'investissement ou non des filles dans les carrières STEM, a mis en évidence plusieurs facteurs de prédiction du choix d'orientation. Du point de vue quantitatif, six facteurs significatifs ont été mis en évidence. D'une part, le fait que la future carrière permette de réaliser des activités de recherche, la possibilité laissée par la spécialisation de résoudre des problèmes et les compétences en mathématiques semblent prédire positivement l'investissement des filles dans les carrières STEM. D'autre part, l'importance accordée au fait que le métier permette les contacts sociaux, les compétences en allemand (langue maternelle des filles interrogées pour cette étude) et la prise en compte de l'aspect pratique du métier semblent influencer négativement l'investissement des filles dans les carrières STEM.

Amon (2017) a, quant à elle, tenté de définir les principales sources de motivation des femmes qui se sont engagées dans des carrières STEM. Selon cette dernière, il s'agit de la collaboration dans le travail, de son aspect social ainsi que de la possibilité de s'améliorer. Elle a également identifié les principales barrières à cet engagement, à savoir le peu de pouvoir décisionnel et d'autorité qui leur sont accordés, l'attention qu'elles doivent constamment porter aux autres et ce qu'on leur renvoie de leur travail. De ce fait, pour contourner les barrières imputées aux femmes en ce qui concerne l'engagement dans des carrières STEM, elle souligne l'importance de l'accomplissement personnel dans le travail à travers les expériences positives et la reconnaissance exprimée par les pairs, du soutien accordé par les autres et de l'équilibre entre la vie professionnelle et la vie privée.

De ce fait, cette chercheuse (Amon, 2017) encourage les entreprises non seulement à laisser plus d'autonomie, de liberté et d'autorité aux femmes mais également à organiser des politiques de travail qui imposent d'œuvrer en groupe dans un esprit de collaboration. Aussi,

elle insiste sur l'importance du climat de travail qui doit être positif et juste, notamment au niveau des évaluations, et qui récompense les activités bien menées. Enfin, afin de permettre aux femmes de s'épanouir dans ce type de carrières, elle suggère de donner la possibilité aux employées de contrebalancer les difficultés qu'elles rencontrent au niveau du travail en pouvant se dévouer également à leur vie privée.

4.4. L'impact du soutien familial, des modèles et des stéréotypes sociaux

L'approche qualitative de la recherche de Bieri Buschor et al. (2013) met en évidence l'influence de la famille et de l'entourage plus vaste sur le choix de carrière des filles. Ainsi, le soutien des parents jouerait un rôle primordial dans l'investissement des filles dans les carrières STEM (Bieri Buschor et al. 2013). Larose (2006) précise que les filles ont notamment plus de chance de s'engager dans des études STEM quand leur père valorise ces études. En plus du fait qu'ils se sentent concernés par les choix de leurs filles, le fait que les parents les habituent, dès le plus jeune âge, à apprendre et à découvrir les phénomènes de sciences naturelles et technologiques installerait chez elles un besoin de connaissance qui les pousserait à développer des goûts en faveur des mathématiques et des sciences (Bieri Buschor et al., 2013).

Enfin, au-delà du soutien et de l'encouragement familial à proprement parler, le fait d'avoir des modèles féminins investis dans des carrières STEM dans leur entourage plus éloigné inciterait également les jeunes filles à s'engager à leur tour dans ces filières (Bieri Buschor et al., 2013). Selon Larose (2006), quand un membre de la fratrie a réalisé ces études et a réussi, ce membre devient un modèle pour la jeune fille, que ce modèle soit féminin ou masculin.

Ces aspects font émerger un facteur relevé dans la recherche de Bieri Buschor et al. (2013) : le fait de s'identifier à une scientifique depuis l'enfance, c'est-à-dire d'apprécier apprendre de nouvelles choses, de chercher à découvrir le monde et de développer, déjà très jeune, des goûts prononcés pour les mathématiques et les sciences naturelles. Ainsi, même si elles n'ont alors pas encore une idée précise du métier qu'elles aimeraient exercer plus tard, devenir une scientifique représenterait un objectif de vie pour la plupart des filles qui s'engagent, au début de l'âge adulte, dans les carrières STEM, et ce depuis très longtemps (Bieri Buschor et al., 2013).

Puisque l'orientation des filles vers les mathématiques et les sciences naturelles semble être un objectif de vie qu'elles se fixent dès l'enfance, ces chercheuses relèvent la mission des enseignants, en plus des parents, de provoquer chez les petites filles de réelles passions pour ces disciplines. Elles ajoutent que les enseignants ont un rôle à jouer dans l'image qu'ont les filles des métiers mathématiques et scientifiques et dans les stéréotypes véhiculés. Effectivement, selon elles (Bieri Buschor et al., 2013) et selon Riegle-Crumb, Moore et Buontempo (2017), les enseignants devraient permettre aux jeunes filles d'avoir des modèles féminins travaillant dans les STEM. Cette piste est appuyée par Levine, Serio, Radaram, Chaudhuri et Talbert (2015) dont l'étude a démontré que la possibilité de rencontrer et de discuter avec des femmes scientifiques pouvait accentuer l'envie des jeunes filles de s'investir dans ces options et de s'engager dans des carrières similaires.

Aussi, d'après Bieri Buschor et al. (2013), les enseignants devraient être attentifs à leurs propres stéréotypes de genre quant à ces métiers afin de ne pas partager des stéréotypes négatifs avec leurs élèves et de pouvoir, également, favoriser les représentations et les stéréotypes positifs des métiers mathématiques et scientifiques chez les parents des jeunes filles. Amon (2017) rejoint cette idée puisqu'elle a identifié comme une des principales barrières à l'engagement des femmes dans les carrières STEM, les stéréotypes de genre et les généralisations sur le rôle de chacun en fonction de son sexe.

A ce sujet, la recherche de Riegle-Crumb et al. (2017) démontre que les garçons semblent moins touchés par les stéréotypes de genre lorsqu'ils travaillent avec des pairs du sexe opposé. De plus, le fait d'avoir eu des femmes enseignantes dans des matières qu'ils jugent « masculines » diminuerait leurs stéréotypes de genre sur la matière en question (Riegle-Crumb et al., 2017). Ces stéréotypes toucheraient moins les filles qui s'investissent dans des carrières mathématiques ou scientifiques que les autres filles et seraient moins souvent liés négativement aux compétences dans ces matières pour les filles qui s'engagent dans les carrières STEM (Smeding, 2012). En effet, cette dernière étude (Smeding, 2012) explique ce phénomène par le fait que les stéréotypes implicites de genres des filles qui s'investissent dans les mathématiques ne sont pas liés à leurs performances en mathématiques alors qu'ils sont négativement liés aux performances des filles qui ne s'investissent pas dans ces matières.

Pour contrer la barrière des stéréotypes, nous citons, à titre d'exemple, la société française Airbus. Cette dernière a élaboré un projet intitulé « les Elles du futur » visant à faire

découvrir les métiers de l'aéronautique aux filles dans le but de favoriser la mixité et la diversité au sein de l'entreprise mais aussi dans le but de faire prendre conscience aux jeunes filles de l'impact des stéréotypes de genre sur leur choix de carrière. L'objectif de cette entreprise est d'atteindre les 30% de femmes parmi son personnel malgré le peu de filles qui entreprennent des études d'ingénieur en France (Capital, 2017).

4.5. Le rôle du statut social à venir

Enfin, Bieri Buschor et al. (2013) démontrent, d'après les résultats de l'analyse qualitative des interviews qu'elles ont réalisées avec des jeunes femmes s'étant investies dans les carrières STEM, que le fait de vouloir minimiser les risques tout en maximisant le profit est également un prédicteur significatif du choix de carrière STEM. Ainsi, le haut statut social que prodigue ce type de carrière ainsi que la sécurité d'emploi due au fait que les STEM proposent une variété de métiers différents (ce qui rassurerait les filles qui ont parfois du mal à choisir précisément le métier qu'elles voudraient exercer) ont un impact positif sur l'engagement des filles dans les orientations mathématiques et scientifiques.

Aussi, les résultats de ces interviews indiquent que le sentiment d'être « spéciale » voire « unique » du fait d'être une femme dans un domaine socialement plutôt réservé aux hommes influencerait positivement l'engagement dans les carrières STEM. En effet, cela procurerait un sentiment de fierté aux jeunes femmes et leur permettrait de se différencier des autres, sans oublier que certaines femmes préfèrent travailler avec des hommes qu'avec d'autres femmes (Bieri Buschor et al., 2013).

5. La motivation et les pratiques pédagogiques la favorisant

Nous allons maintenant développer le concept de motivation et quelques théories motivationnelles qui se basent sur des facteurs qui ont été mis en évidence précédemment ou qui le seront ultérieurement. Comme cela a déjà été dit, la motivation pour les mathématiques joue un rôle dans l'engagement des étudiants, et donc des filles, dans les études et les carrières STEM (Watt, 2006). En effet, la motivation des filles pour les mathématiques les influencerait à choisir l'option mathématique forte en fin de parcours secondaire et, par la suite, la fréquentation des cours de mathématiques de haut niveau est positivement et

significativement corrélée avec l'engagement dans des carrières à visée mathématique ou scientifique (Watt, 2006). Aussi, Lazarides et Watt (2014) affirment que la perception qu'ont les élèves des attentes de leurs enseignants et de leur environnement d'apprentissage influence leurs ambitions professionnelles via son influence sur leur motivation. Cependant, les résultats de l'enquête PISA 2012 démontrent que les filles de 15 ans affichent des indices plus négatifs que les garçons sur toutes les variables de motivation mesurées (Lafontaine & Dupont, 2019). Il apparaît donc intéressant d'approfondir ce concept et de mettre en évidence les pratiques pédagogiques favorisant la motivation des filles vis-à-vis des mathématiques.

Beaucoup de chercheurs sont d'accord sur le fait que la motivation est un concept au centre des préoccupations en psychopédagogie (Ryan & Deci, 2000 ; Wigfield & Eccles, 2000 ; Bourgeois & Galand, 2006 ; Viau, 2009). En effet, la motivation permettrait les régulations biologique, cognitive mais aussi sociale (Ryan & Deci, 2000). Certains chercheurs affirment d'ailleurs explicitement qu'elle est une condition nécessaire à l'apprentissage (Bourgeois & Galand, 2006 ; Viau, 2009).

Selon Viau (2009), la motivation est tout d'abord un processus dynamique, raison pour laquelle ce dernier préfère l'appeler « dynamique motivationnelle ». En effet, cet auteur insiste sur la variation constante de la motivation intrinsèque de l'élève en fonction de facteurs externes ainsi que sur sa complexité puisqu'elle fait interagir différents facteurs. Aussi, il pointe le fait que la motivation provient des perceptions de l'élève : celles qu'il a de lui-même et de son environnement. Selon Viau (2009), la motivation est à l'origine de la volonté de l'élève de s'engager et de persévérer dans les activités qui lui sont proposées dans le but d'apprendre.

Si plusieurs facteurs entrent en ligne de compte dans la dynamique motivationnelle (Viau, 2009) et que celle-ci est nécessaire à l'apprentissage (Bourgeois & Galand, 2006 ; Viau, 2009), cela signifie que l'enseignant n'a pas le plein pouvoir sur les apprentissages de ses élèves. Cependant, comme cela va être expliqué ci-après, la plupart des théories motivationnelles mettent en évidence des facteurs malléables par les enseignants, c'est-à-dire des facteurs sur lesquels les professeurs peuvent agir pour favoriser la motivation de leurs élèves (Ryan & Deci, 2000 ; Wigfield & Eccles, 2000 ; Bourgeois & Galand, 2006 ; Viau, 2009 ; Sarrazin et al., 2006). Cette partie de la revue de littérature aura donc pour objectif de dégager des pistes d'action afin d'accentuer la motivation des élèves, et particulièrement des filles, en ce qui concerne l'apprentissage des mathématiques et de permettre à ces dernières de

choisir plus d'options mathématiques en fin de parcours secondaire pour, *in fine*, leur laisser l'opportunité de se lancer dans une carrière STEM.

Pour mettre en parallèle les facteurs d'engagement déjà évoqués et la motivation, nous allons développer trois aspects théoriques de la dynamique motivationnelle pouvant apporter plus d'informations quant à l'engagement des filles en mathématiques : la théorie de l'auto-détermination de Ryan et Deci, la théorie des buts d'accomplissement d'Elliott et Mc Gregor et la théorie de l'Expectancy-value d'Eccles et Wigfield.

5.1. La théorie de l'auto-détermination de Ryan et Deci

Ryan et Deci (2000) partent du postulat que l'Homme est naturellement curieux et a envie d'apprendre mais qu'il peut aussi avoir tendance à être passif (Ryan & Deci, 2000) même s'il a les capacités d'agir et de contrôler les facteurs internes et externes à son apprentissage (Camus, Berjot, Amoura & Forest, 2017).

Cette théorie se base sur trois besoins fondamentaux favorisant le bien-être et la santé psychologique qui, lorsqu'ils sont rencontrés, encouragent la motivation de l'élève (Ryan & Deci, 2000 ; Deci & Ryan, 2000). Le premier de ces trois besoins est le besoin d'autonomie, c'est-à-dire l'opportunité de faire ses propres choix, la participation active à son apprentissage, la liberté de choisir son propre chemin pour arriver à ses objectifs (Ryan & Deci, 2000 ; Deci & Ryan, 2000). Ce premier besoin rejoint donc la notion de contrôlabilité de son propre apprentissage, que Viau (2009) considère comme un facteur motivationnel considérable. Le deuxième besoin est celui de compétence, qui peut être assouvi à travers le fait de relever des défis ainsi qu'à travers la reconnaissance des autres (Ryan & Deci, 2000 ; Deci & Ryan, 2000). Enfin, le troisième besoin mis en évidence dans cette théorie est celui d'appartenance à un groupe : à savoir, le fait de sentir qu'on appartient à une communauté parce qu'on partage des caractéristiques avec ses membres (Ryan & Deci, 2000 ; Deci & Ryan, 2000) mais aussi de sentir qu'on a établi des relations avec d'autres personnes et de se sentir intégré, accepté et apprécié dans le groupe (Viau, 2009). A l'inverse, cette théorie définit également les facteurs induisant un manque de motivation intégrée et par conséquent un engagement moins actif dans l'apprentissage, à savoir le contrôle de l'enseignant sur le comportement de l'apprenant, le manque de défis et le fait de ne pas se sentir appartenir à une communauté. En plus du manque de motivation intrinsèque engendré par ces facteurs, ces

derniers empêcheraient de développer la prise d'initiative ainsi que le sens des responsabilités mais ils augmenteraient en plus le stress et pourraient provoquer des pathologies d'ordre psychologique (Ryan & Deci, 2000).

Afin d'expliquer l'impact de ces différents facteurs sur la motivation des étudiants, Ryan et Deci (2000) établissent un continuum allant de l'amotivation à la motivation intrinsèque en passant par la motivation extrinsèque.

Alors que l'amotivation consiste en un manque total de motivation à s'engager dans une tâche ou un apprentissage, la motivation intrinsèque est, au contraire, l'intérêt que l'élève porte à la tâche ou aux apprentissages pour ce qu'ils sont, en fonction de ce qu'il aime et pour sa satisfaction personnelle. Elle dépend notamment de l'envie de l'élève d'apprendre, de relever des défis et de découvrir de nouvelles choses. Il s'agit donc d'une participation active de l'élève dans son développement cognitif, personnel et social (Ryan & Deci, 2000).

Selon Ryan et Deci (2000), certaines conditions favorisent ce type de motivation. Les interactions et les feedbacks qui augmentent le sentiment de compétence ainsi que les tâches qui constituent de réels défis combinés à l'autonomie de l'apprentissage favorisent la motivation intrinsèque des élèves pour la tâche qu'ils réalisent. L'autonomie telle qu'elle est évoquée dans la théorie de l'auto-détermination ne consiste pas à laisser l'apprenant seul et indépendant dans son apprentissage mais elle se traduit dans les pratiques de l'enseignant par le fait de leur laisser l'occasion de faire des choix, de prendre des décisions mais aussi de provoquer chez eux le sentiment qu'ils ont un rôle à jouer dans leur apprentissage et qu'ils choisissent leur propre chemin pour y arriver (Ryan & Deci, 2000). Combinée à cette autonomie, les apprenants ont également besoin de se sentir compétents pour développer une motivation intrinsèque, et donc de relever des tâches qui constituent des défis pour eux. À cela s'ajoute la condition pour les élèves de se sentir soutenus ou, du moins, de profiter d'un environnement relationnel sécurisant (Ryan & Deci, 2000).

La motivation extrinsèque se trouve, quant à elle, entre les deux extrémités précédemment citées. Elle se crée à partir d'éléments externes à l'apprenant (Ryan & Deci, 2000). Ryan et Deci (2000) la décomposent en quatre sous-catégories : la régulation externe, la régulation introjectée, la régulation identifiée et enfin la régulation intégrée. La régulation externe répond à une demande externe ou se manifeste dans le cadre d'une volonté de recevoir une récompense. La régulation introjectée se déclare dans le cas où l'élève veut améliorer son estime de lui-même ou celle que les autres lui portent. La régulation identifiée

consiste à trouver de la motivation dans le fait d'avoir conscience que la tâche ou l'apprentissage en question pourra lui servir à accomplir des buts personnels, qui sont importants pour lui. Enfin, la régulation intégrée apparaît lorsque l'étudiant établit des liens entre la tâche (ou l'apprentissage) et ses intérêts personnels bien qu'elle n'en fasse pas directement partie (Ryan & Deci, 2000). Bien que, selon ces chercheurs, la motivation intrinsèque ait toujours un effet positif sur l'engagement dans l'apprentissage contrairement à la motivation extrinsèque, ceux-ci soulignent tout de même les effets bénéfiques de certaines sous-catégories de cette dernière (Ryan & Deci, 2000). En effet, alors que les régulations externe et introjectée répondent uniquement à des demandes externes, les régulations identifiée et intégrée sont tout de même plus inhérentes à la personnalité de l'étudiant. Ces deux derniers types de régulation, bien qu'ils n'appartiennent pas à la motivation intrinsèque, auraient, eux aussi, un impact positif sur les apprentissages des élèves selon ces deux chercheurs. En effet, la « self-regulation » (Ryan & Deci, 2000) consiste pour l'apprenant à prendre en compte des éléments extrinsèques et des valeurs sociales et à se les approprier afin qu'ils deviennent petit à petit des valeurs ou des sources de motivation personnelles et propres à l'élève. Ainsi, comme Viau (2009) le souligne, cette théorie permet de prendre en compte le fait que la motivation ne doit pas nécessairement être intrinsèque pour que l'élève puisse apprendre, certains facteurs extrinsèques peuvent également le motiver.

Le schéma représentant ces différents types de motivation distribués selon le type de régulation élaboré par Ryan et Deci (2000) est présent en annexe 1. Ces chercheurs proposent de répartir toutes ces sous-catégories en deux groupes distincts : la motivation contrôlée (composée des régulations externe et introjectée) et la motivation autonome (composée des régulations identifiée, intégrée et intrinsèque).

Les conditions qui favorisent l'internalisation de la motivation extrinsèque seraient les mêmes que celles qui favorisent la motivation intrinsèque puisque l'internalisation de la motivation extrinsèque a pour finalité de la rendre la plus interne possible bien que la tâche ne soit pas appréciée pour elle-même par l'apprenant (Ryan & Deci, 2000).

Si la distinction entre les motivations intrinsèque et extrinsèque est au centre de cette théorie, c'est parce que les personnes qui sont motivées par des facteurs intrinsèques se montreraient plus intéressées, enthousiastes et confiantes que celles qui sont plutôt motivées par des éléments externes (Ryan & Deci, 2000). Cet intérêt, cet engouement et la confiance en soi procurés par des sources de motivations intrinsèques se traduiraient dans l'apprentissage

par une augmentation de la performance, de la persistance et de la créativité ainsi que l'amélioration de l'estime de soi et du bien-être personnel (Ryan & Deci, 2000).

Pour aller plus loin, Leroy, Bressoux, Sarrazin et Trouilloud (2013) démontrent que l'assouvissement des trois besoins fondamentaux de cette théorie augmente non seulement la motivation auto-déterminée mais également le sentiment d'auto-efficacité. Ces deux composantes influenceraient à leur tour positivement l'acquisition des compétences. Mais, selon ces mêmes auteurs, il semblerait également que le sentiment d'auto-efficacité participe à l'internalisation de la motivation d'apprendre (Leroy et al., 2013). Cela signifierait que si les besoins de compétence, d'appartenance et d'autonomie étaient assouvis, les élèves auraient la possibilité d'entrer dans un cercle vertueux favorisant à la fois leur sentiment d'efficacité mais aussi la motivation auto-déterminée. De plus, comme cela a été développé précédemment, le sentiment de compétence en mathématiques, plus faible chez les filles que chez les garçons à compétences égales, est un facteur prédisant l'évitement des options mathématiques chez les filles et donc leur non-investissement dans les carrières STEM (Watt, 2006).

A travers cette théorie de l'auto-détermination, les chercheurs invitent donc les professionnels de l'enseignement à mettre en place des pratiques pédagogiques basées sur les pistes d'action qu'ils ont dégagées. Ainsi, il serait intéressant de favoriser les trois besoins fondamentaux, notamment en rendant des feedbacks qui amplifient le sentiment de compétence des élèves, en leur proposant des défis, en leur permettant d'être autonomes et en leur procurant un environnement relationnel sécurisant. En effet, ces pistes permettraient de soutenir la motivation intrinsèque des élèves ou de contribuer à l'internalisation de leur motivation extrinsèque (Ryan & Deci, 2000 ; Deci & Ryan, 2000). Pour ce qui nous intéresse, il sera intéressant de vérifier si les filles qui souhaitent s'engager dans des carrières mathématiques et qui seront interrogées dans le cadre de ce travail mentionneront de tels facteurs. Cela permettrait de proposer des pratiques pédagogiques favorisant certains aspects motivationnels pouvant encourager les filles à choisir plus d'options mathématiques et, par la suite, favorisant leur engagement dans les carrières STEM.

5.2. La théorie des buts d'accomplissement d'Elliott et McGregor

Selon cette théorie, il existe deux manières de réaliser ses buts d'accomplissement et donc de se sentir compétent (Sarrazin et al., 2006 ; Dupeyrat, Escribe, & Mariné, 2006). La

première se réaliserait dans la comparaison avec les autres, en se sentant supérieurs à ses pairs. On parlera dans ce cas de buts de performance (Sarrazin et al., 2006). L'élève s'accomplira alors en tentant de démontrer ses compétences aux autres et sera satisfait si ceux-ci le considèrent compétent car il est primordial pour les élèves qui poursuivent des buts de performance d'obtenir des jugements favorables de la part d'autrui (Dupeyrat et al., 2006). La seconde manière, favorisant les buts de maîtrise, se manifesterait quant à elle au fil du temps à travers la constatation d'une évolution de ses propres compétences, c'est-à-dire que l'élève est satisfait de lui-même lorsqu'il constate qu'il a évolué et produit des efforts ; son objectif est d'accroître ses compétences (Dupeyrat et al., 2006). Ainsi, les buts de performance impliqueraient davantage l'ego de la personne et les buts de maîtrise, la maîtrise des apprentissages (Sarrazin et al., 2006 ; Darnon, Buchs, & Butera, 2006).

Au niveau social, ces deux approches donnent un rôle différents aux pairs : lorsque l'accent est mis sur les buts de maîtrise, les pairs peuvent être considérés comme des alliés alors que si l'accent est mis sur la performance, les pairs peuvent vite être perçus comme des menaces (Darnon et al., 2006). Les deux types de buts d'accomplissement peuvent être différenciés sur base du climat d'apprentissage dans lequel évolue l'élève. Ainsi, nous pouvons distinguer le climat de maîtrise du climat de compétition (Sarrazin et al., 2006).

Sarrazin et al. (2006) définissent les agissements des enseignants pouvant favoriser le climat de maîtrise. Selon eux, pour ce faire, l'enseignant doit permettre aux élèves de choisir une tâche personnalisée, qui fait sens pour eux et qui constitue un défi tout en étant adaptée à leur niveau d'habileté. Il doit également leur laisser la possibilité de prendre des initiatives et de réaliser des choix quant aux objets d'apprentissage. Aussi, un enseignant qui favorise la reconnaissance des efforts et de l'investissement des élèves et qui utilise les erreurs comme indicateurs d'habiletés à améliorer et non comme indicateurs de mauvaise performance est plus susceptible de favoriser un tel climat. Il serait également conseillé de proposer aux élèves de travailler en groupements variés, hétérogènes et visant la coopération. Il serait également propice, pour favoriser un climat de maîtrise, de valoriser les efforts, les progrès et l'investissement au moment de l'évaluation et de rendre cette dernière confidentielle et personnelle en insistant sur le fait que son but est d'améliorer les compétences des élèves. Enfin, les enseignants devraient laisser les élèves travailler à leur rythme et proposer une gestion du temps flexible, adaptée à chacun.

Au niveau motivationnel, le climat de maîtrise favoriserait la motivation intrinsèque des élèves et ainsi le plaisir de réaliser des tâches similaires en dehors du cadre scolaire. Au niveau affectif, il provoquerait une satisfaction d'apprendre chez les élèves et réduirait l'anxiété au niveau scolaire. En ce qui concerne l'aspect cognitif, comme cela a déjà été mentionné, les stratégies d'étude et de travail mises en place seraient plus efficaces, plus profondes et pousseraient les élèves à se tourner vers des tâches de défis (Sarrazin et al., 2006). Mais le climat de maîtrise permettrait également aux élèves de s'auto-réguler efficacement (Dupeyrat et al., 2006). De plus, ce type de climat semble favoriser le fait que les élèves perçoivent un traitement équitable du professeur quel que soit leur genre, mais il semble aussi diminuer l'utilisation chez les enfants de stratégies d'auto-handicap ou d'évitement. Enfin, au niveau du comportement scolaire, les élèves évoluant dans un climat de maîtrise auraient plus conscience de l'importance et de l'intérêt des efforts fournis et seraient également plus persévérants quand ils rencontrent des difficultés (Sarrazin et al., 2006). De plus, Lazarides et Watt (2014) affirment que le fait de développer des buts de maîtrise, particulièrement au niveau de la classe et non seulement au niveau personnel, aurait une influence positive sur les plans de carrière à visée mathématique.

Au contraire, le climat de compétition aurait comme conséquence que les élèves attribuent leurs échecs à un manque de performance et n'aient pas conscience du caractère déterminant de leurs efforts sur leurs apprentissages. Pour ces élèves, le plus important resterait de situer leur niveau de compétence par rapport au niveau des autres élèves de la classe (Sarrazin et al., 2006 ; Dupeyrat et al., 2006). De plus, les élèves évoluant dans ce genre de climat auraient moins tendance à percevoir un traitement équitable des professeurs entre les filles et les garçons de la classe (Sarrazin et al., 2006). Si le climat de compétition peut influencer positivement les performances des élèves, il semblerait que cela soit possible uniquement à condition que les élèves présentent un sentiment de compétence élevé. Les élèves peu confiants seraient donc davantage défavorisés par ce type de climat (Dupeyrat et al., 2006). Les filles, présentant un sentiment de compétence moindre en mathématiques (Lafontaine & Dupont, 2019) que les garçons, risqueraient donc d'être pénalisées par cette ambiance de classe.

Ce qui semble important pour favoriser les apprentissages des élèves est, avant tout, la concordance entre les buts de l'élève et le climat dans lequel il évolue (Sarrazin et al., 2006). En effet, un élève qui aime se comparer aux autres et qui est poussé par le désir d'être le meilleur évoluera mieux dans un climat de compétition, alors qu'un élève qui ressent du

plaisir à apprendre et à constater qu'il progresse évoluera mieux dans un climat de maîtrise. Cependant, ces deux types de climat ne sont pas toujours exclusifs. Effectivement, ils peuvent coexister : dans ce cas, le climat de maîtrise pourrait atténuer les conséquences néfastes possibles du climat de compétition sur les apprentissages des élèves (Sarrazin et al., 2006).

Pour peaufiner cette théorie, certains chercheurs ont mis en évidence un modèle « 2 x 2 buts » (Elliot & McGregor, 2001 ; cités par Sarrazin et al., 2006). En plus de distinguer les buts de performance des buts de maîtrise, ce modèle différencie deux stratégies pour accéder à ces buts. Celles-ci dépendent du sentiment de compétence que l'élève s'est construit de lui-même en fonction de ses expériences antérieures : l'approche et l'évitement (Sarrazin et al., 2006 ; Dupeyrat et al., 2006 ; Darnon & Butera, 2005). La première stratégie, l'approche, serait le résultat d'un haut sentiment de compétence de l'élève et consisterait à rechercher le succès, que ce soit dans la performance et la compétition ou dans la maîtrise des apprentissages. Au contraire, l'évitement dépendrait d'un faible sentiment de compétence et amènerait les élèves à éviter une situation d'échec (Sarrazin et al., 2006). Cet aménagement de la théorie des buts d'accomplissement permet de prendre en compte une variable importante dans la motivation des élèves : le sentiment de compétence (lui-même parfois dépendant des expériences antérieures).

Cette théorie nous a semblé importante dans la mesure où elle montre l'effet du sentiment de compétence et des expériences antérieures sur la motivation des élèves mais surtout dans la mesure où elle permet aux enseignants de manipuler les buts poursuivis en mettant l'accent sur certains aspects et en créant, de cette manière, le climat souhaité afin d'accroître la motivation des élèves (Sarrazin et al., 2006).

5.3. La théorie de l'Expectancy-value d'Eccles et Wigfield

La théorie de l'Expectancy-value d'Eccles et Wigfield est une théorie qui, en mettant certains facteurs en évidence, explique comment la motivation de l'élève peut influencer ses choix. Ainsi, Wigfield, Eccles et leurs collègues (2000) ont réalisé une figure, disponible en annexe 2, illustrant, selon eux, le principe de motivation.

Ils se sont penchés plus précisément sur l'espérance de réussite et sur la valeur accordée aux tâches, et ont ciblé leurs recherches dans la discipline des mathématiques. Cette théorie de

Wigfield et Eccles (2000) affirme que ces deux facteurs influencent directement les performances, l'engagement et les choix d'orientation des élèves.

En ce qui concerne la première partie de cette théorie, Wigfield et Eccles (2000) démontrent l'importance de l'espérance de réussite dans le processus de motivation. Ce facteur peut être plus ou moins assimilé au sentiment d'efficacité personnelle mis en avant par Bandura (2007). Il s'agit de la perception que l'élève a de la possibilité pour lui de réussir les tâches auxquelles il est confronté (Wigfield & Eccles, 2000 ; Vanlede, Philippot & Galand, 2006). Cette perception dépend de plusieurs facteurs relatifs notamment aux expériences scolaires (résultats, feedbacks, comparaisons) de l'élève (Bandura, 2007 ; Vanlede et al., 2006 ; Collet, 2012). Ceci signifie que les pratiques des enseignants peuvent influencer le sentiment d'efficacité des élèves et peuvent, de ce fait, impacter leur motivation. De plus, le fait que l'enfant pense avoir un pouvoir d'action sur la réussite d'une tâche, à travers le travail et les efforts par exemple, influence positivement cette perception de compétence (Bandura, 2007). Toutefois, cette dernière peut être en contradiction avec la réalité pour diverses raisons, qui peuvent notamment dépendre de l'évaluation ou du manque de clarté des objectifs à atteindre (Bandura, 2007). D'après la théorie de Wigfield et Eccles (2000), l'espérance de réussite serait un facteur de prédiction primordial de la motivation de l'élève et influencerait également ses performances (Vanlede et al., 2006). Ainsi, les performances, faisant partie des expériences scolaires vécues par les enfants, seraient à la fois la source et la conséquence du sentiment d'efficacité et risqueraient, de ce fait, lorsqu'elles sont négatives, d'enfermer les enfants dans un cercle vicieux (Vanlede et al., 2006).

Au-delà de l'influence sur les performances, un sentiment de compétence plus élevé permet aux élèves d'être plus actifs dans leur apprentissage (Bouffard & Vezeau, 2006). Ainsi, les enfants qui se sentent compétents auraient tendance à participer davantage en classe, à s'engager dans des tâches plus complexes et intellectuellement intéressantes, à mobiliser des ressources déjà acquises, à être plus persévérants et à oser demander de l'aide lorsqu'ils sont confrontés à une difficulté. Toutes ces conséquences ont un effet bénéfique sur l'apprentissage et, ainsi, sur les performances des élèves. De ce fait, les performances, et les expériences scolaires dans un sens plus large, influencent elles-aussi la perception de compétence et peuvent donc produire une atmosphère de travail positive, voire un cercle vertueux, qui aurait des conséquences favorables sur le parcours scolaire des élèves mais également sur leur avenir professionnel ainsi que personnel (Bouffard & Vezeau, 2006).

La deuxième partie de cette théorie concerne la valeur accordée à la tâche. Wigfield et Eccles (2000) définissent la valeur de la tâche comme le résultat de quatre dimensions. La première dimension est l'importance que l'élève accorde à la réussite de la tâche et l'impact que celle-ci aura sur son image de lui-même. La seconde est l'intérêt intrinsèque engendré par la tâche, c'est-à-dire le plaisir ressenti lors de la réalisation de la tâche. La troisième est représentée par la valeur d'utilité accordée à la tâche, en d'autres termes, en quoi la réalisation de l'activité sera utile aux élèves au quotidien ou plus tard. Enfin, la dernière dimension concerne le coût attribué à la tâche, à savoir la quantité d'efforts fournis, le fait qu'elle limite ou non la possibilité de réaliser d'autres activités et les conséquences émotionnelles qu'elle occasionne. Selon cette théorie, ce n'est pas la « réalité » de ces quatre dimensions qui influence la motivation des élèves mais bien leur perception de ces dimensions, c'est-à-dire l'importance, l'intérêt, l'utilité et le coût qu'ils perçoivent et qu'ils attribuent subjectivement à une tâche ou à des apprentissages (Neuville, 2006).

Les observations réalisées par Watt (2006) en ce qui concerne la valeur accordée aux mathématiques lui permettent d'affirmer que cette deuxième partie de la théorie de l'Expectancy-value d'Eccles joue un rôle important dans les choix d'étude et de carrière des adolescents. Watt (2006) met donc l'accent sur le fait de procurer un intérêt pour les mathématiques plus important chez les filles, d'arriver à leur faire aimer cette matière. Mais elle suggère aussi de leur permettre de se sentir aussi compétentes en mathématiques que les garçons afin qu'elles aient autant d'espoir qu'eux de pouvoir réussir dans cette branche et que cela favorise leur engagement dans les carrières STEM (Watt, 2006).

Les résultats de Wigfield et Eccles (2000) démontrent tout d'abord que l'espérance de réussite de la tâche influence directement et significativement les résultats des élèves et ce, sous contrôle des performances antérieures. Aussi, ils établissent que la valeur que les élèves accordent à une tâche est un prédicteur significatif du choix de ces derniers à poursuivre ou non des cours de mathématiques (Wigfield & Eccles, 2000). D'autres études démontrent que la valeur accordée à la tâche prédit plus significativement l'élection des cours de mathématiques (Wang, 2012) et l'investissement dans les carrières STEM (Wang 2012 ; Lazarides & Watt, 2014) que l'espérance de réussite de la tâche. En ce qui concerne la recherche de Lauermann et al. (2017), les résultats confirment des liens entre l'espérance de réussite des élèves et la valeur accordée au cours de mathématiques et les plans de carrières des élèves au début et à la fin de l'école secondaire. Ces chercheuses émettent donc l'hypothèse que les plans de carrières peuvent être non seulement la conséquence des

perceptions motivationnelles des élèves selon le modèle de l'Expectancy-value mais également leur prédicteur. Ainsi, elles mettent en évidence la réciprocité de l'influence de ces deux facteurs et insistent sur l'impact d'un plan de carrière à visée mathématique ou scientifique précoce sur la motivation des élèves et sur leur choix de carrière (Lauermann et al., 2017).

Il semblerait que la valeur accordée par les étudiants à la tâche ainsi que leur espérance de la réussir soient directement liées au fait que l'enseignant favorise la coopération en classe et qu'il soutienne ses élèves, mais aussi au sens qu'il donne aux apprentissages qu'il enseigne et à ses attentes en ce qui concerne ses élèves (Wang, 2012). Plus précisément, les attentes de l'enseignant et le soutien social qu'il accorde aux élèves auraient un impact plus important sur l'espérance qu'ont les élèves de réussir que sur la valeur qu'ils accordent à la tâche. Au contraire, le fait que l'enseignant donne du sens aux apprentissages qu'il enseigne influencerait davantage la valeur accordée par les élèves à la tâche que leur espérance de la réussir (Wang, 2012). Enfin, le fait de promouvoir la coopération impacterait uniquement la valeur que les élèves accordent à la tâche et pas leur espérance de la réussir. Selon Wang (2012), plus un étudiant accorde de valeur aux mathématiques et plus il a d'espoir de réussir, plus il a de probabilités de s'engager dans une carrière à visée mathématique.

Ces constats suggèrent que l'enseignant joue un rôle dans le choix de carrière de ses élèves à travers l'enseignement qu'il prodigue puisqu'il impacte la motivation de l'élève notamment à travers la valeur qu'il accorde aux mathématiques ainsi qu'à son espérance de réussir ce cours. De ce fait, un enseignant qui soutient ses élèves tant au niveau académique que social et qui leur présente des tâches qui sont en adéquation avec leurs propres intérêts et leur niveau d'apprentissage augmenterait la motivation de ses élèves et favoriserait donc leur investissement dans les mathématiques (Wang, 2012 ; Lipowsky et al., 2009).

6. Les pratiques des enseignants à travers le modèle tri-dimensionnel de Klieme et leur impact sur la motivation des élèves

L'école est le lieu où les élèves sont en contact avec les diverses matières et où ils vivent des expériences avec chacune d'entre elles. De ce fait, c'est en partie l'expérience scolaire qui va permettre aux jeunes de découvrir les orientations qui correspondent à leurs envies, à leurs attentes et de découvrir les carrières qui leur plaisent (Simpkins, Davis-Kean &

Eccles, 2006 ; cités par Wang, 2012). En effet, les expériences scolaires influenceraient la motivation et le futur choix de carrière des jeunes (Wang, 2012). Le chapitre dédié à la motivation a mis en évidence la possibilité, pour les enseignants, de mettre des choses en place dans leur classe et dans leur façon de donner cours pour favoriser la motivation des élèves. Nous allons donc maintenant nous intéresser aux pratiques pédagogiques qui, à travers la motivation, pourraient encourager les filles à s'investir dans les mathématiques.

Pour ce faire, nous allons développer le modèle tri-dimensionnel de Klieme, qui présente trois piliers de pratiques pédagogiques à mettre en place pour proposer un enseignement efficace : l'activation cognitive, le climat soutenant et la gestion claire et structurée de la classe.

6.1. L'activation cognitive

L'activation cognitive consiste à proposer aux élèves des tâches ou des activités qui leur donnent l'occasion de réfléchir en profondeur, qui représentent des défis, mais qui leur laissent aussi l'opportunité d'analyser les concepts clés, d'appliquer des principes vus précédemment, de comparer plusieurs résolutions ou plusieurs manières de résoudre l'exercice, de faire des liens entre les différents apprentissages, d'en comprendre profondément le sens mais aussi de réfléchir sur leur manière d'apprendre. Ce type d'activités permettrait aux élèves de comprendre en profondeur les concepts étudiés (Lipowsky et al., 2009).

L'activation cognitive serait d'autant plus importante que les activités induisent des conflits socio-cognitifs. En effet, les chercheurs soulignent l'importance de la discussion basée sur des contradictions ou des avis divergents pour favoriser la compréhension profonde des concepts mis en évidence (Lipowsky et al., 2009 ; Quittre, Dupont & Lafontaine, 2018). Les pratiques pédagogiques favorisant l'activation cognitive se caractérisent donc par la volonté de l'enseignant de stimuler ses élèves, de les amener à découvrir, expliquer, partager et comparer les concepts qu'ils ont acquis mais aussi les manières de résoudre les tâches.

A l'inverse, l'activation cognitive est moins importante si les exercices proposés sont d'un niveau cognitif plutôt bas et si les enseignants attendent uniquement des élèves qu'ils reproduisent des procédures connues et déjà réalisées avec eux (Lipowsky et al., 2009).

L'activation cognitive peut être mise en lien avec le besoin d'autonomie des élèves (Lipowsky et al., 2009) qui, comme cela a été expliqué dans le chapitre sur la motivation et plus particulièrement à travers la théorie motivationnelle de l'auto-détermination de Ryan et Deci, impacte leur motivation (Ryan & Deci, 2000 ; Sarrazin, et al., 2006). En effet, le besoin d'autonomie est un des trois besoins fondamentaux selon cette théorie et peut être assouvi lorsque l'enseignant laisse la possibilité à ses élèves de faire des choix, de participer activement à son apprentissage et de trouver sa propre voie pour réaliser les tâches données (Ryan & Deci, 2000) ; autant de pratiques pédagogiques qui favorisent justement l'activation cognitive (Lipowsky et al., 2009).

Lipowsky et al. (2009) ajoutent que le fait que la tâche proposée soit considérée comme une opportunité d'amélioration et qu'elle permette d'accroître ses compétences en s'investissant davantage dans l'exercice est une condition à l'influence que peut avoir l'intérêt pour une matière sur les performances de l'élève. De plus, les résultats de cette recherche démontrent que les perceptions des élèves quant à l'activation cognitive ont un effet direct sur les performances des élèves : plus ils ont l'impression que les exercices demandent une réflexion, plus ils apprennent et plus ils intègrent le théorème de Pythagore. Ces constats coïncident avec l'analyse qualitative de Bieri Buschor et al. (2013) qui a mis en évidence le lien positif entre la possibilité de réaliser des activités de recherche et de résoudre des problèmes et l'engagement des femmes dans les carrières STEM. Lipowsky et al. (2009) démontrent également que l'activation cognitive a un impact d'autant plus positif que l'intérêt des élèves pour la matière vue est déjà élevé au départ.

6.2. Le climat soutenant

Le deuxième pilier du modèle tri-dimensionnel de Klieme est le climat soutenant. Pour illustrer leurs propos, Lipowsky et al. (2009) citent Turner et al. (1998) dont la recherche démontre que les élèves qui perçoivent un climat de classe soutenant sont plus susceptibles de s'engager dans une tâche et font preuve d'un investissement plus important que ceux qui perçoivent un climat moins soutenant.

Mais qu'entend-t-on par « climat soutenant » ? Pour être défini de soutenant, le climat doit comporter certaines caractéristiques. Parmi ces dernières, l'enseignant doit soutenir ses élèves de manière à favoriser une relation positive avec eux, et ce notamment à travers leurs

interactions. Il doit fournir des feedbacks constructifs et positifs à ses élèves. Il doit également partager une vision positive et constructive de l'erreur, mais aussi apporter son soutien à chacun des élèves, individuellement des autres, accorder de l'attention à ses élèves et adopter un comportement de bienveillance envers eux (Klieme et al., 2006 ; cités par Lipowsky, 2009 ; Quittre et al., 2018).

De plus, un climat soutenant se caractérise par la capacité d'un enseignant à faire preuve d'adaptation en fonction des élèves dont il a la charge. Pour ce faire, l'enseignant peut adapter la structure ainsi que le contenu de ses cours aux capacités mais aussi aux intérêts des élèves (Quittre et al., 2018).

Rakoczy, Harks, Klieme, Blum et Hochweber (2013) insistent sur l'importance des feedbacks centrés sur les apprentissages, qui, contrairement aux feedbacks normatifs (Hochweber, Hosenfeld & Klieme, 2014), sont plus utiles pour l'évolution des élèves, et démontrent leur influence positive sur l'intérêt et les performances des apprenants à travers leur sentiment de compétence et l'utilité qu'ils accordent aux tâches et aux apprentissages. Cet aspect du climat soutenant peut donc être mis en lien avec la théorie de l'auto-détermination de Ryan et Deci (2000) qui affirme que les feedbacks promouvant le sentiment de compétence des élèves favorisent également leur motivation intrinsèque.

Dans la même optique, il est à noter que l'utilisation de l'évaluation formative dans les pratiques pédagogiques influencerait positivement la motivation mais aussi le sentiment de compétences des élèves (Hondrich, Decristian, Hertel & Klieme, 2018). Or, le sentiment de compétence en mathématiques est un facteur motivationnel (Bandura, 2007) puisqu'il participe à l'espérance de réussite dans la théorie d'Eccles et Wigfield (Wang, 2012). Comme nous savons que les filles présentent, en moyenne et à compétences égales, un sentiment de compétence inférieur aux garçons (Lafontaine & Dupont, 2019), il semble intéressant de mettre en lumière les pratiques influençant positivement ce sentiment de compétence mais aussi de les mettre en place en classe de mathématiques, particulièrement avec les filles.

Lipowsky et al. (2009) affirment que le climat de classe a une influence directe sur la motivation des élèves et sur leur investissement. De ce fait, il affecterait notamment la relation entre l'intérêt que les élèves portent à la matière et leurs résultats dans cette dernière puisque, à niveau d'intérêt égal, les élèves sont plus susceptibles de faire des efforts quand ils perçoivent un climat de classe soutenant que lorsqu'ils le perçoivent comme étant moins soutenant. De plus, la relation entre l'intérêt des élèves pour les mathématiques et leurs

performances est plus importante lorsque les élèves se sentent soutenus que lorsqu'ils ne ressentent pas de soutien.

Si le climat de classe a une influence directe sur la motivation des élèves, il a probablement une influence indirecte sur leur choix de carrière puisque la motivation en mathématiques est directement liée à la fréquentation des options mathématiques en fin de secondaire et que cette fréquentation d'options mathématiques est, quant à elle, un facteur de prédiction d'investissement dans les carrières STEM (Watt, 2006).

Jaegers et Lafontaine (2018) mettent en évidence, à travers une étude des différences de perceptions par les élèves du climat de soutien en mathématiques selon le genre en 5^e secondaire, que la variable qui influence le plus significativement les perceptions des élèves selon leur genre, après une analyse des variances, était l'implication de l'enseignant. Cette appellation reprend le soutien que l'enseignant de mathématiques accorde à ses élèves tant au niveau social qu'au niveau académique. Ainsi, les filles y seraient plus sensibles que les garçons (Jaegers & Lafontaine, 2018). Ce pilier semble, dès lors, jouer un rôle important dans la différence de motivation et d'engagement en mathématiques entre les filles et les garçons.

Au niveau social, cela signifie qu'elles accordent plus d'importance à la relation qu'elles entretiennent avec leur professeur mais aussi au comportement que celui-ci adopte envers elles. Les filles développeraient un sentiment d'affiliation plus important quand elles perçoivent de la sympathie de la part de leur professeur et quand elles entretiennent une relation positive avec lui (Jaegers & Lafontaine, 2018). Jarlégan, Tazouti & Flieller (2011) ajoutent à cela que les garçons occupent une proportion plus importante que les filles en ce qui concerne les interactions sociales en classe, que ce soit pour répondre à des questions ou pour émettre des commentaires. D'après ces chercheurs, cette répartition inéquitable des interactions peut avoir pour conséquences non seulement de donner plus d'occasions aux garçons de construire de nouveaux savoirs complexes à travers la résolution d'exercices d'un plus haut niveau cognitif mais aussi de leur fournir plus d'opportunités d'évaluations formatives (Jarlégan et al., 2011).

Au niveau académique, les filles ressentent plus de soutien de la part de leur maître dans les résolutions des activités proposées que les garçons (Jaegers & Lafontaine, 2018). Comme le stipulent Jaegers et Lafontaine (2018), cette différence de perceptions pourrait être le fruit d'une réelle différence de comportement de l'enseignant en fonction du genre des élèves puisqu'il semblerait que les enseignants de mathématiques aient des attentes moins élevées au

niveau des performances quand il s'agit de filles que lorsqu'il s'agit de garçons (Wang, 2012 ; Jarlégan et al., 2011 ; Lafontaine & Dupont, 2019). Que les attentes et, par conséquent, le comportement du maître diffèrent réellement selon le genre ou qu'il s'agisse uniquement de perceptions qui ne se révèlent pas être le reflet de la réalité importe peu puisque l'espérance de réussite des élèves dépend directement de ces perceptions (Jaegers & Lafontaine, 2018). L'espérance de réussite étant un facteur influençant la motivation et, sachant que les filles éprouvent un sentiment de compétence plus faible que les garçons (OCDE, 2014 ; Lafontaine & Dupont, 2019), elle pourrait expliquer la différence de motivation entre les filles et les garçons vis-à-vis des mathématiques et, par conséquent, l'attrait qu'ils ont pour les carrières STEM selon leur genre, puisque la perception des attentes des enseignants est plus basse chez les filles et qu'elle influence donc négativement leur motivation et leur engagement dans les carrières STEM (Lauermann et al., 2017). Cette influence est d'ailleurs plus importante en ce qui concerne les filles qui réalisent les meilleures performances en mathématiques, c'est-à-dire précisément le public féminin susceptible de s'investir dans des carrières à visée mathématique (Wang, 2012), et reste significative lorsque les variables de l'origine socio-économique et des performances sont tenues sous contrôle (Jaegers et Lafontaine, 2018).

Wang (2012) ajoute que l'espérance de réussite des filles dépend davantage des retours externes qu'elles reçoivent. D'après ce chercheur, elles auraient plus besoin de feedbacks des professeurs que les garçons pour être motivées par les mathématiques. Aussi, ces retours auraient plus d'impact sur leur espérance de réussite que ce qu'ils en ont sur celle des garçons.

Le fait que l'implication du maître soit un facteur plus important pour les filles peut être mis en relation avec ce qui a été développé dans la partie de la revue de littérature consacrée au concept de motivation, à savoir le fait que les filles seraient plus sensibles aux aspects relationnels et apprécieraient davantage les contacts humains (Eccles & Wang, 2015). Ainsi, le climat soutenant tel qu'il est présenté dans le modèle tri-dimensionnel de Klieme est d'autant plus important pour les filles en ce qui concerne les mathématiques et pourrait être mis en lien avec le besoin d'appartenance à un groupe, qui, comme cela a été expliqué, est un des trois besoins fondamentaux favorisant la motivation autorégulée selon la théorie de Ryan et Deci (2000). En effet, une atmosphère chaleureuse et attentionnée ainsi qu'un climat respectueux et bienveillant accentuent le sentiment d'appartenance, un des trois besoins fondamentaux de la théorie de l'auto-détermination (Lipowsky et al., 2009 ; Ryan & Deci, 2000).

6.3. La gestion claire et structurée de la classe

Le dernier pilier du modèle tri-dimensionnel de Klieme est la gestion claire de la classe. Selon Lipowsky et al. (2009), les opportunités d'apprentissage sont fortement dépendantes de la gestion de classe. Sachant que le temps dédié à l'apprentissage des mathématiques est une caractéristique principale d'un enseignement efficace de cette matière (Grouws & Cebulla, 2000 ; cités par Lipowsky et al., 2009 ; Goldhammer et al., 2014), ce troisième pilier prend toute son importance : une bonne gestion de classe permet aux élèves d'accorder plus de temps à l'apprentissage et de s'y investir davantage (Hochweber et al., 2014). Une gestion claire et structurée de la classe se caractérise par la rareté des problèmes disciplinaires et des perturbations pendant les cours ainsi que par la gestion de l'enseignant des comportements inadéquats et des conflits (Lipowsky et al., 2009 ; Quittre et al., 2018). Pour ce faire, l'enseignant doit prévoir ses leçons de manière claire et structurée afin de capter et de conserver l'attention de tous les élèves tout au long de la leçon (Quittre et al., 2018) mais il doit aussi établir des règles explicites, les faire respecter et gérer tous les écarts de comportement tant qu'ils sont minimes (Lipowsky et al., 2009).

Lipowsky et al. (2009) citent de nombreux chercheurs ayant démontré l'impact positif de la gestion claire de la classe sur l'apprentissage des élèves et expliquant cet effet par le temps supplémentaire accordé aux enseignements ainsi que par le climat serein dans lequel les élèves peuvent plus facilement s'investir dans leur apprentissage. De plus, leur recherche démontre que, plus les élèves passent du temps sur le théorème de Pythagore, plus ils se sentent familiers avec ce concept et plus ils sont performants au post-test qui leur est proposé (Lipowsky et al., 2009).

6.4. La mise en place de ces pratiques pour favoriser la motivation et améliorer les performances

Les conclusions de la recherche de Lipowsky et al. (2009) démontrent que l'activation cognitive et la gestion de la classe, notamment à travers le temps dédié à l'apprentissage, sont positivement et directement corrélées avec les performances des élèves. Or, le niveau de performances des élèves en mathématiques est un prédicteur du choix des options mathématiques et de l'engagement dans les carrières STEM (OCDE, 2014).

Le climat soutenant n'est pas directement lié aux performances mais peut jouer un rôle indirect. Selon Lipowsky et al. (2009), plus les enseignants pratiquent l'activation cognitive et le climat soutenant dans leurs classes, plus ils auront de chances de « transformer » l'intérêt des élèves pour les mathématiques en compétences élevées dans cette branche. De plus, ces chercheurs démontrent l'influence directe du climat soutenant sur la motivation des élèves mais aussi, plus spécifiquement, sur leur intérêt et leur sentiment de compétence.

Les recherches sur le modèle tri-dimensionnel de Klieme démontrent donc que les pratiques des enseignants ont un réel impact sur la relation entre l'intérêt des élèves et sur leurs performances (Lipowsky et al., 2009). Toutefois, ces mêmes pratiques n'ont pas nécessairement le même effet sur les résultats des élèves puisqu'il faut prendre en compte les caractéristiques individuelles de chaque élève, qu'elles concernent leur façon d'apprendre ou leurs préférences affectives. En effet, comme cela a déjà été explicité, l'activation cognitive a, par exemple, un effet différent sur les performances des élèves en fonction de leur intérêt au départ. Toutes les pratiques mises en évidence à travers ce modèle sont donc également dépendantes des particularités personnelles de l'élève en question (Lipowsky et al., 2009).

Aussi, les pratiques favorisant le climat soutenant et l'activation cognitive se retrouvent dans les pratiques pédagogiques suggérées par Sarrazin et al. (2006) pour favoriser un climat de maîtrise. Et, selon Lazarides et Watt (2014), le fait que l'enseignant instaure un climat de maîtrise aurait un effet positif sur les ambitions de carrières mathématiques des élèves.

Toujours en se basant sur ce modèle des pratiques enseignantes, Klieme (2009, cité par Quittre et al., 2018) insiste tout de même sur le fait que, pour être efficace, l'enseignement doit combiner ces trois piliers. En effet, la mise en place de pratiques inhérentes à un pilier isolé ne serait pas suffisante pour favoriser au mieux l'apprentissage des élèves. Un enseignement efficace combine donc ces trois types de facteurs afin de proposer différentes approches aux élèves et de les varier. Au contraire, l'exploitation d'une même approche ou d'un unique pilier pourrait se révéler contreproductive (Quittre et al., 2018). Quittre et al. (2018) justifient notamment leur hypothèse par l'étude de la curvilinéarité de deux approches d'enseignement différentes (l'enseignement par investigation scientifique et l'enseignement direct) à l'aide de graphiques présentés en annexe 3 et démontrant l'effet de ces approches sur les performances des élèves selon qu'elles sont fréquemment mises en place par l'enseignant ou non. Ces graphiques montrent que l'effet positif sur les performances en sciences des élèves est moindre quand elles sont très rarement ou très souvent utilisées par l'enseignant.

Au contraire, leur impact sur les performances des élèves en sciences est plus positif lorsque qu'elles sont utilisées modérément. Cela peut se traduire par le fait que l'enseignement s'avère plus efficace lorsque les approches sont nuancées et variées (Quittre et al., 2018).

Pour conclure, les pratiques enseignantes pourraient se révéler être un levier intéressant dans le cadre de notre recherche étant donné que la perception que les élèves en ont aurait, d'après Lazarides, Rohowski, Ohlemann et Ittel (2016), un effet indirect sur leurs ambitions de carrières à travers l'influence qu'elles ont sur leur motivation intrinsèque. Ainsi, sachant que plusieurs facteurs, tels que, par exemples, le sentiment de compétence (Bandura, 2007) ainsi que le soutien de l'enseignant (Lipowsky et al., 2009 ; Wang, 2012) jouent un rôle sur la motivation des élèves, il semble intéressant d'approfondir ces pistes afin de vérifier si la mise en place de pratiques pédagogiques spécifiques pourrait encourager davantage les filles à choisir des options mathématiques et à envisager de réaliser une carrière dans ce domaine.

7. Conclusion

Après avoir fait le point sur l'orientation dans les filières mathématiques selon le genre des étudiants, la revue de littérature a permis de mettre en évidence les disparités observées entre les filles et les garçons qui peuvent partiellement expliquer la différence d'engagement dans les études et les carrières STEM selon le genre. Nous noterons ainsi la différence de performances, de goûts, de valeurs personnelles, de sentiment de compétence ainsi que de valeur et d'intérêt accordés aux mathématiques entre les filles et les garçons (Watt, 2006 ; Wang, 2012 ; Bieri Buschor, 2013 ; OCDE, 2014 ; Eccles & Wang, 2015 ; Mullis et al., 2016 ; Lafontaine & Dupont, 2019).

D'autre part, nous avons pu mettre en exergue les facteurs favorisant l'engagement des filles dans les filières et métiers mathématiques et scientifiques. Ainsi, la littérature met en évidence l'impact des expériences vécues à l'école, et notamment les attentes des enseignants. Elle souligne également l'importance de faire coïncider les intérêts et les valeurs des filles avec les études mais aussi avec les métiers mathématiques et scientifiques. L'influence familiale, l'importance des modèles et le rôle des stéréotypes sociaux, tout comme le « prestige » du statut social futur, auraient également un effet sur l'engagement des filles dans cette voie. Pour finir, la fréquentation des options mathématiques en fin de parcours secondaire serait directement liée à l'engagement des filles dans les filières mathématiques et

scientifiques (Larose, 2006 ; Watt, 2006 ; Smeding, 2012 ; Wang, 2012 ; Bieri Buschor et al., 2013 ; Eccles & Wang, 2015 ; Levine et al., 2015 ; Riegle-Crumb et al., 2015 ; Amon, 2017 ; Lauermann et al., 2017 ; Lafontaine & Dupont, 2019).

La littérature a également mis en lumière l'importance de favoriser la motivation des filles vis-à-vis des mathématiques puisque cette motivation serait liée aux aspirations mathématiques des élèves. D'après Watt (2006), la motivation en mathématique est directement et significativement corrélée avec la fréquentation des options mathématiques en fin de parcours secondaire et cette fréquentation est elle-même directement liée aux choix d'études et de carrières STEM. Selon d'autres recherches (Lazarides & Watt, 2014 ; Lazarides et al., 2016), l'influence de la motivation des élèves sur leurs intentions de carrières mathématiques serait directe.

Les théories motivationnelles ainsi que le modèle tri-dimensionnel de Klieme ont démontré l'influence des pratiques pédagogiques sur la motivation des élèves. En effet, favoriser les trois besoins fondamentaux (le besoin d'autonomie, le besoin de compétence et le besoin d'appartenance à un groupe) influencerait positivement la motivation intrinsèque des élèves, et donc des filles, en mathématiques. Aussi, instaurer un climat de maîtrise et renforcer le sentiment d'efficacité ainsi que la valeur accordée aux mathématiques auraient également une influence positive sur la motivation des jeunes dans cette matière. Enfin, favoriser un climat soutenant, l'activation cognitive et la gestion claire et efficace de la classe motiverait également les élèves, et notamment les filles. Toutes ces pistes pourraient, par conséquent, à travers l'augmentation de la motivation, laisser plus d'opportunités aux filles de choisir des options mathématiques et de s'engager dans des études et des carrières STEM (Deci & Ryan, 2000 ; Ryan & Deci, 2000 ; Wigfield & Eccles, 2000 ; Sarrazin et al, 2006 ; Dupeyrat et al., 2006 ; Darnon et al., 2006 ; Vanlede et al., 2006 ; Lipowsky et al., 2009, Leroy et al., 2013, Quittre et al., 2018).

La revue de littérature proposée nous permet donc de poser des hypothèses quant à l'impact des pratiques pédagogiques des enseignants de mathématiques sur les choix d'options, d'études et de carrières de leurs élèves. La vérification de ces hypothèses nous permettra par ailleurs de tenter de répondre à la question de recherche autour de laquelle s'articule ce travail.

III. Hypothèses/Question de recherche

Nous avons connaissance que la motivation des élèves en ce qui concerne le cours de mathématiques influence le choix de fréquentation de cours de mathématiques fortes en fin de secondaire et donc indirectement (Watt, 2006) ou même directement (Lazarides & Watt, 2014 ; Lazarides et al., 2016) l'engagement dans une carrière STEM (Watt, 2006). De ce fait, il semble important de mettre tout en œuvre afin de motiver les jeunes à l'égard de cette matière, et particulièrement les filles. En effet, nous savons qu'elles sont moins nombreuses à s'inscrire dans les cours de mathématiques fortes et, par la suite, dans des études supérieures à visée mathématique (OCDE, 2014). Les enseignants, pour leur laisser l'opportunité de s'engager dans ce genre de carrières, devraient adapter leur comportement et leur manière de faire dans le but de stimuler l'intérêt des filles pour les mathématiques et pour les sciences.

C'est pourquoi, ce travail a pour intention de mettre en lumière les pratiques des enseignants qui affectent positivement la motivation des filles vis-à-vis des mathématiques et, ainsi de répondre à la question suivante :

Quelles sont les pratiques des enseignants qui influencent l'orientation des filles vers l'option mathématique forte en rhétorique et, par la suite, vers des études et des carrières STEM ? Et quelles sont les pratiques qui, au contraire, peuvent les en décourager ?

En regard de la revue de littérature précédemment développée, certaines hypothèses visant à répondre à cette question de recherche peuvent être posées. Ainsi, nous allons tenter de vérifier si :

- Les filles qui affirment avoir eu des professeurs favorisant un climat soutenant dans le cours de mathématiques choisissent davantage les options mathématiques et présentent davantage d'aspirations liées à cette matière.

- Les filles qui affirment avoir eu des professeurs favorisant l'activation cognitive dans le cours de mathématiques choisissent davantage les options mathématiques et présentent davantage d'aspirations liées à cette matière.

- Les filles qui affirment avoir eu des professeurs pratiquant une bonne gestion de classe dans le cours de mathématiques choisissent davantage les options mathématiques et présentent davantage d'aspirations liées à cette matière.

- La mise en place de pratiques pédagogiques efficaces selon le modèle tri-dimensionnel de Klieme (le climat soutenant, l'activation cognitive et la bonne gestion de la classe) influence positivement la motivation des filles vis-à-vis des mathématiques.

Les trois premières hypothèses seront vérifiées à la fois dans la partie quantitative et dans la partie qualitative de cette étude. La dernière hypothèse sera, quant à elle, uniquement étudiée dans la partie qualitative de cette recherche.

IV. Méthodologie

Cette recherche se compose de deux parties distinctes : une partie quantitative et une partie qualitative. Ces deux parties visent à mettre en évidence les pratiques pédagogiques favorisant l'investissement des filles dans les études et carrières à visée mathématique et scientifique et à confirmer ou infirmer les hypothèses posées ci-dessus.

1. Analyses quantitatives

1.1. Échantillon

La première partie de cette recherche consiste en des analyses quantitatives se basant sur des données récoltées par Doriane Jaegers dans le cadre de sa thèse. Les données ont été recueillies en 2015-2016 grâce à un questionnaire soumis à 434 filles et 389 garçons de rhétorique, c'est-à-dire à 823 étudiants.

1.2. Instruments de mesure

Dans le questionnaire soumis aux élèves, plusieurs variables étaient étudiées mais nous ne développerons que celles qui ont servi à réaliser les analyses exploitées dans cette recherche. Pour chaque variable, l'alpha de Cronbach a été calculé afin de déterminer la pertinence et la qualité des items en fonction de ce qu'ils avaient l'intention de mesurer. Les items de chaque variable sont présentés en annexe 4 et les alphas de Cronbach pour chaque variable sont présentés en annexe 5. Ainsi, les variables que nous avons retenues pour tenter de dégager les pratiques des enseignants favorisant l'engagement dans les mathématiques sont :

- la perception de la pertinence de l'enseignement fourni ($\alpha = 0.78$),
- la perception des feedbacks ($\alpha = 0.72$) ;
- la perception du caractère dirigé de l'enseignement, c'est-à-dire le fait que les élèves connaissent les objectifs et savent vers où ils vont ($\alpha = 0.73$) ;
- la perception de l'implication de l'enseignant (qui se compose à la fois des perceptions du soutien social et du soutien académique qu'il apporte à ses élèves) ($\alpha = 0.86$) ;

- la perception de la gestion de classe ($\alpha = 0.87$) ;
- la perception de l'activation cognitive ($\alpha = 0.69$) ;
- la perception des attentes de l'enseignant ($\alpha = 0.86$).

Tous les alphas de Cronbach calculés dans le cadre de ces analyses varient de 0.69 à 0.87 et démontrent, de ce fait, une certaine consistance interne des différentes échelles.

Ces variables, concernant les pratiques des enseignants, ont également été mises en lien avec le choix d'option mathématique des étudiants ainsi que leurs aspirations mathématiques, c'est-à-dire le fait d'envisager en faire leur métier.

Le choix d'option a été mesuré à travers le questionnaire soumis : une question était destinée à demander aux élèves le nombre d'heures de mathématiques qu'ils suivaient par semaine. Les élèves qui avaient 4 heures de mathématiques ou moins ont été codés 0 (mathématiques faibles) alors que ceux qui avaient plus de 4 heures par semaine ont été codés 1 (mathématiques fortes).

Les aspirations mathématiques ont, quant à elles, été mesurées à travers une question qui demandait aux élèves quel métier ils pensaient exercer quand ils auront 30 ans. Etant donné que dans la littérature francophone, aucune classification des métiers mathématiques n'existe, les analyses se sont basées sur la classification O*NET (Occupational Information Network - U.S. Department of Labor Employment and Training Administration, 1998). Cette classification établit une liste de métiers en rapport avec les mathématiques. Ces derniers sont classés en fonction du niveau requis en mathématiques (sur une échelle de 100) pour exercer la profession. Les métiers dont le niveau requis en mathématiques était supérieur à 50 ont reçu le code 1, c'est-à-dire qu'ils sollicitent régulièrement les mathématiques, les autres, sans lien avec les mathématiques, ont reçu le code 0.

1.3. Analyses

Tout d'abord, les données ont été analysées de manière à comparer les moyennes des filles et des garçons interrogés en ce qui concerne leurs perceptions des pratiques pédagogiques de leurs enseignants de mathématiques. Pour ce faire, un score a été calculé pour chacune des pratiques des enseignants reprises ci-dessus. Pour chaque pratique

d'enseignement, chaque élève a un score qui correspond à la somme des valeurs sur les différents items de l'échelle divisée par le nombre total d'items de l'échelle. Le score moyen des filles est donc la somme des scores des filles pour une même échelle divisée par le nombre de filles interrogées alors que le score moyen des garçons est la somme des scores des garçons pour une même échelle divisée par le nombre de garçons interrogés. Ainsi, le score moyen de toutes les filles interrogées peut être comparé au score moyen de tous les garçons interrogés pour chaque variable. De cette manière, cette analyse permet de vérifier les différences de perceptions des pratiques pédagogiques selon le genre de l'étudiant.

Ensuite, afin d'affiner les analyses, nous avons comparé les perceptions des pratiques des enseignants de mathématiques des filles selon l'option choisie en 6^e année secondaire. Cette analyse consiste également en un calcul de moyennes et a été réalisée suivant la même démarche : le score moyen des filles est la somme des scores des filles pour une même échelle divisée par le nombre de filles faisant partie de chaque catégorie (mathématiques fortes ou mathématiques faibles). Ainsi les scores moyens obtenus pour chaque pratique pédagogique peuvent être comparés selon l'option choisie.

Enfin, la même analyse a été réalisée pour les garçons interrogés selon la même méthodologie et avec les mêmes catégories (mathématiques fortes et mathématiques faibles).

La dernière analyse consiste en la création de 3 *clusters* représentant des profils « types » d'étudiantes et d'étudiants selon les données recueillies quant aux perceptions des pratiques des enseignants. Cette analyse a été réalisée une fois pour les filles et une fois pour les garçons. Les *clusters* peuvent donc être comparés en tenant compte de la proportion d'élèves qui ont choisi l'option mathématique forte ou pas, et qui présentent ou ne présentent pas d'aspirations mathématiques dans chaque *cluster*. Ainsi, des liens et des hypothèses peuvent être émis entre les pratiques des enseignants et l'engagement des filles dans cette option. Mais il est également possible de comparer les pratiques pédagogiques perçues dans les *clusters* des filles et des garçons afin de les mettre en parallèle selon le genre. De plus, il sera intéressant de vérifier la proportion d'élèves qui choisissent les options mathématiques et qui affirment avoir des aspirations envers cette matière selon leur genre lorsqu'ils appartiennent à des *clusters* présentant le même type de pratiques pédagogiques.

2. Analyse qualitative

2.1. Échantillon

La deuxième partie de la recherche consiste, quant à elle, en une analyse qualitative se basant sur l'interview de dix filles de rhétorique fréquentant le cours de mathématiques fortes dans une école de la Fédération Wallonie-Bruxelles.

Le choix des sujets interrogés s'est réalisé sur base de leur fréquentation du cours de mathématiques fortes (6 à 10 heures par semaine). Avec l'accord de la direction de l'établissement (annexe 6), nous nous sommes rendues dans les classes de rhétorique présentant des filles ayant choisi l'option mathématique et avons expliqué le projet. Ce premier contact a permis de distribuer à chaque fille concernée une lettre explicative, présentée en annexe 7. Cette lettre, accompagnée d'un talon de réponse, était destinée à leurs parents si elles étaient mineures, ou à elles-mêmes si elles étaient majeures. Ce talon de réponse devait être complété pour acter leur accord à la participation à cette recherche. Toutes les filles ayant rendu ce talon complété ont reçu une fiche, disponible en annexe 8, leur demandant leurs coordonnées, leurs résultats moyens en mathématiques et leur ambition d'études et de carrière futures.

A l'origine, notre intention était d'interroger 10 filles quant aux aspects motivationnels et aux pratiques pédagogiques pouvant expliquer leur engagement ou non dans les études et carrières à visée mathématique ou scientifique. Ainsi, il nous avait semblé intéressant de sélectionner 5 filles voulant s'engager dans les carrières STEM et 5 filles ne le souhaitant pas afin d'analyser les réponses de ces deux groupes parallèlement. Cependant, parmi les participantes, une seule fille était sûre de ne pas vouloir s'engager dans des études mathématiques et deux autres avaient l'intention d'entreprendre des études d'ingénieur de gestion à la Haute Ecole de Commerce (HEC), qui, bien que les métiers qui en découlent ne fassent pas partie des carrières STEM, consistent en des études qui font tout de même appel aux mathématiques. De ce fait, pour des raisons pratiques, au vu des sujets disponibles pour répondre aux questions de l'entretien, il a semblé plus pertinent de choisir 10 filles souhaitant entreprendre des études à caractère mathématique ou scientifique et d'en choisir environ la moitié qui se dirigeait plutôt vers les carrières à visée mathématique et physique (MPECS) et l'autre moitié qui envisageait d'entreprendre des études HBMS, c'est-à-dire plutôt scientifiques (dans le domaine médical ou biologique). Les dix filles ont donc été

sélectionnées selon ces critères et des rendez-vous ont été pris dans le courant du mois d'avril 2019 pour réaliser les interviews.

2.2. Instruments de mesure

Chaque entretien s'est déroulé durant une heure de fourche ou le temps de midi des sujets et ceux-ci ont été interrogés selon un canevas préétabli, présent en annexe 9. Ainsi, chaque entretien a duré entre 30 et 45 minutes. Les questions du canevas concernaient les différentes pratiques pédagogiques du modèle tri-dimensionnel de Klieme et leurs impacts motivationnels en se concentrant sur les aspects mis en évidence dans les trois théories motivationnelles exploitées dans la revue de littérature. De plus, certaines questions étaient volontairement plus vagues de manière à ce que les filles puissent mentionner tous les aspects qui leur semblaient importants pour répondre aux questions et certaines se tournaient davantage sur l'aspect sociétal et l'impact des stéréotypes dans leur choix d'études.

Bien que le canevas complet de l'interview soit présenté à l'annexe 9, les aspects principaux qui y sont abordés sont :

- d'une part, la motivation vis-à-vis des mathématiques : l'intérêt pour cette matière, la valeur que les étudiantes y accordent, la perception de l'utilité qu'elles en ont en général ou plus spécifiquement d'un point de vue professionnel, le besoin et le sentiment de compétence, les performances, le rapport coût-bénéfice, la satisfaction apportée par la réussite, le besoin d'autonomie, la place accordée à la créativité, les buts d'accomplissements, la collaboration entre élèves, le sentiment d'appartenance.
- d'autre part, les pratiques des enseignants : l'activation cognitive (la présence de défis à relever, d'exercices demandant réflexion, les types d'activités favorites, l'autonomie laissée) la gestion claire et structurée (présentation des objectifs de la séquence, discipline en classe) et le climat soutenant (intérêt de l'enseignant pour les ambitions futures des élèves, le soutien social et académique de l'enseignant, les attentes des enseignants ainsi que leur satisfaction, les feedbacks (positifs et constructifs ou plutôt négatifs), la valorisation des efforts et du travail ou des résultats, le statut de l'erreur, l'adaptation à l'individualité des élèves).

- enfin, l'aspect sociétal et les stéréotypes de genre : les valeurs personnelles des étudiantes, leurs objectifs de vie et leurs priorités, l'avis de leur entourage, leur tempérament et leur caractère.

2.3. Analyse

Ces questions ont été posées afin de récolter des données nécessaires à la vérification des hypothèses précédemment émises. De ce fait, nous avons retranscrit les entretiens, disponibles en annexes 10, et réalisé un tableau, disponible en annexes 11, permettant l'analyse des données recueillies selon les informations présentes dans la revue de littérature. Le but a donc été de faire émerger tout d'abord les facteurs de choix de l'option mathématique forte pour les jeunes filles ainsi que ceux qui les poussent à envisager une carrière STEM. Ces analyses permettent aussi de mettre en évidence ce qui les motive vis-à-vis des mathématiques sur base des trois théories motivationnelles développées dans la revue de littérature et, enfin, les pratiques pédagogiques qu'elles déclarent être motivantes ou importantes.

Par la suite, ces données seront mises en parallèle avec les résultats des analyses quantitatives et les informations de la revue de littérature afin de se positionner quant aux hypothèses émises mais aussi dans le but de répondre à la question à l'origine de cette recherche.

V. Présentation des résultats

1. Analyses quantitatives

1.1. Comparaisons de moyennes

La première analyse a pour intention de comparer les perceptions des pratiques des enseignants selon le genre de l'étudiant sans prendre en considération son option. Nous constatons deux différences significatives en ce qui concerne les perceptions des filles et des garçons : leur perception quant aux feedbacks et à l'implication de l'enseignant diffèrent significativement selon le genre des élèves interrogés. En effet, dans leur cours de mathématiques, les garçons perçoivent plus les feedbacks que les filles alors que les filles perçoivent davantage l'implication de leur enseignant.

Tableau 1 : Différences de perceptions des pratiques pédagogiques en mathématiques selon le genre de l'étudiant.

Pratiques pédagogiques	Garçons		Filles		Pr < F
	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type	
Pertinence de l'enseignement	2,71	0,64	2,69	0,66	0.5189
Feedback	2,09	0,72	1,97	0,73	0.0208
Enseignement dirigé	2,79	0,60	2,81	0,65	0.5613
Implication de l'enseignant	3,01	0,51	3,10	0,55	0.0332
Gestion de la classe	3,11	0,72	3,13	0,75	0.5789
Activation cognitive	2,42	0,52	2,41	0,58	0.7383
Attentes de l'enseignant	2,79	0,62	2,73	0,61	0.1667

L'analyse suivante compare les perceptions qu'ont les filles des pratiques de leur enseignant de mathématiques selon qu'elles ont choisi l'option mathématique forte (6 heures ou plus de mathématiques par semaine) ou pas (moins de 6 heures de mathématiques par

semaine) en 6^e année secondaire. Les résultats de cette analyse démontrent que les perceptions des pratiques des enseignants de mathématiques varient significativement selon l'option que les filles ont choisie : c'est le cas pour toutes les variables étudiées à l'exception de la perception du caractère dirigé de l'enseignement. Ainsi, les filles qui sont en mathématiques fortes perçoivent davantage, dans leur cours de mathématiques, la pertinence de l'enseignement, les feedbacks, l'implication de l'enseignant, la bonne gestion de la classe, l'activation cognitive et les attentes des enseignants que les filles qui n'ont pas choisi cette option.

Tableau 2 : Différences de perceptions des pratiques pédagogiques des filles selon qu'elles sont en mathématiques fortes (6 heures ou plus par semaine) ou non (moins de 6 heures par semaine).

Pratiques pédagogiques	Maths fortes		Maths faibles		Pr > F
	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type	
Pertinence de l'enseignement	2,93	0,58	2,55	0,66	<.0001
Feedback	2,14	0,68	1,88	0,75	0.0003
Enseignement dirigé	2,82	0,58	2,81	0,69	0.9078
Implication de l'enseignant	3,25	0,52	3,01	0,56	<.0001
Gestion de la classe	3,39	0,62	2,99	0,77	<.0001
Activation cognitive	2,63	0,55	2,29	0,56	<.0001
Attentes de l'enseignant	2,84	0,64	2,67	0,59	0.0056

Enfin, lorsque nous réalisons la même analyse en ce qui concerne les garçons, les résultats montrent que leurs perceptions des pratiques des enseignants de mathématiques varient également significativement selon qu'ils ont choisi de suivre l'option mathématique forte ou non. Comme pour les filles cette variation est observée pour chacune des variables étudiées hormis la perception du caractère dirigé de l'enseignement. Ainsi, les garçons qui sont en mathématiques fortes perçoivent davantage, dans leur cours de mathématiques, la pertinence de l'enseignement, les feedbacks, l'implication de l'enseignant, la bonne gestion

de la classe, l'activation cognitive et les attentes des enseignants que les garçons qui n'ont pas choisi cette option.

Tableau 3 : Différences de perceptions des pratiques pédagogiques des garçons selon qu'ils sont en mathématiques fortes (6 heures ou plus par semaine) ou non (moins de 6 heures par semaine).

Pratiques pédagogiques	Maths fortes		Maths faibles		Pr > F
	moyenne	écart-type	moyenne	écart-type	
Pertinence de l'enseignement	2,90	0,60	2,57	0,63	<.0001
Feedback	2,33	0,71	1,91	0,67	<.0001
Enseignement dirigé	2,80	0,56	2,78	0,63	0.7251
Implication de l'enseignant	3,12	0,50	2,94	0,50	0.0006
Gestion de la classe	3,33	0,66	2,94	0,73	<.0001
Activation cognitive	2,56	0,55	2,32	0,46	<.0001
Attentes de l'enseignant	2,94	0,63	2,68	0,59	<.0001

En **conclusion**, ces analyses démontrent que, sans prendre en considération l'option dans laquelle les élèves sont inscrits, les filles ont des perceptions différentes des garçons en ce qui concerne l'implication de l'enseignant et les feedbacks reçus dans leur cours de mathématiques : les filles perçoivent davantage l'implication de leur professeur de mathématiques alors qu'elles perçoivent moins ses feedbacks que les garçons. Les élèves ne semblent donc pas égaux face à ces deux variables. Il est important de le souligner étant donné que le but de cette recherche est de permettre autant aux filles qu'aux garçons d'entreprendre des études et des carrières STEM et que nous savons que la fréquentation des cours de haut niveau en mathématiques dépend de la motivation de l'élève et, par la suite, influence son choix d'étude et de carrière (Watt, 2006).

De plus, les deux derniers tableaux indiquent que les perceptions des élèves, tant des filles que des garçons, en ce qui concerne l'enseignement qui leur est prodigué varient

significativement sur presque toutes les variables selon qu'ils ont choisi l'option mathématique forte ou non. En effet, tant les filles que les garçons qui suivent l'option mathématique perçoivent davantage, dans leur cours de mathématiques, la quasi-totalité des variables étudiées par rapport à leurs pairs qui ne suivent pas cette option.

1.2. Analyse en *clusters*

L'analyse en *clusters* a mené à trois profils de filles selon leurs perceptions des pratiques d'enseignement.

	Pertinence	Feedbacks	Caractère dirigé	Implication de l'ens.	Gestion de classe	Activation cognitive
Profil 1 N = 171	2.8157895	1.6101365	2.8549708	3.0827068	3.5107212	2.4526316
Profil 2 N = 117	2.0876068	1.6780627	2.3025641	2.6874237	2.3732194	2.2547009
Profil 3 N = 123	3.1341463	2.7967480	3.3235772	3.5075494	3.3875339	2.5040650

	« maths fortes »	aspirations math.
Profil 1 (N = 171)	41,52%	15,85%
Profil 2 (N = 117)	21,37%	5,26%
Profil 3 (N = 123)	42,28%	23,67%

Le premier *cluster* se caractérise par une perception élevée de l'implication de l'enseignant, de la bonne gestion de classe mais aussi par une perception faible des feedbacks. Bien que 41,52% des filles percevant un tel contexte pédagogique en mathématiques fréquentent l'option mathématique forte, les filles sont peu nombreuses à présenter des aspirations en mathématiques dans ce *cluster*.

Le second *cluster* est caractérisé, quant à lui, par une faible perception des feedbacks, la perception d'une moins bonne gestion de la classe, en comparaison au 1^{er} mais également au 3^e *clusters*, ainsi que par la perception plus faible de la pertinence du cours. En regard de la théorie exposée dans la revue de littérature, ce *cluster* représente donc un climat moins positif

d'apprentissage. Dans ce contexte pédagogique, très peu de filles semblent avoir des aspirations pour les mathématiques et seulement 21,37% ont choisi l'option mathématique forte.

Enfin, le troisième *cluster* se définit par la forte perception de la pertinence du cours, du caractère dirigé de l'enseignement, du soutien apporté par l'enseignant mais également de la bonne gestion de classe. Selon la revue de littérature, et le modèle tri-dimensionnel de Klieme en particulier, ce *cluster* représente donc le climat de classe le plus positif des trois *clusters* analysés. Près d'un quart des filles qui étudient les mathématiques dans un tel contexte pédagogique présentent des aspirations pour les mathématiques et presque la moitié suit l'option mathématique forte.

Au vu des pourcentages des filles qui présentent des aspirations mathématiques et qui suivent l'option mathématiques fortes dans chaque *cluster*, il semblerait que la théorie du modèle tri-dimensionnel de Klieme se vérifie et que le troisième *cluster* soit l'environnement le plus stimulant pour elles.

Afin de vérifier si les garçons présentent des aspirations mathématiques et fréquentent cette option selon le même contexte pédagogique que les filles, la même analyse a été réalisée pour les garçons interrogés et trois profils de garçons ont une nouvelle fois été créés selon leurs perceptions des pratiques d'enseignement.

	Pertinence	Feedbacks	Caractère dirigé	Implication de l'ens.	Gestion de classe	Activation cognitive
Profil 1 N = 110	2.1431818	1.6454545	2.3363636	2.6220779	2.4424242	2.2327273
Profil 2 N = 120	3.1687500	2.7833333	3.2366667	3.3119048	3.3583333	2.7383333
Profil 3 N = 135	2.8111111	1.8814815	2.7881481	3.0634921	3.4345679	2.3348148

	« maths fortes »	aspirations math.
Profil 1 (N = 110)	29,09%	29,17%
Profil 2 (N = 120)	57,50%	42,86%
Profil 3 (N = 135)	39,26%	37,29%

Le premier *cluster* se définit par la faible perception des feedbacks et de la pertinence du cours de mathématiques. Selon la théorie, ce *cluster* illustre le climat d'apprentissage le moins positif des 3 *clusters* analysés. Environ 30% des garçons percevant ces pratiques dans leur cours de mathématiques présentent des aspirations mathématiques et environ la même proportion s'investit dans les options mathématiques en rhétorique.

Le deuxième *cluster* se caractérise par la forte perception de toutes les variables étudiées : la pertinence élevée du cours de mathématiques, une quantité importante de feedbacks, le caractère dirigé de l'enseignement, la grande implication de l'enseignant, une bonne gestion de la classe et l'activation cognitive des élèves. D'après le modèle tri-dimensionnel de Klieme, il s'agit du *cluster* représentant le climat d'apprentissage le plus positif de cette analyse. Près de la moitié des garçons de ce *cluster* présentent des aspirations mathématiques et plus de la moitié choisissent de suivre les options mathématiques.

Enfin, le dernier *cluster* créé est caractérisé par la présence importante de toutes les variables étudiées sauf celle des feedbacks, qui n'est pas très élevée. Ainsi, il fait apparaître notamment l'implication importante de l'enseignant ainsi que la bonne gestion de la classe. Dans ce contexte, 37,29% des garçons présentent des aspirations mathématiques et à peu près la même proportion fréquente les options mathématiques en 6^e année.

D'après les résultats obtenus, il semblerait donc que la théorie se vérifie une nouvelle fois et que le deuxième *cluster* représente un environnement scolaire particulièrement positif pour les garçons interrogés.

En **conclusion**, lorsque nous comparons l'environnement qui semble le plus favorable pour les filles, c'est-à-dire le *cluster* 3, avec celui qui semble le plus favorable pour les garçons, le *cluster* 2, nous constatons des valeurs similaires pour chaque variable. Ce sont les *clusters* qui affichent les valeurs les plus élevées pour chacune des variables étudiées. Ainsi, ils sont en accord avec la théorie du modèle tri-dimensionnel de Klieme selon lequel toutes les variables étudiées sont nécessaires pour mettre en place un climat d'apprentissage positif.

Cependant, dans ce type d'environnement, pour 42,28% de filles qui choisissent les options mathématiques, 57,50% de garçons font de même ; mais surtout, presque le double de garçons présentent des aspirations mathématiques (42,86% pour 23,68% filles). Cette différence se constate également dans les autres *clusters*. Les environnements qui semblent les moins favorables d'après le modèle tri-dimensionnel de Klieme, à savoir le *cluster* 1 pour

les garçons et le *cluster* 2 pour les filles, affichent en règle générale moins d'étudiants qui présentent des aspirations en mathématiques et qui suivent les options mathématiques en 6^e. Il y a toutefois une différence de proportion importante selon le genre : alors qu'à peu près 30% des garçons présentent des aspirations mathématiques et fréquentent des options fortes, 20% des filles de ce type d'environnement choisissent ces options et seuls 5% déclarent avoir des aspirations pour cette matière. Dans les environnements plus mitigés, on constate une proportion plus importante de filles qui choisissent de fréquenter les options mathématiques alors qu'une proportion plus petite de filles déclare avoir des aspirations dans cette branche.

Aussi, dans le cadre de cette recherche, il est important de souligner que le manque de feedbacks, à lui seul, semble avoir un effet sur les aspirations et le choix d'option des élèves. Cela se constate lors de la comparaison du *cluster* 2 avec le *cluster* 3 chez les garçons. Il en est de même pour les filles lorsque l'on compare les *clusters* 1 et 3, bien que, dans ce cas, la plupart des variables sont plus importantes dans le troisième *cluster*. Cette variable pourrait donc avoir un impact particulier sur la motivation des élèves en mathématiques et sur leur choix d'option, d'études et de carrière. C'est pourquoi, elle pourrait peut-être faire l'objet de pistes d'action visant à donner la même possibilité à tous les élèves d'entreprendre des études et carrières STEM.

2. Analyse qualitative

L'entretien de chaque participante, disponible en annexes 10, a été résumé en retenant les éléments qui semblaient pertinents en rapport à la revue de littérature proposée. Pour réaliser cette analyse, nous avons construit un tableau et y avons inscrit les éléments importants au niveau des facteurs d'engagement, de la motivation pour les mathématiques et des pratiques d'enseignement en fonction des trois piliers de Klieme (annexes 11).

2.1. Participante 1

La participante 1 a d'abord pensé faire des études pour être ingénieure mais son projet actuel est de réaliser une carrière scientifique : elle rêve de devenir médecin.

2.1.1. Facteurs d'engagement en mathématiques fortes et dans une carrière STEM

Cette participante ne ressent pas de difficultés en mathématiques, actuellement elle a une moyenne de 11/20. Elle a choisi cette option pour ne pas se fermer de portes et parce qu'elle savait qu'elle allait se diriger vers la médecine. Bien qu'elle n'ait pas demandé l'avis de ses parents ou d'autres personnes pour réaliser son choix d'option et de carrière, elle a toutefois un modèle scientifique dans sa famille, qui n'est autre que son papa, lui-même médecin. Nous pouvons donc imaginer qu'il valorise les carrières scientifiques.

Même si elle pense qu'il est important de réaliser des sacrifices durant ses études au niveau de sa vie sociale, la participante 1 pense que cela lui permettra par la suite de pouvoir profiter davantage de cette dernière et de sa vie familiale. En effet, il est important pour elle de pouvoir concilier le travail et la famille : *« Je sais que c'est dur parfois pour ma maman de ne jamais manger avec mon papa ou qu'il ne soit jamais là. Donc, je sais que je ne veux pas avoir ce genre de vie de famille. »*

Elle accorde beaucoup d'importance au contact avec les gens, fait preuve de beaucoup d'empathie et de compassion et veut faire quelque chose de bien : *« Mon rêve, c'est de sauver une vie. Du coup, si je peux en sauver plusieurs, ce sera encore mieux. »* De plus, si elle aime les responsabilités et se fixer des objectifs, elle a toutefois peur de se sentir « écrasée » par ceux-ci si elle s'en fixe trop. Elle n'aime pas être dirigée ni diriger les autres. C'est pourquoi, elle aimerait être son propre patron mais pas celui de quelqu'un d'autre.

2.1.2. Motivation vis-à-vis des mathématiques

La première et principale motivation de la participante 1 vis-à-vis des mathématiques est son ambition de carrière : son rêve de devenir médecin. C'est davantage pour cette raison qu'elle fait beaucoup de mathématiques et non parce qu'elle aime cela intrinsèquement. Ce qu'elle aime dans cette branche, c'est son aspect scientifique ainsi que l'esprit logique. Elle pense que ce dernier peut lui apporter quelque chose de positif dans la vie de tous les jours.

Dans le cours de mathématiques, plusieurs aspects semblent la motiver. Tout d'abord, elle accorde beaucoup d'importance au fait de réussir en mathématiques car cela lui procure plus de confiance en elle quant à la suite de son parcours scolaire et universitaire. Bien qu'elle aimerait que les points n'aient pas d'importance pour elle, elle reconnaît qu'ils en ont dans la

mesure où c'est en fonction de cela qu'elle réussira son année scolaire ou pas. De plus, ses parents y accordent assez d'importance et comparent ses résultats à ceux de sa jumelle. Cette comparaison émane des parents mais pas des deux sœurs qui n'aiment pas la compétition, ni entre elles ni avec les autres élèves de l'option. Même si cette étudiante affirme ne pas donner d'importance à ce que les autres pensent d'elle et que le plus important pour elle est de donner le meilleur d'elle-même, elle n'aime pas rater un exercice au tableau devant les autres. Elle accorde également de l'importance à ce que la professeure pense d'elle : « *j'espère qu'elle a tout de même une bonne image de moi car je bosse beaucoup pour les maths* ». Elle apprécie le fait que des sorties scolaires entre « maths fortes » soient organisées et qu'il y ait des groupes propres à cette option sur les réseaux sociaux pour s'entraider pour les devoirs et les contrôles à venir. Par contre, bien qu'elle pense qu'il est normal de beaucoup travailler pour se donner les moyens de réussir et ne pas être déçue de soi, elle travaille 5 à 6 heures par semaine pour son cours de mathématiques et ne constate pas toujours de résultats : « *quand les points ne suivent pas toujours... la quantité de travail... déception parfois* ». Elle n'a pas beaucoup confiance en elle, est très stressée et a besoin d'être rassurée.

2.1.3. Pratiques pédagogiques de ses enseignants

Elle accorde une part de responsabilité aux enseignants au niveau de sa motivation vis-à-vis des mathématiques.

En effet, une ancienne professeure l'a un peu dégoûtée des mathématiques : « *J'ai eu une prof un peu fainéante qui, quand on ne comprenait pas quelque chose, on devait se débrouiller et cela m'a un peu dégoûtée.* » De plus, cette enseignante semblait avoir une préférence pour les garçons de la classe puisqu'elle ne faisait pas participer les filles et ne les engageait pas dans le travail.

Au contraire, d'autres professeures lui ont donné envie de faire des mathématiques parce qu'elles respiraient la joie de vivre, s'investissaient dans leur travail, étaient disponibles pour elle, lui accordaient du temps, acceptaient de répondre gentiment à ses questions et de réexpliquer la matière, s'intéressaient à ses ambitions, donnaient des exercices supplémentaires pour préparer à l'examen d'entrée, l'encourageaient, reconnaissaient et valorisaient son travail et ses efforts plutôt que ses résultats, lui procuraient des feedbacks positifs et encourageants et se servaient de ses erreurs pour lui montrer comment ne plus les

faire. De plus, elle apprécie que certaines enseignantes respectent sa manière personnelle d'étudier, l'aident et lui laissent le choix dans les méthodes de résolution car cela la rassure : *« je préfère que de nous imposer une seule façon de faire et quand on ne la comprend pas, on sait que l'on ratera tout. »* Elle préfère les calculs simples d'application car il suffit de mémoriser la matière alors que quand elle fait des problèmes elle n'est jamais sûre d'elle. Elle aime que les enseignantes s'adaptent au rythme des élèves pour que tout le monde puisse suivre et qu'elles mettent la matière en pratique et en lien avec la vie réelle pour en comprendre l'utilité. Bien qu'elle n'accorde pas d'importance à la créativité au cours de mathématiques, puisqu'elle n'est elle-même pas créative, elle apprécie le fait de varier les thèmes pour ne pas toujours faire la même chose et avancer au fur et à mesure sans savoir ce qui est attendu à la fin, ce qui l'oblige à rester attentive. Aussi, elle trouve intéressant d'avoir des interrogations régulières car cela lui permet de s'habituer à étudier régulièrement, ce qu'elle sera obligée de faire lors de ses études universitaires. Enfin, elle préfère travailler seule car cela lui permet de savoir si elle est capable de faire l'exercice ou non mais elle reconnaît l'intérêt de travailler parfois à deux car son binôme peut utiliser une manière de procéder à laquelle elle n'aurait pas pensé. Elle estime donc que cette collaboration peut être enrichissante mais à condition que personne ne travaille plus vite que son associé, ce qui contraindrait ce dernier à copier bêtement.

En conclusion,

- **facteurs d'engagement** : goûts initiaux (aspect scientifique et esprit logique) et facilités en mathématiques, modèle familial et ambition prédéfinie de carrière, importance du contact avec les autres et de la vie familiale.
- **facteurs motivationnels** : importance de la réussite (performance), pas de compétition, manque de confiance en elle, besoin de reconnaissance de l'enseignant, coût important.
- **pratiques pédagogiques** : implication de l'enseignant, feedbacks ; pertinence du cours, préférence pour les activités d'activation cognitive moins élevée ; pas d'objectifs clairs.

2.2. Participante 2

La participante 2 a choisi l'option mathématique forte dans le but de devenir médecin.

2.2.1. Facteurs d'engagement en mathématiques fortes et dans une carrière STEM

Cette participante se considère comme une élève moyenne n'ayant pas de difficultés mais n'excellant pas non plus en mathématiques. Un membre de sa famille a réalisé une carrière STEM : son père est ingénieur. Elle accorde de l'importance à la vie professionnelle mais également à la vie sociale et elle espère garder du temps pour le consacrer à ses loisirs, notamment à la musique, et réaliser ses projets personnels. Elle n'aime pas trop travailler avec d'autres personnes : *« Je préférerais travailler toute seule ou alors dans un petit comité, je veux dire je n'aime pas trop les gens. Je n'aime pas gérer des gens, je n'aime pas être responsable de gens. Je n'aime pas non plus être sous la responsabilité de quelqu'un donc pourquoi pas travailler dans un petit cabinet en indépendant avec 2-3 autres personnes. »*

2.2.2. Motivation vis-à-vis des mathématiques

La participante 2 a choisi de suivre l'option mathématique forte pour ne pas se fermer de portes. Son intention est de faire une carrière de médecin. Depuis la 3^e secondaire, elle veut travailler dans les sciences et, en fin de 5^e, elle a décidé de faire la médecine car cela rassemble tout ce qu'elle aime : la biologie, la chimie, l'analyse, la résolution de problèmes et la recherche de nouvelles méthodes de résolution. Elle n'aime pas les mathématiques pour elles-mêmes : *« En fait, je suis plutôt intéressée par tout ce qui est sciences. (...) je pense que dans les sciences, on a vraiment besoin des maths, on est désavantagé quand on est en maths 4. »* Elle pense que les mathématiques permettent de mieux raisonner et de développer le cerveau. Elle trouve cette matière plus utile depuis la 4^e secondaire car elle est devenue plus concrète et plus liée à la vie courante. Elle aime les exercices expérimentaux, pour lesquels il faut réfléchir, et les fonctions compliquées. De plus, elle aime chercher la résolution par elle-même et utiliser des méthodes *« artisanales »*, qu'elle a trouvées elle-même.

Réussir en mathématiques est, pour elle, avant tout une question de performance : *« Je préfère la performance car je vois cela en fonction de points. Par exemple, j'ai beaucoup travaillé la première et la deuxième périodes, comme cela je me dis : c'est bon, j'ai beaucoup de points d'avance donc je me dis, en dernière période : c'est bon, je peux lâcher. »* Généralement, elle est motivée par l'esprit de compétition, mais ce n'est pas vraiment le cas en mathématiques puisqu'elle ne fait pas partie des meilleures. Elle n'est donc pas tellement dans la comparaison avec les autres dans ce cours mais accorde quand même de l'importance

à l'image que sa professeure et ses camarades de classe ont d'elle et de ses compétences : *« j'ai besoin d'avoir un petit peu de reconnaissance car, sinon, je me sens nulle et j'ai l'impression que je ne sais rien faire »*. De ce fait, bien que ses parents soient « cool » à ce sujet, elle a un haut niveau d'exigence avec elle-même en ce qui concerne ses performances. Réussir en mathématiques booste son estime de soi et la rend fière parce que c'est difficile.

Elle estime ne pas travailler beaucoup son cours de mathématiques et pense donc que l'investissement qu'elle y consacre en vaut la peine puisqu'il n'est pas énorme et lui permet tout de même de réussir, tout en continuant de faire ce qu'elle aime en dehors de l'école.

Elle peut être sûre d'elle dans certaines matières en mathématiques mais peut également se sentir dépassée dans d'autres. Elle est beaucoup plus stressée par les examens en mathématiques, surtout oraux, que les interrogations car, avec ces dernières, elle sait que si elle en rate une, elle peut se rattraper, ce qui n'est pas le cas avec les examens.

2.2.3. Pratiques pédagogiques de ses enseignants

Aucun de ses enseignants de mathématiques ne l'a découragée ou dégoûtée de cette matière. Elle souligne que sa professeure actuelle lui laisse le choix et, de ce fait, laisse place à la créativité, dans la manière de résoudre les exercices. Cette enseignante écoute l'avis et les méthodes de résolution de tout le monde et laisse de la place à la discussion et à la participation. Elle pense toutefois que les travaux de groupe, s'ils étaient plus nombreux, pourraient apporter encore plus de créativité dans la mesure où ils permettraient de découvrir de nouvelles méthodes de résolution auxquelles elle n'aurait peut-être pas pensé par elle-même. Elle ajoute que son enseignante est toujours disponible si les élèves ont des questions ou des demandes d'explications supplémentaires et qu'elle diversifie ses explications (dessins, démos, théorie) pour essayer de toucher tout le monde et que tout le monde comprenne. Elle apprécie particulièrement l'ambiance de la classe : *« Le cours est vraiment très interactif et en même temps, elle a beaucoup d'autorité, elle ne se laisse pas marcher dessus, c'est vraiment intéressant et elle explique très bien. »* Elle affirme également que son enseignante l'encourage, rend un correctif pour chaque contrôle, lui rend des feedbacks positifs et constructifs, se sert des erreurs pour réexpliquer la matière sans stigmatiser les élèves qui les font, les rassure et les aide : *« Elle ne culpabilise vraiment pas et ceux qui sont en échec souvent, par exemple une élève a 9 de moyenne, elle l'aide vraiment beaucoup, elle essaie*

vraiment de lui faire monter sa cote et ça marche. » Elle valorise le travail et les efforts fournis et pas seulement le résultat et elle fait comprendre que l'important est d'essayer et de faire de son mieux. D'après cette participante, sa professeure propose des exercices concrets, en lien avec la vie courante, et, malgré le rythme soutenu des leçons, consacre du temps aux difficultés rencontrées lors des exercices. Toutefois, elle ne sait pas toujours où mène le cours puisque, selon elle, l'enseignante ne donne pas les objectifs de la leçon. Du coup, elle regarde d'elle-même les dernières pages pour savoir ce qu'il en est, même si elle avoue que cela peut être décourageant.

En conclusion,

- **facteurs d'engagement** : performances moyennes, modèle familial, gout pour les sciences, ambition prédéfinie de carrière, ouvertures liées aux mathématiques.
- **facteurs motivationnels** : buts de performance, besoin de reconnaissance de l'enseignant et de ses pairs, sentiment de compétition (mais pas positif), cout qui en vaut la peine, fierté.
- **pratiques pédagogiques** : implication de l'enseignant, feedbacks ; pertinence du cours, préférence pour les activités d'activation cognitive élevée ; gestion efficace et détendue de la classe, objectifs des leçons peu clairs.

2.3. Participante 3

La participante 3 envisageait de faire des études supérieures en biologie pour devenir enseignante. Maintenant, elle n'est plus sûre de son choix et hésite encore avec la diététique.

2.3.1. Facteurs d'engagement en mathématiques fortes et dans une carrière STEM

Cette participante se considère comme une élève moyenne en mathématiques malgré ses difficultés en géométrie et le fait qu'elle fasse le minimum requis pour réussir. Elle a choisi l'option mathématique forte car elle pense « *que c'est l'option la plus globale pour les études après et que l'on nous prépare bien. Que ce soit simplement la méthode de travail pour l'année prochaine, pour les études supérieures.* » Sa famille a une haute opinion des études mathématiques : « *mon papa a fait ingénieur donc, forcément, il avait envie que je fasse les maths et dans ma famille, on le voyait, les maths sont considérées comme haut.* » Son papa valorise les études universitaires scientifiques puisqu'elles apportent une stabilité financière.

Toutefois, ses parents l'encouragent, pour la suite, à choisir un métier qui lui plait et qu'elle aura envie de faire tous les jours. Elle accorde, comme son papa, de l'importance au fait d'avoir une situation professionnelle stable financièrement pour pouvoir fonder une famille. La famille est d'ailleurs très importante pour elle et elle envisage d'y consacrer beaucoup de temps. Elle est ambitieuse et aime le contact avec les gens mais pas les diriger, elle préfère prendre des décisions en groupe.

2.3.2. Motivation vis-à-vis des mathématiques

En primaire et au début du secondaire, la participante 3 aimait beaucoup les mathématiques et souhaitait en faire son métier : devenir professeure de maths. Cela a changé à partir de la 4^e et de la 5^e secondaire. Désormais, elle en voit moins l'utilité. La matière est plus difficile et les exercices sont moins concrets et liés à la vie réelle. Elle pense toutefois que les mathématiques apportent une méthode de travail intéressante pour les études supérieures et de la persévérance. Elle aime énormément les sciences parce qu'elles permettent de découvrir le fonctionnement de beaucoup de choses dont le corps humain et la vie en générale. C'est important pour elle de découvrir et de connaître de nouvelles choses.

En mathématiques, elle est assez stressée lorsqu'elle doit faire un exercice, elle a peur de l'erreur. Elle n'aime pas les défis à relever : « *Souvent, on ne sait pas comment y arriver et moi cela me frustre car je n'y arrive pas.* » Elle a besoin que l'enseignante la rassure et lui dise qu'elle est capable de réussir. Elle voit la réussite comme une récompense du travail accompli et en ressent une certaine fierté et un soulagement de ne pas être jugée ou considérée comme « nulle » par son enseignante et les autres élèves. Elle ressent une certaine compétition au sein du groupe d'élèves de mathématiques fortes et, si elle pense que cette compétition est positive pour les meilleurs, elle ne la vit pas bien car elle se sent dévalorisée. Toutefois, elle trouve ce groupe très soudé : ils échangent entre eux, notamment sur les réseaux sociaux, s'entraident et participent à des activités extrascolaires ensemble.

Elle estime faire le minimum pour son cours de mathématiques pour avoir entre 12 et 14/20. Elle travaille tout de même 3 à 4 heures par semaine chez elle et elle trouve que ses résultats ne sont pas à la hauteur du travail qu'elle fournit. Elle préférerait accorder ce temps à d'autres cours qu'elle délaisse pour les mathématiques.

2.3.3. Pratiques pédagogiques de ses enseignants

La participante 3 pense que les professeurs ont une part de responsabilité sur le fait que les élèves aiment les mathématiques ou non. Une enseignante qu'elle a eue en 3^e lui a particulièrement donné gout aux mathématiques : « *on voyait qu'elle était passionnée par ça et qu'elle nous donnait plein de moyens* » ; alors que son enseignant de 4^e l'en a dégoutée. Ce qui lui a permis d'aimer les mathématiques, c'est le fait de réaliser des expériences et des activités ludiques et créatives avec une enseignante passionnée. Elle apprécie « *le côté maternel* » de certaines enseignantes mais aussi le fait qu'elles l'aident quand elle a des difficultés à résoudre un exercice, qu'elles lui réexpliquent la matière, qu'elles l'encouragent et la rassurent sur ses capacités, qu'elles enseignent plusieurs manières de résoudre les exercices pour qu'elle puisse trouver celle qui lui correspond et qu'elles s'adaptent donc à ses difficultés. Certaines de ces enseignantes essayent de comprendre les raisons de ses échecs, relativisent et dédramatisent les erreurs, s'en servent pour expliquer le raisonnement correct, donnent un correctif pour chaque interrogation et des feedbacks précis et constructifs. Au contraire, elle a aussi eu des enseignants qui mettaient les meilleurs en évidence, ce qu'elle n'aime pas car cela est décourageant pour les autres. Elle aime les démonstrations parce qu'elles prouvent quelque chose ; elle aime aussi que les apprentissages soient illustrés de manière concrète, que les objectifs soient définis pour savoir vers où elle va. Son environnement de classe est très calme mais elle préférerait avoir plus de travaux de groupe pour découvrir la manière de raisonner des autres et qu'il y ait plus de place pour la créativité car elle se sent cloisonnée. Elle regrette que certains enseignants ne motivent pas les élèves à travailler plus dans la mesure où ils estiment que les élèves doivent comprendre par eux-mêmes. Aussi, d'après elle, certains ne s'investissent pas de la même manière avec les élèves qui excellent et qui envisagent de faire des études d'ingénieur qu'avec les autres et stigmatisent ceux qui font des erreurs en les prenant comme exemples à ne pas suivre. De plus, elle souligne le fait que certains enseignants pensent que le résultat ne dépend que du travail fourni : « *Pour [la professeure], c'est parce qu'on [n'a pas fait les exercices]. Elle ne s'intéresse pas de se dire peut-être qu'elle les a fait mais qu'elle a mal compris...* ». Pour elle, cela amène à un manque de reconnaissance des efforts fournis. Elle préférerait que ces enseignants pointent le positif (ce qui a été bien fait et les capacités des élèves) plutôt que le négatif (les erreurs et les points manquants pour réussir). Aussi, depuis la 4^e, elle trouve que les enseignants n'intègrent pas assez les intérêts des élèves et les problématiques actuelles dans leurs cours de mathématiques. Enfin, elle trouve que les enseignants devraient laisser

assez de temps pour que tout le monde puisse copier les exercices et les comprendre, ce qui n'est pas toujours le cas et qui peut les conduire à rater des exercices lors des évaluations.

En conclusion,

- **facteurs d'engagement** : performances moyennes, difficultés en géométrie, modèle familial, stabilité financière, vie familiale, contact avec les autres, collaboration, gout pour les sciences (découverte et savoir).
- **facteurs motivationnels** : buts de performance (peur des jugements), faible sentiment de compétence, besoin de reconnaissance, climat de compétition négatif, cout élevé, difficultés, faible utilité.
- **pratiques pédagogiques** : implication de l'enseignant, parfois manque d'adaptation, feedbacks, attentes de l'enseignant ; pertinence du cours faible, préférence pour les activités d'activation cognitive basse, manque de travaux de groupe ; gestion claire de la classe.

2.4. Participante 4

La participante 4 a choisi l'option mathématique et pour faire des études de pharmacie.

2.4.1. Facteurs d'engagement en mathématiques fortes et dans une carrière STEM

Cette participante se considère comme une élève moyenne en mathématiques : elle a environ 10-11/20. Ce sont ses parents qui ont choisi son option : *« ça ne ferme pas de porte en fait et donc puisque je ne savais pas du tout quoi faire, ils m'ont dit : tu vas en maths fortes. »* Ils ont également influencé son choix d'études supérieures. Bien qu'elle accorde de l'importance à la stabilité financière, cette participante a pour priorité la vie de famille : plus tard, elle souhaite avoir une vie *« avec des enfants, une maison, le traditionnel quoi. »* Elle aime le contact avec les gens. Elle est perfectionniste et, même si elle n'aime pas être le centre d'attention, elle aimerait tout de même diriger certaines personnes.

2.4.2. Motivation vis-à-vis des mathématiques

Avant, elle aimait les mathématiques et les trouvait faciles. Mais maintenant, elle ne les aime plus trop, les trouve difficiles et ne voit pas en quoi elles peuvent lui servir dans sa vie

de tous les jours ni ce qu'elles peuvent lui apporter. C'est le fait de réussir qui la motive à travailler. A ce propos, elle travaille beaucoup, une heure chaque jour : « *je ne comprends plus trop et je travaille beaucoup et les résultats ne suivent pas.* » Elle pense toutefois que l'investissement vaut la peine car elle a vraiment envie de réussir. Pour elle, réussir est important : « *C'est pour moi, pour me satisfaire moi. Je me sens plus heureuse quand je réussis. (...) Par rapport à ce que j'ai appris. (...) Je connais plus de choses.* » Elle n'accorde donc pas trop d'importance au regard des autres si elle rate une évaluation. Toutefois, elle en accorde à la reconnaissance de son professeur et de ses parents quand elle réussit, cela lui fait plaisir qu'ils soient contents qu'elle se soit améliorée. Même si les autres comparent leurs résultats aux évaluations, elle ne ressent pas de compétition dans son option. Elle trouve qu'il y a une bonne cohésion dans le groupe des « mathématiques fortes » car tout le monde s'entraide et participe aux activités extrascolaires ciblées sur leur option même si cela reste scolaire et qu'ils ne se côtoient pas en dehors de l'école.

Elle n'aime pas les exercices où il faut chercher et réfléchir : « *Des fois, je me décourage, je me dis que je suis nulle en maths.* » Mais elle se reprend et se dit qu'elle doit travailler plus. Etant donné qu'elle trouve cette matière difficile, elle vise la moitié aux contrôles.

2.4.3. Pratiques pédagogiques de ses enseignants

La participante 4 considère que son professeur de mathématiques actuel l'a, parallèlement à la difficulté croissante du cours, dégoûtée de cette matière. Elle ne se sent pas assez soutenue et encouragée par lui ; quand elle rate une interrogation, il écrit sur sa feuille qu'elle n'a pas assez étudié mais ne fournit pas de feedback précis et constructif en rapport avec le raisonnement des exercices : « *Il ne me propose pas des trucs pour m'aider.* » Elle ne se sent donc pas aidée et n'a aucune reconnaissance du travail qu'elle a fourni. Cependant, elle a beaucoup apprécié que, lorsqu'elle est passée de 4 à 11/20, ce professeur l'ait complimentée pour son amélioration.

De plus, elle trouve que son enseignant ne s'adapte pas assez aux élèves : il n'enseigne qu'une seule façon de réaliser les exercices (alors qu'elle préférerait en apprendre plusieurs pour choisir celle qui lui convient le mieux) et ne laisse pas assez de temps aux élèves pour réfléchir et copier les exercices. « *Il ne travaille pas avec toute la classe, il ne travaille*

qu'avec ceux qui lui répondent... » Donc les autres parlent un peu entre eux. Vu qu'ils n'ont pas assez de temps en classe, les élèves doivent essayer de comprendre la matière chez eux en refaisant les exercices, ce que la participante 4 n'apprécie pas. Aussi, elle regrette qu'il n'y ait pas de place pour faire ou parler un peu d'autre chose que des mathématiques dans ce cours. Son ancien professeur laissait un peu de place à d'autres sujets et elle appréciait cela. De plus, contrairement à son professeur actuel, elle avait l'impression qu'il réexpliquait la matière de différentes manières quand elle ne comprenait pas. Dans la même optique, elle n'a pas l'impression que son professeur actuel intègre des sujets faisant partie de ses préoccupations dans le contenu du cours. Elle trouve qu'il n'y a pas de place pour la créativité en classe mais elle n'aime pas cela de toute façon. Par contre, elle préférerait avoir plus de travaux de groupes pour voir comment les autres réfléchissent et procèdent. Malheureusement, elle trouve que les évaluations ne correspondent pas à ce qui a été vu pendant la leçon : *« au contrôle, on sait que cela ne va pas être les mêmes exercices que dans le cours mais là, c'est un niveau 10 fois plus compliqué que le cours. »* Elle souligne toutefois le fait que son enseignant définisse de manière claire les objectifs de chaque chapitre, ce qui, selon elle, donne du sens aux apprentissages ainsi que le fait qu'il ait une vision constructive de l'erreur et qu'il s'en serve pour montrer le raisonnement correct.

En conclusion,

- **facteurs d'engagement** : performances moyennes, influence familiale, ouvertures liées aux mathématiques, contact avec les autres.
- **facteurs motivationnels** : faible utilité, coût élevé, difficulté élevée, besoin de reconnaissance (enseignant et famille), buts de maîtrise mais importance de réussir (points).
- **pratiques pédagogiques** : manque d'implication de l'enseignant, de feedbacks, d'aide, d'encouragement, d'adaptation, comportement différent selon les compétences des élèves ; manque de pertinence du cours, préférence pour les activités d'activation cognitive basse ; gestion claire mais trop sérieuse de la classe, objectifs des leçons clairs mais interrogations qui ne correspondent pas aux apprentissages réalisés au cours de la leçon.

2.5. Participante 5

La participante 5 a choisi l'option mathématique forte ainsi que les cours de renforcement en mathématiques pour préparer l'examen d'entrée en ingénierie. Elle a 10

heures de mathématiques par semaine. Son intention est de devenir ingénieure dans le milieu de l'écologie.

2.5.1. Facteurs d'engagement en mathématiques fortes et dans une carrière STEM

Cette participante a choisi l'option mathématique forte car elle n'était pas littéraire et voulait conserver un maximum d'ouvertures pour la suite de son parcours. Elle se considère bonne en mathématiques. Sa famille accorde de l'importance à la sécurité financière et estime qu'il y a, pour cela, des sacrifices à faire. Plusieurs membres de sa famille sont ingénieurs : *« J'ai une grande sœur qui a d'abord fait ça, un beau-frère qui a fait ça et ma maman m'a aussi dit : si tu peux le faire, fais-le »* ; et sa jumelle a choisi l'option mathématique forte également. Si son intention est de devenir ingénieure, elle aimerait travailler dans l'écologie et *« essayer de faire avancer les choses en fonction de [son] mode de pensée et [ses] convictions »*. Elle accorde une place très importante à sa vie professionnelle mais pense qu'il faut également avoir une vie sociale et scinder les deux. Dans son futur métier, elle ne veut pas être supérieure aux autres ni en compétition avec eux, mais elle souhaite collaborer.

2.5.2. Motivation vis-à-vis des mathématiques

La participante 5 ne sait pas dire si elle aime les mathématiques en elles-mêmes, ce n'est pas son cours préféré. En tout cas, elle pense que celles-ci peuvent lui apporter un esprit de synthèse qui pourra l'aider à prendre des décisions plus rationnelles. Certains domaines mathématiques lui procurent du plaisir mais pas tous. Quoi qu'il en soit, ce qu'elle aime dans les mathématiques c'est qu'elle peut découvrir de nouvelles choses : *« j'aime bien comprendre par moi-même. J'aime bien dans les maths le fait de savoir avancer moi-même. »* Elle reconnaît l'utilité des mathématiques également pour réaliser son projet professionnel. Elle se rend aussi compte de leur utilité dans la vie de tous les jours grâce aux problèmes qu'elle doit résoudre en classe et qui concernent la vie courante.

Pour elle, réussir, surtout les examens vu qu'ils reprennent toute la matière en même temps, est important : *« ça veut dire que j'ai compris ce que j'ai fait et que je n'ai pas travaillé pour rien »*. Cela signifie aussi qu'elle a acquis les compétences pour passer l'examen d'entrée en ingénierie. Savoir que d'autres y sont arrivés, notamment dans sa

famille, la motive car elle se dit qu'alors elle aussi peut y arriver. Elle accorde également de l'importance aux points car elle pense qu'il faut de bons points pour se lancer dans des études d'ingénieur et parce que ces derniers pourraient lui permettre d'avoir une bourse pour ses études universitaires. Toutefois, elle n'aime pas la compétition et n'a pas l'impression qu'il y en ait dans son option. Selon elle, l'entraide domine. D'ailleurs, elle mentionne le groupe de « mathématiques 8 heures » qui est plus petit et avec lequel elle passe plus de temps, elle se sent plus proche de ses membres que de ceux de « mathématiques 6 heures » car ils ont des ambitions communes, se voient plus et parlent plus entre eux ; elle en voit même certains en dehors de l'école. Bien qu'il n'y ait pas de compétition et qu'elle n'aime pas cela, les autres élèves comparent ses résultats à ceux de sa jumelle, qui a choisi la même option. Elle n'a pas besoin de la reconnaissance de son professeur lorsqu'elle réussit mais elle aimerait que les membres de sa famille lui fassent parfois des remarques positives.

Elle ne travaille pas énormément son cours de mathématiques : 2 heures par semaine et elle relit ses leçons le week-end ; mais elle réussit quand même bien : « *Est-ce je suis douée en maths ou est-ce que je travaille pour y arriver ?* ». Elle trouve que le travail fourni vaut la peine parce que c'est un cours de 8 heures. Elle n'a pas vraiment peur de rater mais elle a tout de même un peu peur de se tromper lorsqu'elle est envoyée au tableau.

2.5.3. Pratiques pédagogiques de ses enseignants

Selon elle, le plaisir d'aller en classe de mathématiques dépend notamment du professeur. Ainsi, elle a mentionné son enseignante de 5 et 6^e années qui l'a particulièrement motivée à réussir en mathématiques. D'après l'entretien de cette participante, sa professeure s'investit beaucoup pour les élèves (elle corrige des devoirs supplémentaires, par exemple), elle répond toujours à leurs questions et donne des explications complémentaires : « *Si je n'ai plus de questions, pourquoi je n'étudierais pas ? Je n'ai plus aucune raison, je n'ai plus d'incompréhension et du coup, dans les contrôles, cela se voit et voilà.* » Elle fait participer tout le monde, donne des feedbacks positifs et constructifs en valorisant le travail fourni (qui, selon elle, se lit dans les résultats) et en conseillant de revoir une partie précise de la matière. Elle a une vision positive des erreurs, s'en sert pour que les élèves ne les fassent plus et ne rabaisse jamais ceux qui se trompent. Elle se concentre sur les fondamentaux pour que tout le monde ait un niveau satisfaisant et donne toujours le correctif des interrogations. Même si elle apporte les mêmes apprentissages à tout le monde et ne laisse pas de place à la créativité (ce

que la participante ne trouve de toute façon pas pertinent au cours de mathématiques), elle enseigne des méthodes de résolution d'exercices différentes de manière à ce que chacun puisse choisir celle qui lui correspond le mieux. Elle fait référence à des sujets de la vie de tous les jours, comme le Loto, et permet à tout le monde d'avancer à son rythme même si la participante affirme que les plus rapides sont ceux qui arrivent à faire les exercices alors que les plus lents sont « *des moines copistes* ». Elle ne propose pas beaucoup de travaux de groupes mais la participante préfère de toute façon avancer seule. L'enseignante ne fait pas étudier des éléments par cœur mais fait deviner des raisonnements logiques. Aussi, bien que la participante préfère les exercices d'application, elle aime s'investir dans les problèmes car ils donnent du sens aux apprentissages mathématiques. Elle regrette toutefois que les objectifs ne soient pas plus clairs car, parfois, au milieu d'un chapitre, elle se demande à quoi les apprentissages vont lui servir.

Avec ses enseignants précédents, cette étudiante a eu l'impression que le bruit en classe et que les élèves en difficulté en mathématiques (avant le choix d'option) pouvaient la freiner : « *nous sommes mélangés avec d'autres personnes qui peuvent aussi nous tirer vers le bas* ». Elle pense également que les professeurs pourraient être plus créatifs et ne pas seulement suivre un manuel scolaire.

En conclusion,

- **facteurs d'engagement** : performances élevées, modèles familiaux, gout pour la découverte, ambition prédéfinie de carrière, ouvertures liées aux mathématiques, sécurité financière, vies familiale et professionnelle scindées, collaboration, respect de ses valeurs dans son travail, s'oppose au fait d'être littéraire.
- **facteurs motivationnels** : utilité élevée (dans la vie et dans ses études), buts de maîtrise mais importance des points (performance) pour la reconnaissance des parents et la bourse d'étude, pas de compétition mais comparaison, sentiment d'affiliation, cout raisonnable.
- **pratiques pédagogiques** : implication de l'enseignant, adaptation, feedbacks ; pertinence du cours, préférence pour les activités d'activation cognitive élevée ; gestion efficace de la classe, objectifs des leçons peu clairs.

2.6. Participante 6

La participante 6 a choisi l'option mathématique forte car elle a toujours voulu travailler dans les mathématiques ou les sciences. Elle a également choisi les cours de renforcement en

mathématiques et a donc 10 heures par semaine dans cette branche. Depuis moins d'un an, son intention est de devenir ingénieure.

2.6.1. Facteurs d'engagement en mathématiques fortes et dans une carrière STEM

Cette participante a une moyenne de 16/20 se considère bonne en mathématiques : « *Je pense que je suis bonne en maths. Je ne suis pas à la ramasse mais je ne suis pas l'élite non plus.* » Elle a choisi l'option mathématique forte car elle était plus scientifique que littéraire et parce que sa famille l'y a poussée : sa maman adorait les mathématiques et voulait devenir enseignante à l'époque. Sa famille a influencé son choix de métier. Elle ne l'a pas mentionné lors de l'interview mais sa jumelle a, quant à elle, indiqué que leur grande sœur était ingénieure ainsi que leur beau-frère. Elle pense que sa famille veut la pousser le plus haut possible et veut s'assurer de sa sécurité financière.

Elle a toujours voulu faire un métier dans les mathématiques ou les sciences mais elle n'envisage l'ingénierie que depuis moins d'un an. « *Après, il y a beaucoup moins de filles représentées dans ce milieu-là. C'est peut-être ça qui est motivant pour justement être une des seules à pouvoir exercer dans cette branche.* » Elle accorde de l'importance au fait de faire quelque chose « *de bien* », d'être utile et d'apporter des choses positives à travers son métier.

Elle donne de l'importance au contact humain : « *Si tu n'as pas de soutien autour de toi, pour avoir une vie, malheureusement, ce n'est pas bien. Le contact humain sera primordial mais après, sur le même échelon que la carrière, c'est obligé limite d'associer les deux. Il n'y a pas l'un sans l'autre, je pense.* » Elle a peur d'avoir des responsabilités au travail : « *j'ai peur que ce que l'on me demande de faire, je ne sois pas capable de le faire* ». Elle a aussi peur de faire des erreurs à cause des conséquences possibles (licenciement) et ne veut pas être en haut mais pas non plus tout en dessous de l'échelle hiérarchique.

2.6.2. Motivation vis-à-vis des mathématiques

Elle aime les mathématiques, les calculs, et pense qu'elles apportent de la logique, de la réflexion et de la patience. Plus les années passent, et plus elle perçoit l'utilité des mathématiques car elle les trouve plus concrètes, notamment via son objectif professionnel. « *Plus tard, je veux travailler dans les maths-sciences et j'aurai besoin de tout*

cela, de tout l'apprentissage. Du coup, c'est motivant, on n'a pas le choix, on est obligé de travailler autant. » Elle travaille environ 3 heures par semaine et estime que cela en vaut la peine car le travail lui apporte plus de compétences et de facilités pour suivre les cours.

Pour elle, réussir est important car cela signifie qu'elle a acquis de nouvelles compétences mais aussi car les points sont la valorisation du travail accompli. De plus, les points sont très importants pour sa famille et elle regrette d'ailleurs de ne pas avoir plus de reconnaissance de leur part quand ils sont bons alors qu'ils font des remarques négatives quand ils sont moins bons. De plus, avoir des beaux points « *[la] met dans un élan de positivité* ». Mais ce qui est le plus important pour elle n'est pas de réussir mais de faire de son mieux, elle sera déçue si elle a un échec parce qu'elle se dira qu'elle n'a pas assez travaillé ou qu'elle a été inattentive. Malgré cela, elle pense que l' « *on apprend de ses erreurs* ». Elle compare parfois ses points avec d'autres personnes de la classe mais pas dans un esprit de compétition mais plutôt d'entraide : les élèves de cette option ont d'ailleurs des groupes sur les réseaux sociaux grâce auxquels ils peuvent se poser des questions. Les autres instaurent parfois un climat de compétition entre elle et sa jumelle mais cela ne l'atteint pas car elle n'est pas jalouse.

Même si elle stresse toujours un peu quand elle commence un nouvel exercice, elle n'a pas vraiment peur de rater dans le contexte scolaire, elle sait que son enseignante la considère comme une bonne élève. De plus, elle pense que se sentir nulle par rapport aux autres à cause d'un contrôle raté pourrait la motiver à changer sa façon de travailler.

2.6.3. Pratiques pédagogiques de ses enseignants

L'enseignante de mathématiques actuelle de la participante 6 l'a fortement et positivement marquée puisqu'elle a 10 heures de cours par semaine avec elle. D'après l'étudiante, cette enseignante est impliquée et motivée : « *Elle se donne à fond. On dirait que c'est comme une valeur éducative. Elle est vraiment là pour nous et elle consacre tout son temps.* » Vu qu'elle se donne à fond pour les élèves, ça ne les dérange pas de beaucoup travailler pour elle. En effet, elle montre son intention de les élever le plus haut possible. Elle permet à chacun de choisir sa méthode pour résoudre les problèmes et reconnaît et valorise les efforts, le fait de faire de son mieux et le travail fourni à travers des feedbacks positifs et constructifs et des encouragements. Elle a une vision positive de l'erreur. Elle instaure un

rythme soutenu, qu'il est possible de suivre mais elle n'attend pas les distraits. Elle n'intègre pas les préoccupations des élèves dans son cours mais la participante 6 trouve cela normal car ils sont trop nombreux en classe pour personnaliser le cours et les apprentissages de chacun. Elle propose de nombreux travaux de groupes mais l'étudiante interrogée préfère travailler seule même si elle pense que parfois on a besoin des idées des autres pour avancer. Enfin, bien que les objectifs ne soient pas toujours établis clairement à l'avance, cette participante sait où elle va et ce qu'elle doit être capable de faire au fur et à mesure de l'année.

En ce qui concerne la matière, la participante n'aime pas les démonstrations car elle les assimile à de l'étude par cœur, elle préfère les exercices qui lui permettent d'avancer par étapes avec sa propre manière de procéder ; toutefois, si elle aime les problèmes, elle préfère qu'ils ne soient pas trop compliqués : « *Parfois, on préfère agir en automate que vraiment en génie.* » Elle trouve les compétences amusantes aussi mais plus difficiles. Selon elle, son cours de mathématiques lui permet d'être créative dans la mesure où elle a l'occasion de se poser des questions, de créer des idées et de réfléchir à différentes manières de procéder. Enfin, elle pense que le fait que les élèves sont rassemblés dans l'option mathématique forte fait en sorte que toute la classe est concentrée et calme naturellement, sans même que l'enseignante ait à être autoritaire. Au début du secondaire, au contraire, elle avait déjà constaté des difficultés au fait de suivre et de se motiver à travailler car l'ambiance de la classe l'empêchait d'être attentive.

En conclusion,

- **facteurs d'engagement** : performances élevées, influence familiale, modèles familiaux, ouvertures liées aux mathématiques, prestige d'être une des rares filles en mathématiques, vie sociale, contact avec les autres, faire « quelque chose de bien » dans son travail, gout pour les mathématiques, la logique et la réflexion ; elle s'oppose au fait d'être littéraire, a peur des responsabilités.

- **facteurs motivationnels** : buts de maîtrise pour elle mais importance des points (performance) pour les autres, besoin de la reconnaissance des parents, pas de compétition mais comparaison, utilité élevée, intérêt élevé, coût raisonnable.

- **pratiques pédagogiques** : implication de l'enseignant, encouragements, feedbacks ; pertinence du cours, préférence pour les activités d'activation cognitive élevée et activités automatiques ; gestion efficace de la classe (plus facile dans les classes à option).

2.7. Participante 7

La participante 7 a choisi l'option mathématique forte ainsi que le cours de renforcement en mathématiques et a 8 heures de mathématiques par semaine. Elle souhaite entreprendre des études d'informaticienne pour devenir analyste-programmeuse.

2.7.1. Facteurs d'engagement en mathématiques fortes et dans une carrière STEM

Cette participante se considère comme une bonne élève même si elle a eu des difficultés en 5^e année et au début de sa rhétorique ; au moment de l'interview, elle a une moyenne de 17/20. « *J'ai pris maths fortes car je ne savais pas trop ce que je voulais faire plus tard et que l'on m'avait beaucoup dit que si je prenais beaucoup de maths, justement je pourrai avoir beaucoup de choix, donc je ne me suis dit que j'allais essayer car j'aimais bien les maths et que je préférais l'esprit logique que le français ou les autres matières.* » Ses parents sont tous les deux scientifiques, ils aiment les mathématiques et l'ont influencée à choisir cette option. Au moment de son choix, elle aimait l'économie et pensait donc que les mathématiques étaient importantes pour réaliser des études dans cette branche. Elle n'était pas encore sûre de son choix mais savait qu'elle voulait entreprendre des études dans lesquelles elle pourrait faire de la recherche. « *Ce qui m'intéresse dans ce métier, c'est déjà avoir un métier correct, qui a de l'avenir et surtout que je n'ai pas envie de travailler pour ne pas avoir de métier plus tard.* » Elle aimerait un métier qui lui permette de mettre sa touche personnelle, dans lequel elle pourrait donc être créative. Enfin, elle se réjouit de travailler, d'entrer dans la vie active, de produire quelque chose et d'être indépendante mais sa priorité est la famille.

2.7.2. Motivation vis-à-vis des mathématiques

Elle a toujours aimé les mathématiques, l'esprit logique, la réflexion car elle trouve cela concret, pratique et utile pour la vie réelle. « *Mon père adore les maths. On voyait de l'analyse combinatoire en cours et, en rentrant, j'en parlais avec lui car, justement, ce sont des problèmes de la vie réelle.* » Elle pense qu'elles lui seront utiles dans sa vie personnelle parce qu'elles permettent de chercher différentes manières de résoudre des problèmes. Elle accorde un certain prestige aux mathématiques et est particulièrement fière de réussir ce cours parce qu'il est considéré comme difficile. D'ailleurs sa réussite suscite les encouragements et

les félicitations de sa famille. De plus, elle pense que le fait d'avoir choisi l'option mathématique forte va faciliter ses études en informatique.

Pour elle, réussir est important dans la mesure où cela la rassure par rapport à son choix d'études supérieures et la récompense du travail qu'elle a fourni. Les points sont donc importants pour elle parce que la réussite de son année et de ses études supérieures en dépend : « *Il y a aussi la pression que si on ne travaille pas, on va vraiment avoir des ennuis après.* » Mais pour elle, l'objectif est maintenant de comprendre la matière alors qu'en 5^e, le climat tendu et stressé de la classe, dû à la difficulté de la matière, faisait en sorte que l'objectif était uniquement de réussir les évaluations. Elle fait toutefois la différence entre les contrôles réguliers et les examens : elle vise le maximum aux contrôles pour prouver qu'elle a compris la matière alors qu'elle se contente de moins aux examens : « *j'ai beaucoup de mal à gérer la période d'examen* ». Elle ne se sent pas en compétition avec les autres élèves de son option, son but est de prouver qu'elle a travaillé et compris mais elle ne veut pas nécessairement plus de points que les autres. Elle a tout de même peur de leur regard lorsqu'elle rate un exercice au tableau, ce qui peut lui faire perdre ses moyens.

Cette étudiante est studieuse et sérieuse, elle se donne à fond en classe pour avoir moins de travail à domicile car elle n'arrive pas à étudier par cœur. Elle travaille tout de même 4 heures par semaine chez elle : « *J'ai l'impression que si on travaille, on réussit on va dire.* » Elle a dû s'habituer à travailler autant car la difficulté de la matière la stressait beaucoup. Maintenant, face à un nouvel exercice, elle essaie plusieurs méthodes et ne se bloque pas, c'est plutôt le manque de temps pour le résoudre qui peut la faire paniquer.

2.7.3. Pratiques pédagogiques de ses enseignants

Elle accorde beaucoup d'importance à l'ambiance de la classe. Le fait que certains élèves parlent pendant le cours peut déranger ceux qui écoutent. D'ailleurs, elle pense que le nombre élevé d'élèves dans une même classe peut jouer négativement sur l'ambiance. Par contre, elle pense que le fait qu'il n'y ait que des élèves de « mathématiques fortes » dans la classe est peut-être lié au fait que les élèves sont moins stressés. Cependant, « *[elle avait] l'impression qu'il y avait une tension permanente en classe* » en 5^e année et a, de ce fait, failli arrêter les mathématiques fortes. Elle apprécie également le fait de pouvoir rire un peu pendant le cours.

L'enseignant qui l'a le plus motivée à faire des mathématiques est son professeur de 4^e. D'après elle, il aimait les mathématiques, était créatif dans ses explications et ses illustrations, il rendait l'ambiance détendue et le cours joyeux et vivant. Il l'encourageait, lui disait qu'elle était capable de faire les études qu'elle avait choisies, et pour lui le but devait être d'apprendre, les interrogations étaient secondaires. Elle trouve aussi son enseignante actuelle motivante : il s'agit également d'une personne qui aime les mathématiques, elle est disponible et consacre du temps aux élèves, elle suscite leur intérêt pour ce cours et montre sa satisfaction quand les élèves travaillent, posent des questions et s'intéressent à la matière. Elle explique calmement et clairement la matière, étape par étape, donne des explications supplémentaires et des exercices supplémentaires à ceux qui le souhaitent ou qui en ont besoin. Elle laisse la possibilité à chacun de choisir et d'expliquer son raisonnement, de s'exprimer et prend en considération les idées de tout le monde. D'ailleurs, même si elle est contente de ne pas avoir de travaux de groupe parce qu'elle n'aime pas cela, cette étudiante estime que voir les démarches mises en place par les autres peut débloquent certaines situations. Aussi, elle apprécie que cette enseignante dédramatise l'erreur, s'en serve pour réexpliquer la matière et donne des feedbacks constructifs, même s'ils ne sont pas précis et personnalisés, lorsqu'elle rend les interrogations. Pour avoir un retour plus personnel, *« souvent, les temps de midi, elle nous propose de répondre aux questions, elle est assez disponible »*. Même si le cours n'est pas vraiment centré sur les intérêts des élèves, l'enseignante y inclut parfois des choses qui les touchent telles que le bal rhéto par exemple. Enfin, bien que les objectifs des chapitres ne soient pas toujours clairs, les élèves savent plus ou moins où ils vont et les exercices vont du simple au plus compliqué.

En opposition à ces deux professeurs, la participante 7 a également évoqué son enseignante de 5^e qui a failli la décourager et qui lui a suggéré de *« redescendre d'option »*. Selon l'étudiante interrogée, cette professeure n'aimait pas les mathématiques, ne pensait qu'à avancer dans son cours et leur demandait beaucoup d'étude par cœur alors que cette participante apprécie davantage les exercices concrets qui font réfléchir et qui mettent en évidence l'intérêt des mathématiques.

En conclusion,

- **facteurs d'engagement** : performances élevées, modèles familiaux, ambition prédéfinie de carrière, ouvertures liées aux mathématiques, sécurité d'emploi, créativité, gout pour la recherche, les mathématiques, l'esprit logique et la réflexion.
- **facteurs motivationnels** : utilité élevée (vie et études supérieures), intérêt élevé, buts de maîtrise mais importance des points (performance) pour la réussite et la reconnaissance, prestige et fierté, pas de compétition, cout raisonnable.
- **pratiques pédagogiques** : implication de l'enseignant, feedbacks ; pertinence du cours, préférence pour les activités concrètes d'activation cognitive élevée ; gestion efficace (calme) et détendue de la classe.

2.8. Participante 8

La participante 8 a choisi l'option mathématique forte ainsi que le renforcement en mathématiques. Elle a donc 8 heures de mathématiques par semaine et souhaite faire la Haute Ecole de Commerce (HEC). Elle envisage de choisir la filière « ingénieur de gestion ».

2.8.1. Facteurs d'engagement en mathématiques fortes et dans une carrière STEM

Cette participante se considère comme « *moyenne à bonne* » en mathématiques : « *J'ai 60 % mais je sais que si je travaillais plus, je pourrais avoir plus* ». Elle a choisi l'option mathématique forte sous l'influence de ses parents qui souhaitaient qu'elle ne se ferme pas de portes : « *mes parents ont toujours mis les maths sur un piédestal* ». Elle accorde beaucoup plus d'importance aux conseils familiaux qu'aux conseils des professeurs en ce qui concerne ses choix d'études et de carrière. « *Ma tante a fait HEC, elle a toujours été mon modèle* ». Grâce à cette dernière, ses parents ont une image positive de cette école ainsi que des métiers mathématiques. Cette étudiante a décidé de suivre les pas de sa tante, d'autant plus qu'elle aime plusieurs options qui sont présentes dans ces études (les mathématiques mais aussi les langues, par exemple) et que cette formation ouvre à différents métiers. Elle se dit donc que ces études lui apporteront la sécurité d'avoir un emploi et qu'elle aura toujours le choix de changer si sa situation professionnelle ne lui correspond pas. Plus tard, elle se voit comme une « *business woman en Suisse* ». Elle accorde beaucoup d'importance à la vie professionnelle mais ne sait pas si c'est cela qui primera pour elle plus tard, actuellement : « *c'est le seul truc* ».

qu'[elle] peut prévoir, planifier ». Elle espère pouvoir voyager, être moins timide, avoir plus confiance en elle pour s'affirmer et pouvoir gérer des personnes si elle a appris à le faire.

2.8.2. Motivation vis-à-vis des mathématiques

Elle aime bien les mathématiques mais n'est pas passionnée au point d'en faire toute sa vie, elle les aime moins depuis la 5^e car elles deviennent plus difficiles et la quantité de matière est plus importante. Elle aime le raisonnement, la logique et le savoir qui en découlent. Elle pense que les mathématiques lui apprennent à étudier mais aussi à réfléchir d'une certaine manière et à raisonner correctement. Le fait « *de pouvoir expliquer des phénomènes de la vie de tous les jours par les maths, le fait d'apprendre à réfléchir d'une manière mathématique* » lui plaisent et elle sait qu'elle en a besoin pour faire ses études supérieures.

Elle est freinée par les exercices difficiles, elle préfère les démonstrations car elles permettent d'acquérir de nouvelles manières de raisonner. Elle se sent plutôt à l'aise quand elle a compris la matière mais elle stresse quand elle doit aller au tableau devant tous les élèves. Pourtant, « *[ils] ne se juge[nt] pas du tout* ». Même s'ils comparent parfois leurs résultats, il n'y a pas de compétition entre les élèves. Il y a une bonne cohésion de groupe mais ils s'entendent aussi bien avec les élèves des autres options. Ils ont toutefois un groupe qui leur est spécifique sur les réseaux sociaux pour s'entraider mais tout le monde n'y participe pas, et ils ne font pas d'activités entre eux.

Pour elle, réussir est important parce que cela prouve qu'elle a compris et appris la matière, cela lui procure une certaine fierté parce que c'est un cours difficile. Elle accorde moins d'importance qu'avant au bulletin même si, pour elle, les points sont un peu la récompense du travail accompli. Elle a tout de même pris du recul par rapport à sa croyance selon laquelle l'évaluation représentait le niveau de mathématiques des élèves et a baissé ses exigences (de 80 à 60%). Cependant, elle vit toujours mal l'échec : « *Je me dis : je suis nulle parce que j'ai un échec, je me dis : je ferai mieux la prochaine fois, je dois mieux étudier* ». Ses parents ne lui mettent pas de pression à ce niveau parce qu'elle sait que si elle doit réussir, c'est pour elle, pour son propre avenir.

Elle ne travaille pas énormément pour les mathématiques (1h30 par semaine si elle n'a pas de contrôle). Le travail qu'elle fournit a augmenté au fur et à mesure des années. Elle

estime que le temps et le travail accordés valent la peine car, grâce à cela, elle apprend à étudier. Elle pense que sa professeure la considère comme une bonne élève, qui ne néglige pas le cours.

2.8.3. Pratiques pédagogiques de ses enseignants

Elle aime quand on lui propose des démonstrations, qui permettent de raisonner, et des exercices qui ont un sens même si la difficulté de certains exercices la freine. Son enseignante ne laisse pas beaucoup de place à la créativité ni au choix en classe si ce n'est celui de choisir la manière de raisonner qui correspond le mieux à chaque élève. Elle apprécie le fait de pouvoir comparer sa manière de raisonner aux autres : *« J'aime bien qu'on me laisse réfléchir pour savoir après, si elle propose une autre alternative, j'aime savoir ce qu'il faut changer dans la mienne, si la mienne était juste... »* Elle a toujours eu des enseignants qu'elle considère « motivants » en mathématiques. Son enseignante actuelle est, d'après elle, à l'écoute, elle pousse les élèves à réussir : *« elle n'hésite pas à nous demander si on a compris. Il y a des élèves plus timides, qui n'osent pas poser des questions, elle n'hésite pas à venir nous redonner des explications, à expliquer différemment si on ne comprend pas »*. Elle valorise le travail, l'évolution et la persévérance, pointe ce qui est positif et pas uniquement le négatif, donne des feedbacks et les correctifs des interrogations, intègre les centres d'intérêt des élèves dans son cours, s'adapte à ses élèves et à leur manière de faire, explique plusieurs méthodes différentes, fixe des objectifs clairs et ne prévoit pas de surprises aux interrogations (qui sont d'ailleurs prévues longuement à l'avance), se sert des erreurs pour réexpliquer la matière et encourage tout le monde. Elle a également eu un professeur qui n'encourageait que les meilleurs, il l'a motivée également car elle voulait se démarquer et accordait de l'importance à ce qu'il la voie comme une « bonne élève » mais elle reconnaît que cela ne fonctionne pas avec tout le monde et que d'autres élèves se sont plutôt découragés. Ce même enseignant l'a beaucoup encouragée en lui disant qu'elle était capable de faire les études supérieures qu'elle ambitionnait et en a tenu compte pour lui conseiller l'option, même si elle a plutôt écouté ses parents. Elle affirme que le rythme en mathématiques fortes est soutenu et que ce sont les élèves qui doivent s'adapter et non l'enseignant. Elle n'a parfois pas le temps de faire les exercices : *« Je me dis que c'est moi qui suis lente. Je me dis que si les autres y arrivent, je devrais y arriver aussi donc c'est moi le problème. »* Mais, selon elle, les enseignants préviennent des difficultés de l'option : *« il y en a plusieurs qui ont arrêté maths »*

6 parce que les profs ont fait peur en disant : *ici, il y a beaucoup de travail, il faut être motivé, cela va vite, beaucoup de matière et si vous ne vous sentez pas prêts, ne restez pas ici.* » Enfin, sa professeure ne fait pas beaucoup de travaux de groupe au cours de mathématiques mais elle n'aime de toute façon pas cela car elle préfère faire les choses à sa manière. Toutefois, quand il y a des problèmes que les élèves peuvent résoudre par deux, elle le fait avec sa voisine car elles s'entraident et s'expliquent ce qu'elles font.

En conclusion,

- **facteurs d'engagement** : performances moyennes à élevées, influence familiale, modèle familial, ambition prédéfinie d'études, ouvertures variées liées aux mathématiques, importance de la vie professionnelle (planifiable), goût pour les mathématiques, le raisonnement, la logique et le savoir.

- **facteurs motivationnels** : utilité élevée (études), buts de maîtrise, besoin de reconnaissance de l'enseignant, fierté, pas de compétition mais comparaison, sentiment de compétence pas très élevé, intérêt décroissant avec la difficulté croissante, coût raisonnable.

- **pratiques pédagogiques** : implication de l'enseignant, adaptation (sauf pour le rythme), feedbacks ; pertinence du cours, comparaison de méthodes de résolution, préférence pour les activités d'activation cognitive moins élevée ou pour les démonstrations.

2.9. Participante 9

La participante 9 envisage elle aussi de faire HEC. Cependant, étant un peu découragée vis-à-vis des mathématiques, elle ne sait pas encore si elle choisira la filière « ingénieur de gestion » ou « sciences de gestion ».

2.9.1. Facteurs d'engagement en mathématiques fortes et dans une carrière STEM

La participante 9 se considère moyenne en mathématiques : elle a 10-12/20. Avant de choisir l'option mathématique, elle avait 17-18/20. *« Je ne savais pas ce que je devais faire alors ma maman m'a dit de prendre l'option qui m'ouvrirait le plus de portes. »* Bien qu'elle trouve cela un peu « cliché », plus tard elle s'imagine avoir son « chez elle », une famille, qui sera sa priorité, et elle se voit travailler dans les ressources humaines car elle aime planifier et organiser.

2.9.2. Motivation vis-à-vis des mathématiques

Elle aime bien les mathématiques parce qu'elle les trouve logiques et amusantes à travailler une fois qu'elle a compris la matière. Toutefois, elle les préférerait avant de choisir l'option mathématique forte. Elle pense qu'elles sont utiles dans la vie de tous les jours : *« Par exemple, on a construit un garage avec mon papa et pour voir si c'était droit, on a fait Pythagore. »* Mais elle ne pense pas que ce qu'elle voit actuellement à l'école lui servira au quotidien. Cependant, elle croit que cela l'entraîne à étudier et que cela lui servira dans ses études supérieures surtout si elle choisit la filière « ingénieur de gestion ».

Pour elle, réussir en mathématiques est important pour réussir son année scolaire. De plus, cela lui procure de la fierté car c'est un cours qui est très compliqué et cela rend ses parents contents d'elle. Toutefois, elle voit l'évaluation comme une source de peur et de stress : *« L'année passée avec une autre fille, on avait les mains moites. On ne se sentait pas bien, on avait l'impression de faire des chutes de tension. »*

Elle pense qu'elle ne travaille pas assez : 2 ou 3 heures par semaine alors que son professeur conseille de travailler 2 heures par jour ; elle croit qu'en travaillant autant, elle y arriverait. En effet, elle pense que sa performance dépend directement du travail qu'elle fournit. Si elle n'a pas mentionné un esprit de compétition dans la classe, elle a tout de même affirmé que son enseignant comparait les élèves : il différencie les « élites » des autres. Elle a l'impression qu'il la considère comme nulle, démotivée : *« J'ai l'impression que pour lui, je ne suis même pas dans la classe. Souvent, il désigne des gens et, depuis le début de l'année, j'ai été désignée une fois. »* Elle ne se sent pas capable de faire un exercice seule si elle ne l'a jamais fait auparavant donc elle préfère ne même pas essayer. *« J'ai tellement l'impression que réussir est impossible que j'ai zéro motivation. »* D'ailleurs, elle ne fait pas les exercices que le professeur donne comme devoirs en guise de défis et a peur d'aller faire des exercices au tableau. Quand elle rate un contrôle, elle a l'impression que c'est de la faute de son professeur et pas tellement de la sienne parce qu'il ne fait rien pour l'aider.

2.9.3. Pratiques pédagogiques de ses enseignants

Elle pense que le professeur a une grande part de responsabilité dans le fait que les élèves soient motivés vis-à-vis des mathématiques ou non. Elle se sent démotivée et elle estime que c'est en partie de la faute de son enseignant actuel : elle trouve qu'il n'explique

pas assez, elle doit essayer de comprendre seule chez elle et n'a plus le courage pour travailler en plus du temps qu'elle passe déjà à essayer de comprendre. *« Je crois que sa manière, c'est essayer de nous faire comprendre par nous-mêmes pour que ça reste et du coup, comme j'attends, je prends du retard. »* Selon elle, beaucoup d'élèves ont recours à un professeur particulier pour avoir les explications manquantes mais tous n'en ont pas les moyens financiers. Aussi, elle regrette qu'il n'explique pas le but ni l'intérêt de calculer certaines choses car elle préfère les exercices qui ont du sens : *« Les démonstrations, j'aime bien. Souvent, c'est plutôt logique et en même temps, je vois vraiment un but, je vais d'un point A et j'essaie de prouver. D'autres fois dans les exercices, j'ai l'impression que c'est superflu que cela ne sert à rien. »* D'après elle, cet enseignant ne leur laisse pas beaucoup de choix : parfois il montre deux méthodes, mais c'est plutôt rare, généralement il impose la sienne et si les élèves ne la respectent pas, ils ratent. De plus, elle n'ose pas poser de question parce qu'elle ne trouve pas son professeur très ouvert ni sympathique et elle a l'impression qu'il ne comprend pas qu'elle puisse ne pas comprendre la matière. Toutefois, il accepte de répondre aux questions sur son temps de midi. Elle estime ne jamais avoir de reconnaissance de sa part, qu'il ne valorise jamais son travail, qu'il a des attentes démesurées quant au travail à fournir, qu'il ne félicite jamais les améliorations, n'encourage jamais les élèves, pointe toujours le négatif, ne rend pas de feedbacks personnalisés même s'il rend à chaque fois le correctif des contrôles, ne se sert pas des erreurs commises pour expliquer le raisonnement mais se contente de donner la réponse correcte, n'intègre pas les intérêts des élèves dans son cours (d'ailleurs, elle pense qu'il ne connaît pas ses élèves, même pas leur prénom), ne s'adapte pas aux élèves et ne prend pas leur vie en compte. Au contraire de tout cela, elle trouve qu'il valorise les résultats et surtout les « élites », qu'il compare au reste de la classe. Aussi, elle affirme que, lors des examens, il fait pleurer quelques élèves et que c'est difficile d'être un élève moyen avec lui : généralement soit les élèves sont en échec soit ils ont 19. Elle trouve qu'il n'y a pas de place pour la créativité ni pour les travaux de groupe dans son cours mais cela ne lui manque pas même si elle pense que c'est nécessaire d'être plusieurs pour comprendre les exercices qui sont proposés. Enfin, elle trouve le rythme trop soutenu : *« Des fois, on est au tableau et des gens posent des questions sur le premier exercice... Alors il s'énervé. »* Cependant, elle pense que cette vitesse associée au manque d'explication lui apprend à prendre notes et à comprendre par elle-même chez elle, ce qui sera utile dans ses études supérieures. Elle sait, au fur et à mesure du chapitre, ce qu'elle devra être capable de faire à la fin mais de toute façon, les élèves savent qu'ils doivent étudier tout le cours et pouvoir tout refaire.

Avant, elle a eu d'autres professeurs qui l'avaient plutôt motivée. Elle appréciait le fait que certains étaient « carrés », qu'ils expliquaient bien, qu'ils proposaient des défis aux examens, qu'ils étaient drôles et rendaient le cours amusant (même si souvent « *la classe partait en vrille* » ce qui avait pour conséquence qu'elle n'était plus concentrée ni attentive), qu'ils expliquaient le but des exercices et des mathématiques en général, qu'ils acceptaient les questions et réexpliquaient la matière plusieurs fois, que leur intention n'était pas de « saquer » les élèves aux interrogations, qu'ils faisaient des contrôles sans surprise (qu'elle était en mesure de réussir), qu'ils l'encourageaient à travailler (notamment en vérifiant les préparations), qu'ils lui donnaient confiance en elle et qu'ils valorisaient le travail et les efforts.

En conclusion,

- **facteurs d'engagement** : performances moyennes, influence familiale, ouvertures liées aux mathématiques, vie privée et familiale, gout pour les mathématiques.

- **facteurs motivationnels** : utilité élevée dans la vie (mais pas celles vues à l'école) et pour ses études supérieures, intérêt initial mais décroissant, faible sentiment de compétence, peur de l'évaluation, importance de la réussite (prestige et fierté), comparaison.

- **pratiques pédagogiques** : manque d'implication de l'enseignant, d'adaptation, de feedbacks ; manque de pertinence du cours, préférence pour les activités d'activation cognitive basse ; gestion efficace de la classe.

2.10. Participante 10

La participante 10 a choisi l'option mathématique forte ainsi que les cours de renforcement en mathématiques et a 10 heures de mathématiques par semaine. Ces cours l'ont motivée à passer l'examen d'entrée en ingénierie pour devenir ingénieure aérospatiale. Cependant, elle a récemment changé d'avis et s'est retournée vers sa première intention : faire le droit.

2.10.1. Facteurs d'engagement en mathématiques fortes et dans une carrière STEM

La participante 10 a une moyenne de 14/20 en mathématiques. A l'origine, elle préférait le latin et les langues. Les membres de sa famille parlent beaucoup de langues différentes et elle pense que c'est peut-être une raison de son attirance vers cette matière. Au départ, elle

envisageait de faire des études de droit mais sa maman l'a poussée à prendre l'option mathématique forte. Au fur et à mesure du temps passé dans cette option, elle a commencé à envisager de devenir ingénieure aérospatiale. Plus tard, elle compte donner la priorité à sa vie professionnelle puisque pour la vie personnelle : « *il y a toujours moyen de s'arranger* ».

2. 10.2. Motivation vis-à-vis des mathématiques

Elle a toujours bien aimé les mathématiques parce qu'elles occasionnent une certaine réflexion et qu'elles sont variées. Elle trouve également qu'elles sont utiles dans la vie de tous les jours : « *J'ai déménagé récemment. Ma maman devait faire des calculs, même pour les meubles.* » Le prestige des mathématiques la motive à pousser ses limites plus loin car « *ce n'est pas donné à tout le monde de réussir dans cette matière* ». D'ailleurs, cette participante aime les problèmes et les exercices complexes, justement parce qu'ils sont complexes, qu'ils ont un but et qu'il faut se servir des choses apprises précédemment. Elle fait des mathématiques en dehors de ses cours à l'école dans un groupe qui s'appelle « *maths en jeans* ». Cependant, elle pense que tout le monde n'est pas dans le même cas et que beaucoup d'élèves sont en mathématiques et sciences fortes uniquement parce que leurs parents les y ont obligés. Dans son cas personnel, cette option l'a encore plus motivée vis-à-vis des mathématiques parce qu'elle sent qu'elle a acquis des facilités et une méthode de travail pour l'université, ce qui lui a même donné envie de faire l'ingénierie. Elle trouve qu'il y a une bonne entente dans son option, tout le monde s'entraide, notamment via un groupe sur un réseau social mais ils n'ont pas d'affinités particulières en dehors de l'école. Et s'ils comparent leurs résultats, c'est par curiosité mais il n'y a pas de compétition entre eux.

Réussir en mathématiques est important pour elle car cela lui permet de se rendre compte qu'elle est capable, qu'elle a compris et elle pense que cela lui permettra de réussir son année. Cela l'était encore plus quand elle pensait s'inscrire en « *ingénieur civil* » car elle en aurait eu besoin dans ses études supérieures. De plus, pour elle, les points sont le reflet du travail accompli. Ils la rendent fière quand ils sont bons et lui donnent confiance en elle car on lui a toujours dit qu'elle n'était pas faite pour les maths et elle prouve que c'est faux. Par contre, quand elle rate une interrogation, elle se dit « *mais enfin, ce n'est pas pour moi* » même si elle sait que l'erreur sert à apprendre et que ce n'est pas grave. D'ailleurs, elle n'a pas peur de faire des exercices au tableau et n'est pas stressée quand elle doit faire un nouvel exercice.

Elle se voit comme une élève « *appliquée mais pas assez douée* ». Elle travaille une heure par jour et trouve que cela vaut la peine pour ceux qui veulent faire les études d'ingénieur parce qu'elle constate que, plus elle s'investit, plus ses résultats sont bons.

2.10.3. Pratiques pédagogiques de ses enseignants

Cette participante estime avoir toujours eu des professeurs de mathématiques « motivants » à part une : « *ma prof de 2^e secondaire m'a très négativement influencée parce qu'en fait, c'était vraiment le cliché de la prof de maths, qui crie tout le temps, qui donne des devoirs mais on a l'impression que ça ne sert à rien* ». En 4^e, bien que cela ne l'ait pas touchée elle directement, elle a eu un professeur qui disait aux élèves qu'ils étaient tous nuls quand ils rataient un contrôle et qui faisait des différences entre les élèves : « *les personnes qu'il n'apprécie pas, elles se sentent rejetées par le prof et je pense que c'est bien pour les personnes que le prof apprécie mais que ce n'est pas bien pour les autres. Eux, même s'ils font des efforts, ils n'ont pas spécialement l'encouragement nécessaire pour faire encore mieux après.* » Aussi, elle n'apprécie pas les a priori des professeurs des autres matières qui insinuent que tous les élèves de mathématiques fortes veulent devenir ingénieurs, elle trouve cela « *cliché* ». Par contre, elle a beaucoup apprécié ses enseignantes de 3^e et de 5 et 6^e années. D'après elle, sa professeure actuelle s'investit beaucoup et veut faire réussir ses élèves, les pousser vers le haut, cela se voit notamment au fait qu'elle propose plusieurs méthodes pour réaliser un même exercice : chacun peut choisir celle qu'il comprend le mieux. « *Son but n'est pas juste de donner cours de math et nous moffler. Ce que l'on pense généralement des profs de maths.* » De plus, quand les élèves réussissent certains exercices, elle en donne de plus compliqués pour qu'ils s'améliorent encore. Elle propose d'ailleurs souvent des problèmes et des exercices complexes. Elle valorise le travail, l'investissement plutôt que les points, félicite les élèves et les encourage ; par exemple : « *A un moment, j'ai voulu changer d'option et je lui en avais parlé parce que je me suis dit que je voulais avoir son avis vu que c'est son cours et elle m'avait dit que j'étais capable de suivre son cours, qu'il n'y avait pas de raison pour que je parte de ce cours-là. Donc elle m'a dit que, de toute façon, elle ne me ne laisserait pas changer d'option.* » Cette enseignante réalise toujours une correction des contrôles et pointe le positif mais également les erreurs pour que les élèves ne les fassent plus. La participante 10 trouve cela intéressant pour l'apprentissage mais, en même temps, elle pense que réexpliquer les erreurs ne prépare pas bien à l'université car, à ce

moment-là, les professeurs ne le feront plus. Même si elle ne leur donne pas de feedbacks personnalisés, elle met souvent des commentaires encourageants dans leur bulletin. Aussi, cette enseignante se remet souvent en question, réexplique les choses différemment et, même si elle ne s'adapte pas à l'apprentissage de chacun des élèves, elle s'adapte tout de même à leur rythme. Enfin, elle articule son cours autour de préoccupations qui intéressent les élèves, ce qui est motivant pour cette étudiante. Par contre, la participante interrogée estime ne pas avoir l'occasion d'être créative au cours de mathématiques alors qu'elle aime bien « *mettre [sa] petite touche* » dans ce qu'elle fait. Du coup, elle participait au groupe « *maths en jeans* » en dehors de ses heures de cours, où elle pouvait être créative.

2.10.4. Raisons de son changement de choix d'études supérieures

Cette participante a changé d'idée quant à son choix d'études supérieures au cours de sa dernière année secondaire. Vu que le moment du choix se rapprochait, elle a repensé à sa première idée (le droit) et a décidé de participer aux journées portes ouvertes à l'ULiège dans les facultés de droit et d'ingénierie. Elle a trouvé l'ambiance plus sympathique et plus conviviale en droit : « *en ingénieur, il n'y avait pas beaucoup d'élèves de rhéto, les étudiants nous regardaient bizarrement, ils n'avaient pas l'air au courant que c'était la semaine des portes ouvertes, les profs n'ont pas eu un petit mot pour nous, c'était comme si on n'était pas là ou invisibles, c'était gênant.* » Vu qu'elle s'est sentie plus à l'aise en droit, elle a finalement choisi de faire ces études l'année prochaine. « *Ma maman est un peu déçue, je l'ai bien ressenti, elle aurait vraiment voulu que je fasse ingénieure, elle trouvait que c'était des belles études et que j'allais avoir un bon métier, elle aurait été fière que je réussisse...* » Mais l'étudiante pense que sa maman lui fait tout de même confiance et trouve que le droit c'est bien aussi.

En conclusion,

- **facteurs d'engagement** : performances élevées, influence familiale, plutôt littéraire au départ mais ambition professionnelle liée aux mathématiques par la suite, goût pour les mathématiques, la réflexion.
- **facteurs motivationnels** : utilité élevée, intérêt élevé, buts de maîtrise mais importance des points (performance) pour sa fierté et sa confiance en elle, pas de compétition, facilités.
- **pratiques pédagogiques** : implication de l'enseignant, encouragements, feedbacks ;

pertinence du cours, préférence pour les activités d'activation cognitive élevée ; importance de l'ambiance du cours.

- **changement d'ambition professionnelle** : manque de considération lors des journées portes ouvertes (s'est sentie mal à l'aise), retour à sa première idée.

2.11. Conclusion

Le premier élément commun à toutes les participantes et ayant impacté leur choix d'option est le fait que choisir les mathématiques fortes ne ferme aucune porte pour les études supérieures. Cela semble avoir été un argument pour chaque fille interrogée mais également pour leurs parents puisque, dans tous les cas, nous constatons que l'influence familiale était présente. Aussi, nombreuses sont les étudiantes qui avaient déjà un projet d'avenir en rapport soit avec les mathématiques soit avec les sciences. Ainsi, comme l'avaient souligné Bieri Buschor et al. (2013), le projet professionnel déjà présent influencerait également ce choix d'option puisqu'il apporte une utilité supplémentaire aux mathématiques : le fait de faciliter ou simplement de permettre de réaliser certaines études supérieures. Toutes les participantes ont déclaré aimer les mathématiques ou les sciences au moment de leur choix d'option. Le fait d'aimer découvrir, savoir, comprendre la vie les motiverait vis-à-vis des sciences et des mathématiques. Les participantes 5, 6 et 7 ont d'ailleurs mis cet attrait pour les mathématiques en opposition au fait d'être littéraires. La participante 10, par contre, est la seule à avoir déclaré être plutôt littéraire mais avoir tout de même choisi les mathématiques fortes. Finalement, les participantes 5, 6 et 7 sont les trois étudiantes qui envisagent de faire une carrière MPECS (*mathematical, physical, engineering and computer sciences*) alors que la participante 10 envisage de faire le droit. Dans beaucoup de cas, nous observons également la fierté procurée par la réussite de cette option étant donné le prestige qu'on lui accorde et la difficulté qui y est associée : « *ce n'est pas donné à tout le monde* » (participante 10). Par contre, cette difficulté semble, lorsqu'elle est ressentie par les participantes, les démotiver vis-à-vis des mathématiques. La participante 6 affirme, dans le même ordre d'idées, qu'elle apprécie qu'il y ait peu de filles en ingénierie et que cela la motive à s'y investir : « *il y a beaucoup moins de filles représentées dans ce milieu-là. C'est peut-être ça qui est motivant pour justement être une des seules à pouvoir exercer dans cette branche.* »

En ce qui concerne leur motivation en mathématiques, les interviews semblent démontrer que le climat de compétition n'est pas perçu comme quelque chose de positif : la

plupart des filles ne se sentent pas concernées par une compétition entre élèves et celles qui le ressentent affirment que ce n'est positif que pour les meilleurs élèves : « *C'est positif pour les gens toujours au-dessus, qui sont toujours bien classés dans la compétition parce qu'ils ont des beaux points et qu'ils sont un peu l'exemple des autres mais pour ceux qui sont au milieu, en-dessous, ... c'est négatif. Cela décourage, on se sent inférieurs à eux.* » (participante 3). Malgré cela, les points sont importants pour toutes les participantes et plusieurs affirment comparer les leurs aux autres, même celles qui déclarent avoir des buts de maîtrise plutôt que des buts de performance. En effet, selon elles, les points permettent la reconnaissance, les rassurent sur leur avenir scolaire et représentent une satisfaction et une valorisation du travail accompli. Les deux types de buts d'accomplissement semblent donc coexister chez la plupart des participantes. De plus, toutes les participantes n'ont pas un sentiment de compétence élevé. Celles qui semblent être les plus confiantes (les participantes 5, 6 et 7) sont celles qui s'opposent au fait d'être littéraires et qui envisagent les carrières MPECS ; alors que d'autres mentionnent leur besoin de reconnaissance et leur peur de l'échec à cause du fait qu'elles ne se sentent pas toujours capables de réussir. Si toutes les filles décrivent une cohésion de groupe positive et une bonne ambiance au sein de l'option mathématique forte, seule la participante 5 affirme qu'elle s'entend particulièrement bien avec les autres membres de l'option mais elle spécifie qu'elle parle du groupe de « mathématiques 8 » et non du groupe de « mathématiques 6 » parce qu'ils partagent encore plus de points communs. Cependant, bien qu'elles affirment quasiment toutes qu'elles n'accordent pas d'importance au regard des autres, elles avouent souvent avoir peur de rater un exercice au tableau. Aussi, hormis les participantes 2 et 10, qui semblent être les deux seules à accorder de l'importance à la créativité, quasiment aucune participante n'apprécie les travaux de groupe, même si elles en voient toutes l'utilité ; elles préfèrent travailler seules. Presque toutes les étudiantes déclarent que leurs résultats dépendent du travail qu'elles ont accompli. Cependant, les participantes qui démontrent une confiance en elles et une motivation moins élevées pour les mathématiques semblent affirmer que la réussite ne dépend pas que du travail accompli. La participante 3 affirme qu'il lui arrive de travailler et de tout de même rater : « *il y a des interrogos que j'ai ratées et que ce n'était pas du tout à cause de n'avoir pas travaillé. J'ai essayé mais ce n'était pas ma matière. Cette année encore, on nous donne 40 exercices, on fait les 40 et puis après on se plante. Pour [la professeure], c'est parce qu'on n'en a pas fait. Elle ne s'intéresse pas de se dire peut-être qu'elle les a fait mais qu'elle a mal compris...* » Quant à la participante 9, elle pense que sa réussite dépend parfois davantage de l'enseignant que d'elle-même.

Un autre point sur lequel toutes les participantes se rejoignent est la responsabilité de l'enseignant dans leur motivation vis-à-vis du cours de mathématiques. De nombreuses filles affirment avoir éprouvé des ressentis différents vis-à-vis de cette matière en fonction des professeurs qu'elles ont eus au cours de leur scolarité.

Toutes les participantes mettent en évidence l'importance du **climat soutenant**. Elles apprécient que leurs enseignants s'investissent et s'impliquent dans leurs apprentissages mais également qu'ils les soutiennent au niveau social et les encouragent. Les participantes 1, 3, 4 et 9 dénoncent le fait que certains professeurs adoptent un comportement différent selon les élèves : certains feraient des différences entre les filles et les garçons, d'autres entre les « *élites* » et les autres élèves. Cela a eu un impact négatif sur la motivation de toutes les participantes qui ont abordé ce sujet. Elles soulignent la nécessité des feedbacks mais également celle d'avoir une vision constructive de l'erreur et de s'adapter aux élèves. Par contre, quelques étudiantes pensent que certaines pratiques enseignantes liées à ce pilier du modèle tri-dimensionnel de Klieme, telles qu'expliquer les erreurs (participante 10) ou laisser le temps à tout le monde de faire les exercices (participante 9), ne préparent pas bien à l'université.

Beaucoup de participantes mentionnent la pertinence du cours qui permet de percevoir le sens des exercices proposés. Ainsi, plusieurs participantes affirment que les problèmes et les exercices complexes, qui font appel à un haut niveau d'**activation cognitive**, sont bénéfiques puisqu'ils donnent du sens aux apprentissages dans la vie courante. Cependant, nous pouvons constater que les filles qui ont un sentiment de compétence plus faible n'apprécient pas ce genre d'exercices (c'est notamment le cas pour les participantes 3, 4 et 9).

Enfin, plusieurs participantes ont également mentionné la **gestion de classe**. Pour elles, c'est important que l'enseignant ait de l'autorité pour qu'il fasse calme en classe et qu'elles puissent écouter et rester attentives. Cependant, les participantes 4 et 7 déclarent également que l'ambiance détendue et le fait de pouvoir parler d'autres choses que des mathématiques sont importants pour elles, pour qu'elles se sentent bien.

VI. Interprétation et discussion

L'échantillon avec lequel nous avons travaillé montre, comme c'était le cas pour les recherches précédentes, que les filles aspirent moins à des carrières mathématiques que les garçons. De ce fait, nous avons investigué l'influence des pratiques des enseignants sur ces aspirations. Ainsi, les résultats quantitatifs, complétés par les résultats de l'analyse qualitative, vont nous permettre de vérifier dans quelle mesure les pratiques pédagogiques favorisant les trois piliers du modèle tri-dimensionnel de Klieme influencent positivement la motivation des filles vis-à-vis des mathématiques, le fait qu'elles choisissent l'option mathématique forte mais aussi leurs ambitions professionnelles liées aux mathématiques ou aux sciences.

1. L'impact des pratiques pédagogiques sur l'engagement des filles en mathématiques

1.1. Le climat soutenant

Les résultats des deux volets de cette recherche mettent en évidence l'importance du climat soutenant en classe de mathématiques pour les filles. Ainsi, les données récoltées apportent des éléments permettant de revenir sur la première hypothèse qui avait été posée, à savoir : *Les filles qui affirment avoir eu des professeurs favorisant un climat soutenant dans le cours de mathématiques choisissent davantage les options mathématiques et présentent davantage d'aspirations liées à cette matière.*

Les analyses quantitatives ont démontré que les filles avaient des perceptions significativement différentes de celles des garçons pour deux variables étudiées : l'implication de l'enseignant, qu'elles perçoivent davantage que leurs pairs masculins, et les feedbacks, qu'elles perçoivent, au contraire, moins qu'eux.

Tout d'abord, les filles perçoivent donc plus d'**implication de la part de l'enseignant** que leurs compagnons de classe, c'est-à-dire qu'elles ont davantage l'impression que leurs enseignants les aident à s'améliorer et sont gentils avec elles. Il est dès lors intéressant de se questionner sur l'effet de cette variable spécifique sur le choix d'option et de carrière des filles. Les données récoltées dans le volet qualitatif, à travers les interviews auxquels les filles ont été soumises, permettent d'éclairer quelque peu le sujet et démontrent qu'elles accordent en réalité beaucoup d'importance à cette variable et rejoignent donc les conclusions de Jaegers et Lafontaine (2018) selon lesquels le soutien social des enseignants et la relation

entretenu avec eux sont particulièrement importants pour les filles pour assouvir leur besoin d'affiliation. En effet, lorsque nous les avons interrogées quant aux pratiques de leurs enseignants de mathématiques, toutes ont abordé leur implication tant académique que sociale et ont affirmé que cela était très important pour elles. D'après elles, cette implication se définit tant en termes de temps, de disponibilité et d'investissement d'un point de vue scolaire, qu'en termes de soutien social, d'encouragements, d'aide et de reconnaissance. Selon leurs dires, le fait que l'enseignant de mathématiques s'implique les motive et les encourage vis-à-vis de cette matière. Au contraire, plusieurs participantes évoquent des enseignants qui les ont découragées ou même dégoûtées des mathématiques et abordent dans les raisons de ce découragement, pour chacune, le manque d'implication et de soutien du professeur. Cette pratique pourrait être mise en lien avec le besoin de compétence, dans le sens où les filles ont besoin de se sentir compétentes pour être motivées (Ryan & Deci, 2000) et que le soutien tant académique que social peut contribuer à ce ressenti.

De plus, en ce qui concerne la perception des **feedbacks**, qui fait référence au sentiment qu'ont les élèves de recevoir des retours constructifs de la part de l'enseignant sur les exercices ou les interrogations qu'ils ont faits dans le but de s'améliorer, les résultats démontrent que les filles les perçoivent significativement moins que les garçons. Or, nous savons d'après Wang (2012) que les retours externes auraient plus d'impact sur l'espérance de réussite des filles que sur celle des garçons et que les filles en auraient davantage besoin pour être motivées par les mathématiques. Cette comparaison selon le genre n'a pas pu être analysée plus en profondeur lors des interviews étant donné que nous avons pris le parti de n'interroger que des filles. Cependant, l'analyse qui a été réalisée à partir de leurs récits nous permet de renforcer l'observation selon laquelle les filles ne perçoivent pas toujours de feedbacks. Effectivement, les filles interrogées affirment en général recevoir un petit mot lors de la remise du contrôle ainsi qu'un correctif mais rares sont celles qui déclarent recevoir un feedback précis et personnalisé dans le but de s'améliorer. L'importance de cette variable a pourtant été démontrée lors des analyses de *clusters* (tant pour les filles que pour les garçons) : lorsque nous avons comparé deux *clusters* où toutes les variables favorables selon la théorie de Klieme étaient fortement perçues, nous avons constaté que c'était dans le *cluster* où les filles percevaient davantage de feedbacks qu'elles étaient plus nombreuses à être inscrites dans l'option mathématique forte et qu'elles présentaient davantage d'aspirations liées à cette matière. Cette variable semble, dès lors, être une piste d'amélioration possible dans le cadre de cette étude.

Par contre, bien que les perceptions des **attentes des enseignants** ne diffèrent pas significativement selon le genre des étudiants d'après les résultats quantitatifs de notre étude, il semblerait que cette variable soit tout de même importante pour les filles puisque nombreuses sont celles qui y font référence à travers leur récit. D'après leurs dires, ces attentes auraient un impact sur leur motivation et probablement sur leur sentiment de compétence.

Les analyses quantitatives démontrent que les filles inscrites en mathématiques fortes ont des perceptions significativement plus importantes de toutes les variables de ce pilier étudiées, à savoir des feedbacks, de l'implication de l'enseignant et de ses attentes, que les filles qui ne sont pas inscrites dans cette option. Toutefois, l'analyse quantitative, à elle seule, ne nous permet pas de savoir si ces filles avaient des perceptions analogues auparavant. Ces pourquoi, elle ne nous permet pas non plus d'affirmer que ce sont ces perceptions qui ont influencé leur choix d'option. C'est dans ce sens que l'analyse qualitative peut compléter les données récoltées dans le premier volet. En effet, il semblerait, d'après leurs dires, que toutes les participantes étaient motivées et confiantes vis-à-vis de leurs capacités en mathématiques au moment de leur choix d'option. Elles expliquent généralement les raisons de cette motivation en décrivant leurs enseignants de mathématiques antérieurs et en expliquant en quoi ces derniers les ont encouragées. Ainsi, elles mettent souvent en évidence le rôle de l'implication de leurs précédents professeurs de mathématiques et particulièrement leurs encouragements et le fait qu'ils les rassurent quant à leurs capacités de suivre l'option mathématique forte et de réussir dans cette branche. Le récit de la participante 9 permet, par ailleurs, de constater que le manque de perceptions d'un climat soutenant en fin de secondaire peut être démotivant pour les études supérieures étant donné qu'en partie à cause de cela, elle n'est plus certaine de vouloir choisir la filière « ingénieur de gestion » à la Haute École de Commerce l'année prochaine.

1.2. L'activation cognitive

La seconde hypothèse émise lors de cette recherche était que *les filles qui affirment avoir eu des professeurs favorisant l'activation cognitive dans le cours de mathématiques choisissent davantage les options mathématiques et présentent davantage d'aspirations liées à cette matière.*

Les résultats statistiques obtenus dans le volet quantitatif ne démontrent aucune différence significative entre les filles et les garçons au niveau de leurs perceptions de la variable faisant référence à ce pilier. En revanche, des différences significatives ont été observées entre les filles inscrites dans l'option mathématique forte et celles qui n'y sont pas inscrites au niveau de la variable de la perception de **l'activation cognitive**. Il en va de même pour les garçons.

Encore une fois, ces données seules ne permettent pas de tirer de conclusions quant aux variables qui favorisent ou non le choix de l'option mathématique forte puisque les données sont recueillies alors que les élèves ont déjà choisi leur option. Les données récoltées dans le volet qualitatif vont donc permettre d'éclairer cette hypothèse en ce qui concerne les filles.

Les jeunes filles interrogées affirment que leurs enseignants de mathématiques leur proposent plusieurs types d'exercices en classe. Parmi ces exercices, elles citent les problèmes et autres exercices complexes ou « défis », les exercices d'application et les démonstrations. Cependant, il n'y a pas de tendance qui se dégage quant aux exercices qui motivent le plus les participantes : alors que certaines préfèrent les exercices en lien avec la vie courante, qui font réfléchir et qui peuvent être résolus de différentes manières, d'autres affectionnent les exercices simples et automatiques, et d'autres encore penchent pour les démonstrations parce qu'elles prouvent quelque chose en allant d'un point A à un point B. Par contre, il a été possible d'établir des liens probables entre ces préférences et le sentiment de compétence des filles interrogées. En effet, les étudiantes qui déclarent apprécier les exercices complexes sont celles qui semblent avoir le plus confiance en elles et qui se considèrent plutôt « bonnes » en mathématiques. D'autres expriment ouvertement leur sentiment de frustration à l'idée de ne pas réussir à résoudre ce type d'exercices et les conséquences néfastes sur leur sentiment de compétence. La participante 9 va jusqu'à avouer ne même pas essayer de résoudre ces exercices dans le but de ne pas être déçue, frustrée et de ne pas se sentir nulle. Il semblerait donc que cette variable puisse être motivante pour les filles mais à condition qu'elle n'impacte pas négativement leur sentiment de compétence. Il y aurait donc, pour mettre en place cette pratique stimulante selon le modèle tri-dimensionnel de Klieme, des précautions à prendre : ainsi, il faudrait s'assurer que toutes les filles confrontées à ces exercices soient en mesure de les réussir même s'ils sont considérés comme complexes. En effet, on peut imaginer que l'activation cognitive, telle que définie dans ce modèle, peut participer à l'assouvissement du besoin de compétence des élèves (Ryan & Deci, 2000). De ce fait, l'objectif est de permettre aux jeunes filles de se sentir compétentes en réalisant des exercices

complexes mais pas d'être confrontées à des exercices sans jamais parvenir à les résoudre, dans quel cas, cette pratique aurait l'effet inverse de celui escompté.

Nous avons vu, dans la revue de littérature, qu'un aspect important de l'activation cognitive était la présence de conflits socio-cognitifs (Lipowsky et al., 2009). Pour cela, il faut donc que les jeunes filles soient confrontées à d'autres manières de penser ou de fonctionner que la leur. Or, à l'exception de deux jeunes filles qui apprécieraient avoir davantage de travaux de groupes en mathématiques (et qui sont les seules à accorder de l'importance à la créativité au cours de mathématiques, mais rien dans notre recherche ne permet d'affirmer que ces deux variables sont liées), toutes les participantes déclarent ne pas aimer les travaux de groupes et préférer travailler seules. Cependant, de manière quelque peu contradictoire, toutes les participantes affirment apprécier qu'on leur laisse, voire même qu'on leur enseigne, différentes manières de résoudre un même exercice. Elles apprécient le fait de pouvoir choisir la méthode de résolution qui leur correspond le mieux mais aussi de comparer ce qu'elles font à ces autres façons de procéder pour comprendre en quoi une certaine méthode est meilleure que les autres. L'importance accordée à cette liberté de choix peut être mise en lien avec le besoin d'autonomie (Ryan & Deci, 2000) qui est, selon la théorie de l'auto-détermination, un des trois besoins fondamentaux favorisant la motivation autonome des élèves. Bien qu'elles apprécient toutes que leur enseignant leur permette de choisir ce qui leur correspond le mieux et que celles dont l'enseignant ne le leur permet pas affirment le regretter, elles ne semblent pas particulièrement motivées par les travaux de groupes mais le justifient plutôt par la mauvaise répartition du travail qui peut survenir ou par l'envie d'avancer seules, à leur rythme ou de vérifier si elles sont capables de résoudre la tâche seules.

Nous avons décidé de développer également la **pertinence de l'enseignement**, c'est-à-dire le sens et l'utilité que les élèves perçoivent du cours de mathématiques, à travers ce pilier dans la mesure où l'activation cognitive consiste également à proposer aux élèves des tâches ou des activités qui leur permettent d'en comprendre profondément le sens mais aussi de réfléchir sur leur manière d'apprendre (Lipowsky et al., 2009). A ce sujet, si la perception de la pertinence de l'enseignement ne diffère pas significativement selon le genre des étudiants, elle est significativement différente pour les filles fréquentant l'option mathématique forte et les autres. Il en va de même lorsque nous observons les différences de perceptions entre les garçons suivant leur option.

Quand nous mettons ces résultats en parallèle avec les résultats de l'analyse qualitative, nous observons qu'au sein même de l'option mathématique forte, des différences importantes sont constatées quant à cette variable. En effet, alors que certaines filles trouvent que ce qu'elles apprennent au cours de mathématiques est utile dans leur vie quotidienne et qu'elles attribuent du sens à leurs apprentissages, d'autres, au contraire, pensent que les mathématiques en règle générale peuvent être utiles dans la vie de tous les jours mais que ce n'est pas le cas pour les mathématiques enseignées à l'école. Celles qui y attribuent le plus de sens paraissent davantage motivées que les autres et présentent des aspirations mathématiques plus évidentes. Les autres affirment que l'utilité des mathématiques est surtout, pour elles, de faciliter leurs études supérieures dans les branches scientifiques ou à la Haute Ecole de Commerce. Alors qu'elles étudient la même matière, certaines étudiantes affirment que les apprentissages sont de plus en plus concrets alors que d'autres estiment qu'ils le sont de moins en moins. Deux filles prennent notamment l'exemple des logarithmes et expriment des avis contraires : celle qui trouve les apprentissages plus concrets envisage de faire l'ingénierie et affirme qu'elle en aura besoin dans son métier, alors que l'autre souhaite étudier les sciences ou la diététique et n'y voit aucun intérêt. Il est donc intéressant de souligner que la pertinence du cours est peut-être évaluée en fonction des ambitions de carrières déjà présentes chez les jeunes filles et que c'est donc pour cette raison que les perceptions quant à cette variable sont différentes selon les options. Cela rejoint la théorie de l'auto-détermination de Ryan & Deci (2000) qui prétend que la motivation peut être plus intégrée et interne même lorsqu'elle ne dépend pas d'un amour des mathématiques et du plaisir qu'elles procurent : le sens que chacune y porte en fonction de ses ambitions et de ses intérêts personnels peut conduire à un niveau différent de motivation intrinsèque vis-à-vis de cette matière. Ainsi, il est important de souligner que même dans le groupe des filles ayant choisi l'option mathématique forte, il peut y avoir de grandes variations quant à la perception de la pertinence du cours. Pour rendre cette variable davantage perceptible pour toutes les filles et pour les motiver vis-à-vis des mathématiques, les enseignants auraient donc peut-être tout intérêt, et ce déjà dans les premières années de l'enseignement secondaire, voire même avant, à insister et à démontrer l'utilité des apprentissages dans la vie de tous les jours, pour tout le monde, et pas à travers certains profils professionnels afin d'impacter le plus de filles et ne pas négliger celles qui n'envisagent pas une carrière mathématiques à proprement parler.

Ainsi, il semblerait que la deuxième hypothèse se vérifie à travers les résultats des analyses mais nous insistons tout de même sur l'importance d'autres variables telles que le

sentiment de compétence ou les ambitions de carrières déjà établies des filles dans la manière dont ce deuxième pilier favorise leur motivation vis-à-vis des mathématiques. Cela coïncide avec les conclusions de Lipowsky et al. (2009) selon lesquelles l'activation cognitive aurait un impact d'autant plus positif que l'intérêt des élèves pour la matière vue est déjà élevé au départ.

1.3. La gestion de la classe

Concernant la gestion de la classe, nous avons émis l'hypothèse que *les filles qui affirment avoir eu des professeurs pratiquant une bonne gestion de classe dans le cours de mathématiques choisissent davantage les options mathématiques et présentent davantage d'aspirations liées à cette matière.*

Les résultats de la comparaison de moyennes des perceptions des filles montrent qu'elles perçoivent davantage la bonne **gestion de la classe de mathématiques** quand elles fréquentent l'option mathématique forte que lorsqu'elles ne la fréquentent pas. Pour compléter ces informations, certaines filles ont abordé le sujet lors de leur interview. Celles qui en ont parlé spontanément ont affirmé qu'il était important, pour elles, qu'il fasse calme en classe de manière à ce qu'elles puissent se concentrer et être attentives durant les cours. Certaines ont donc souligné la qualité de certains enseignants de savoir se faire respecter. Une participante a explicitement déclaré que la gestion de classe était moins bonne lors de ses premières années du secondaire et que cela avait eu un effet négatif sur sa motivation en mathématiques. Elle pense que dans les classes à option mathématique, les élèves sont plus concentrés car ils veulent réussir et que cela est plus bénéfique que les classes mixtes.

Toutefois, si toutes les participantes qui ont abordé cette variable s'accordent sur le principe selon lequel la classe doit être calme, certaines filles ont mentionné l'importance pour elles d'une ambiance détendue, dans laquelle on peut s'amuser et discuter d'autres choses que du cours. Effectivement, la participante 7 explique même que l'ambiance tendue à laquelle elle avait été confrontée précédemment l'avait beaucoup stressée et qu'elle avait failli changer d'option. Il serait donc important, pour impacter favorablement la motivation des jeunes filles, de proposer une ambiance détendue et, à la fois, calme et disciplinée.

Enfin, en ce qui concerne le **caractère dirigé de l'enseignement**, bien que les résultats quantitatifs ne démontrent aucune différence significative (ni selon l'option, ni selon le

genre), les données recueillies lors des entretiens sont plutôt variables. Ainsi, le fait de percevoir de manière claire les objectifs des leçons n'a pas été mentionné spontanément par la plupart des participantes. Lorsque nous les avons questionnées à ce sujet, la plupart ont déclaré que, pour elles, les objectifs n'étaient pas toujours clairs mais elles n'ont pas toujours assimilé cela à une baisse de motivation. D'ailleurs, la participante 4 qui a affirmé percevoir ces objectifs clairement faisait plutôt partie des filles qui semblaient les moins motivées de manière générale. Enfin, les filles qui paraissaient les moins confiantes et qui se montraient découragées dénonçaient le fait d'avoir des interrogations qui ne correspondaient pas à la matière vue en classe en termes de difficulté : elles affirment que les contrôles sont plus difficiles que les exercices et que cela les démotive.

Cette hypothèse semble donc se vérifier en ce qui concerne la variable « gestion de classe ». Mais trop de sérieux et ne pas laisser place à la détente et à la discussion pourrait avoir un effet contre-productif sur la motivation de certaines filles.

2. Conclusion

La validation, sous certaines conditions, des trois précédentes hypothèses nous permet également de valider la dernière : *La mise en place de pratiques pédagogiques efficaces selon le modèle tri-dimensionnel de Klieme (le climat soutenant, l'activation cognitive et la bonne gestion de la classe) influence positivement la motivation des filles vis-à-vis des mathématiques.*

En effet, nous venons d'expliciter, pour chacun des trois piliers, les variables qui semblent influencer positivement la motivation des filles vis-à-vis des mathématiques et qui les ont conduites à choisir l'option mathématique forte pour leur rhétorique. De plus, l'analyse des *clusters* a démontré que lorsque les filles, tout comme les garçons d'ailleurs, percevaient davantage les pratiques favorables selon le modèle tri-dimensionnel de Klieme, elles étaient plus nombreuses à suivre l'option mathématique forte et à présenter des aspirations liées à cette matière.

Pour rappel, le climat soutenant apparaît comme un élément déterminant pour favoriser l'engagement des filles dans les options et les études mathématiques, notamment à travers l'implication tant académique que sociale de l'enseignant et les feedbacks qu'il leur fournit. De plus, l'activation cognitive, à condition qu'elle permette aux filles de se sentir compétentes

influence également positivement la motivation des filles et donc leur inscription dans cette option. Mais, afin d'accentuer l'effet positif de ce pilier, il semble important de laisser du choix aux jeunes filles et de rencontrer leur besoin d'autonomie. Aussi, pour donner du sens aux apprentissages et en démontrer l'utilité, mieux vaut se concentrer sur leurs usages quotidiens car se focaliser sur les usages des mathématiques dans un métier précis pourrait avoir pour conséquence que certaines filles ne se sentent pas concernées et n'y voient donc aucune utilité. Enfin, s'il semblerait qu'il faille que la classe soit calme pour permettre à chacune d'être attentive et concentrée durant le cours, il faudrait également s'adapter aux différentes personnalités et installer une ambiance détendue pour que certaines se sentent à l'aise vis-à-vis de ce cours.

Au-delà des pratiques pédagogiques se basant sur le modèle tri-dimensionnel de Klieme, les entretiens réalisés avec les participantes ont permis de mettre en évidence d'autres facteurs qui les ont conduites à choisir l'option mathématique forte.

Ainsi, au niveau des facteurs de choix d'option mathématique, les entretiens ont mis en évidence l'influence familiale, à travers les modèles que les jeunes filles peuvent avoir, mais également à travers la façon de considérer les mathématiques dans la famille : les filles interrogées semblent avoir toutes une famille qui accorde un certain prestige à cette matière, qui pense que choisir l'option mathématique forte ne ferme aucune porte pour l'avenir mais également qui associe les carrières mathématiques à une certaine stabilité financière. En plus de ces facteurs, certaines participantes ont mentionné des ambitions professionnelles déjà présentes au moment du choix d'option ou un certain plaisir de faire des mathématiques. Enfin, il semblerait, également, que toutes les participantes interrogées ne ressentent pas de difficultés en mathématiques au moment où elles ont choisi leur option.

Bien que ces facteurs ne puissent être attribués exclusivement aux pratiques des enseignants de mathématiques, nous pensons qu'il serait intéressant qu'ils en prennent connaissance afin d'être conscients de leur importance. Ainsi, rien ne les empêcherait d'encourager les filles de leurs classes à choisir l'option mathématique en insistant davantage sur le fait que cette option permette de conserver différentes opportunités professionnelles dans la mesure où elle ne ferme pas de portes, en augmentant leur sentiment de compétence mais également en leur donnant goût aux mathématiques.

VII. Conclusion, perspectives et limites

L'intention de cette recherche était de dégager des pistes d'action destinées aux enseignants de mathématiques pour donner aux jeunes filles un maximum de chances de pouvoir entreprendre des études et des carrières mathématiques ou scientifiques. Pour ce faire, nous avons tenté de répondre à la question : « *Quelles sont les pratiques des enseignants qui influencent l'orientation des filles vers l'option mathématique forte en rhétorique et, par la suite, vers des études et des carrières STEM ? Et quelles sont les pratiques qui, au contraire, peuvent les en décourager ?* » Les analyses, aussi bien quantitatives que qualitatives, ont permis de vérifier les hypothèses qui avaient été posées et donc d'apporter quelques éléments de réponse à notre question de recherche.

Ces éléments de réponse, précédemment développés, nous mènent, comme prévu, à proposer quelques pistes d'action, destinées aux enseignants de mathématiques, dans le but de laisser l'opportunité aux jeunes filles qui suivent leur cours d'envisager de choisir l'option mathématique forte en fin de parcours secondaire voire d'entreprendre des études ou des carrières à visée mathématique ou scientifique. Ainsi, étant donné que les filles ont un sentiment de compétence moindre que celui des garçons vis-à-vis des mathématiques (Lafontaine & Dupont, 2019), nous encourageons les enseignants de mathématiques, d'après l'analyse des données que nous avons pu recueillir dans le cadre de cette recherche, à favoriser un climat soutenant dans leur classe, c'est-à-dire à soutenir leurs élèves, et particulièrement les filles, tant au niveau académique qu'au niveau social. Pour ce faire, nous leur conseillons notamment de s'impliquer, d'expliquer la matière, d'aider les filles dans leurs apprentissages, de mettre en place une relation de sympathie avec elles, de leur rendre des feedbacks constructifs dans le but qu'elles s'améliorent, de les encourager et de leur montrer qu'elles sont capables d'y arriver. En effet, celles-ci seraient sensibles à l'investissement de leur professeur, à sa disponibilité, à son aide, à ses encouragements mais également à sa sympathie et à la relation qu'elles entretiennent avec lui. En plus de ce climat soutenant, l'activation cognitive perçue par les jeunes filles influencerait également leur motivation : mettre en lumière l'utilité des mathématiques en général mais également de chaque thème spécifique et proposer des exercices complexes et liés à la vie quotidienne motiverait également les jeunes filles à condition que cela n'impacte pas négativement leur sentiment de compétence. Il faudrait donc que les exercices soient complexes mais à la portée de toutes. Enfin, une bonne gestion de classe permettrait aux jeunes filles d'être plus attentives. Mais, pour avoir un impact positif sur tout le monde, il faudrait pouvoir associer, dans sa classe, le

calme nécessaire à la concentration et une ambiance conviviale pour que l'environnement soit propice aux apprentissages et à l'accroissement de la motivation de chacune.

Les conclusions que nous avons pu tirer de cette recherche rejoignent donc les théories qui avaient été développées dans la revue de littérature. Toutefois, nous sommes conscientes des limites de notre étude. En effet, en ce qui concerne les résultats obtenus dans le volet quantitatif, aussi bien au niveau des comparaisons de moyennes que de la formation de *clusters*, nous ne pouvons pas affirmer que la perception des variables mises en évidence soit à l'origine du choix d'option des jeunes filles ni de leurs aspirations liées aux mathématiques. Il est également possible d'imaginer que ce soit la fréquentation des options mathématiques ou les aspirations personnelles liées à cette matière qui influence les perceptions des élèves. C'est en ce sens que la partie qualitative avait pour intention de compléter les résultats. Or, cette partie n'a pas pu enrichir la comparaison des perceptions qu'ont les filles et les garçons de leurs enseignants de mathématiques ni même la comparaison des perceptions des filles selon leur option puisque seules des filles de « mathématiques fortes » ont été interrogées. De plus, comme l'ont mentionné Bieri Buschor et al. (2013), suite à leur recherche qualitative, il est impossible d'affirmer que tous les facteurs d'influence ont émergé lors des entretiens.

Cependant, ce deuxième volet a tout de même pu éclairer la motivation et les pratiques pédagogiques perçues par les filles avant et après leur choix d'option. De plus, les entretiens ont permis d'analyser de manière qualitative ces deux variables en rapport avec les ambitions professionnelles des jeunes filles, ce qui, à notre connaissance, n'avait pas encore été réalisé lors d'une recherche en Fédération Wallonie-Bruxelles.

Le sujet mériterait toutefois d'être encore approfondi. Une étude longitudinale portant sur les perceptions des filles, de manière quantitative et qualitative, pourrait ainsi permettre de vérifier si les perceptions antérieures des filles sont à l'origine de leur choix d'option. De plus, une telle recherche permettrait de comparer les facteurs motivationnels et la perception des pratiques pédagogiques des jeunes filles selon l'option qu'elles ont choisie en 5 et 6^e années.

Pour conclure, comme le laissait apparaître la littérature, il semblerait que les enseignants aient un pouvoir d'action sur la motivation des filles vis-à-vis des mathématiques via leurs pratiques pédagogiques. Comme nous savons que cette motivation influence le choix d'option (Watt, 2006) et l'orientation professionnelle des élèves (Watt, 2006 ; Lazarides & Watt, 2014), nous espérons que ces enseignants en tiendront compte dans leur pratique pour laisser l'opportunité aux filles, autant qu'aux garçons, d'envisager les orientations STEM.

VIII. Liste des références utilisées

Amon, M.-J. (2017). Looking through the glass ceiling : A qualitative study of STEM women's career narratives. *Frontiers in Psychology*, 8(236), 1-10. Doi : 10.3389/fpsyg.2017.00236

Bandura, A. (2007). *Le sentiment d'efficacité personnelle*. Bruxelles : De Boeck.

Bieri Buschor, C., Berweger, S., Keck Frei, A., & Kappler, A. (2013). Majoring in STEM—What accounts for women's career decision making? A mixed methods study. *The Journal of Educational Research*, 107, 167-176. Doi : 10.1080/00220671.2013.788989

Bouffard, T., & Vezeau, C. (2006) L'illusion d'incompétence chez l'élève du primaire : plus qu'un problème de biais d'évaluation. Dans Galand, B., & Bourgeois E. (dirs.). (2006). *(Se) Motiver à apprendre*. Paris : PUF.

Bourgeois, E., & Galand, B. (2006) Introduction. La question de la motivation à apprendre. Dans Galand, B., & Bourgeois E. (dirs.). (2006). *(Se) Motiver à apprendre*. Paris : PUF.

Camus, G., Berjot, S., Amoura, C., & Forest J. (2017). Echelle de motivation à (re)travailler : vers une nouvelles approche de la théorie de l'auto-détermination. *Revue canadienne des sciences du comportement*, 49(2), 122-132. Doi : 10.1037/cbs0000072

Capital. (2017). *Airbus invite les jeunes filles à s'orienter vers la filière aéronautique*. Retrieved from : <https://www.capital.fr/entreprises-marches/airbus-invite-les-jeunes-filles-a-s-orienter-vers-la-filiere-aeronautique-1216209>

Collet, M. (2012). *Pédagogie générale*. Notes de cours non publiées. Liège : H.E.Ch., Les Rivageois.

Darnon, C., Buchs, C., Butera, F. (2006). Apprendre ensemble : but de performance et but de maîtrise au sein d'interactions sociales entre apprenants. Dans Galand, B., & Bourgeois E. (dirs.). (2006). *(Se) Motiver à apprendre*. Paris : PUF.

Darnon, C., & Butera, F. (2005). Buts d'accomplissement, stratégies d'étude, et motivation intrinsèque : présentation d'un domaine de recherche et validation française de l'échelle d'Elliot et McGregor (2001). *L'année psychologique*, 105(1), 105-131. Doi : 10.3406/psy.2005.3821

Deci, E. L., & Ryan, M. R. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268. Doi: 10.1207/S15327965PLI1104_01

Dupeyrat, C., Escribe, C., & Mariné, C. (2006). Buts d'accomplissement et qualité de l'engagement dans l'apprentissage : le coût de la compétition. Dans Galand, B., & Bourgeois E. (dirs.). (2006). *(Se) Motiver à apprendre*. Paris : PUF.

Eccles, J., & Wang, M.-T. (2015). What motivates females and males to pursue careers in mathematics and science? *International Journal of Behavioral Development*, 40(2), 100-106. Doi : 10.1177/0165025415616201

Fédération Wallonie-Bruxelles. (1997). Décret définissant les missions prioritaires de l'enseignement fondamental et de l'enseignement secondaire et organisant les structures propres à les atteindre. Consulté sur le moniteur belge le 14 avril 2019.

Goldhammer, F., Naumann, J., Stelter, A., Tóth, K., Rölke, H., & Klieme, E. (2014). The time on task effect in reading and problem solving is moderated by task difficulty and skill : insights from a computer-based large-scale assessment. *Journal of Educational Psychology*, 106(3), 608-626. Doi : 10.1037/a0034716

Hochweber, J., Hosenfeld, I., & Klieme, E. (2014). Classroom composition, classroom management, and the relationship between student attributes and grades. *Journal of Educational Psychology*, 106(1), 289-300. Doi : 10.1037/a0033829

Hondrich, A. L., Decristan, J., Hertel, S., & Klieme, E. (2018). Formative assessment and intrinsic motivation : the mediating role of perceived competence. *Z Erziehungswiss*, 117-134. Doi : 10.1007/s11618-018-0833-z

Jaegers, D., & Lafontaine, L. (2018). Perceptions par les élèves du climat de soutien en mathématiques : validation d'échelles et étude des différences selon le genre en 5e secondaire. *Mesure et évaluation en éducation*. 41(2), 97-130. <https://doi.org/10.7202/1059174ar>

Jarlégan, A., Tazouti, Y., & Flieller, A. (2011). L'hétérogénéité sexuée en classe : effets de genre sur les attentes des enseignant(e)s et les interactions verbales enseignant(e)-élève. *Les dossiers des sciences de l'éducation*, 26, 33-50. Doi : 10.4000/dse.1073

Lafontaine, D., & Dupont, V. (2019). Du secondaire à l'enseignement supérieur :

réussite, motivation et orientations d'études selon le genre. Unpublished document, Université de Liège.

Larose, S. (2006). Motivation et persévérance dans les études post-secondaires en sciences et technologies. Dans Galand, B., & Bourgeois E. (dirs.). (2006). *(Se) Motiver à apprendre*. Paris : PUF.

Lauermann, F., Tsai, Y.-M., & Eccles, J. S. (2017). Math-related career aspirations and choices within Eccles et al.'s Expectancy-value theory of achievement-related behaviors. *Developmental Psychology*, 53(8), 1540-1559. Doi : 10.1037/dev0000367

Lazarides, R. , Rohowski, S., Ohlemann, S., & Ittel, A. (2016). The role of classroom characteristics for students' motivation and career exploration. *Educational Psychology*, 36(5), 992-1008. Doi : 10.1080/01443410.2015.1093608

Lazarides, R. & Watt, H. (2014). Girls' and boys' perceived mathematics teacher beliefs, classroom learning environments and mathematical career intentions. *Contemporary Educational Psychology*, 41, 51-61. Doi : 10.1016/j.cedpsych.2014.11.005

Leroy, N., Bressoux, P., Sarrazin, P., & Trouilloud, D. (2013). Un modèle socio-cognitif des apprentissages scolaires : style motivationnel de l'enseignant, soutien perçu des élèves et processus motivationnels. *Revue française de pédagogie*, 182, 71-92. Doi : 10.4000/rfp.4008

Levine, M., Serio, N., Radaram, B., Chaudhuri, S., & Talbert, W. (2015). Addressing the STEM gender gap by designing and implementing an educational outreach chemistry camp for middle school girls. *Journal of Chemical Education*, 92, 1639-1644. Doi : 10.1021/ed500945g

Lipowsky, F., Rakoczy, K., Pauli, C., Drollinger-Vetter, B., Klieme, E., & Reusser, K. (2009). Quality of geometry instruction and its short-term impact on students' understanding of the Pythagorean Theorem. *Learning and Instruction*, 19, 527-537. Doi : 10.1016/j.learninstruc.2008.11.001

Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 International Results in Mathematics*. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/timss-2015/mathematics/student-achievement/>

Neuville, S. (2006). La valeur perçue des activités d'apprentissage : quels en sont les sources et les effets ? Dans Galand, B., & Bourgeois E. (dirs.). (2006). *(Se) Motiver à apprendre*. Paris : PUF.

OCDE, (2014). *Are boys and girls equally prepared for life ?* Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/PIF-2014-gender-international-version.pdf>

Quittre, V., Dupont, V., & Lafontaine, D. (dir.). (2018). Attitudes des élèves à l'égard des sciences et pratiques d'enseignement en sciences en Fédération Wallonie-Bruxelles – Les résultats de Pisa 2015. Université de Liège, Département des Sciences de l'Education. Retrieved from <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/229452/1/PISA%202015-attitudes%20%C3%A9l%C3%A8ves%20et%20pratiques%20d%27enseignement-vf.pdf>

Rakoczy, K., Harks, B., Klieme, E., Blum, W., & Hochweber, J. (2013). Written feedback in mathematics : Mediated by students' perception, moderated by goal orientation. *Learning and Instruction*, 27, 63-73. Doi : 10.1016/j.learningstruc.2013.03.002.

Riegle-Crumb, C., Moore, C., & Buontempo, J. (2017). Shifting STEM stereotypes ? Considering the role of peer and teacher gender. *Journal of research on adolescence*, 27(3), 492-505. Doi : 10.1111/jora.12289

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78. Doi : 10.1037//0003-066X.55.1.68

Sarrazin, P., Tessier, D., & Trouilloud, D. (2006). Climat motivationnel instauré par l'enseignant et implication des élèves dans la classe : l'état des recherches. *Revue française de pédagogie*, 157, 147-177. Doi : 10.4000/rfp.463

Smeding, A. (2012). Women in science, technology, engineering, and mathematics (STEM): an investigation of their implicit gender stereotypes and stereotypes' connectedness to math performance. *Sex Roles*, 67, 617-629. Doi : 10.1007/s11199-012-0209-4

Vanlede, M., Philippot, P., & Galand, B. (2006). Croire en soi : le rôle de la mémoire autobiographique dans la construction du sentiment d'efficacité. Dans Galand, B., & Bourgeois E. (dirs.). (2006). *(Se) Motiver à apprendre*. Paris : PUF.

Viau, R. (2009). *La motivation en contexte scolaire*. (2^e édition). Bruxelles : De Boeck.

Wang, M.-T. (2012). Educational and carrer interest in Math : A longitudinal examination of the links between classroom environment, motivational beliefs, and interests. *Developmental Psychology*, 48(6), 1643-1657. Doi : 10.1037/a0027247

Watt, H. (2006). The role of motivation in gendered educational and occupational trajectories related to maths. *Educational Research and Evaluation*, 12(4), 305-322. Doi : 10.1080/13803610600765562

Wigfield, A., & Eccles, J. (2000). Expectancy-Value theory of Achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 68-81. Doi : 10.1006/ceps.1999.1015