

APPUIS INDIVIDUELS POUR LE REPERAGE DE L'ANXIETE MATHEMATIQUE CHEZ UNE ELEVE DU GYMNASSE.

TWARDOCH^{*1} Corinne, DIAS^{**2} Thierry, DERUAZ^{***3} Michel

Résumé – Des appuis individuels ont été élaborés par des enseignants d'un gymnase suisse (lycée) et des chercheurs didacticiens en mathématiques de la Haute Ecole Pédagogique de Lausanne en Suisse, afin d'améliorer le repérage des difficultés mathématiques et de proposer des régulations adaptées. Notre étude concerne le cas d'appuis donnés à une élève et va s'intéresser au repérage de l'anxiété à l'égard des mathématiques.

Mots-clefs : appuis, anxiété mathématique, mémoire, performance, amygdale

Abstract – Individual tutoring was developed by high school teachers and mathematical researchers at the Haute Ecole Pédagogique in Lausanne, Switzerland, to improve the identification of mathematical difficulties and to propose appropriate regulations. Our study concerns the case of tutoring given to a student and will be interested in the identification of anxiety with regard to mathematics.

Keywords: tutoring, mathematical anxiety, memory, performance, amygdala

I. INTRODUCTION

1. *Objet d'étude*

En 2013, le gymnase de Nyon (équivalent du lycée, élèves de 15 à 19 ans), dans le canton de Vaud (Suisse), a entrepris de mettre en place des appuis en mathématiques dont le dispositif a fait l'objet d'un projet de recherche mené conjointement par des enseignants de mathématiques du gymnase et par une équipe de formateurs didacticiens en mathématiques de la Haute Ecole Pédagogique de Lausanne, en particulier Thierry Dias et Michel Deruaz.

Après avoir été affinés, ces appuis furent donnés en 2015 à une vingtaine d'élèves du gymnase. Notre travail porte sur l'étude du cas d'une élève ayant suivi ces appuis particuliers. Il prolonge un travail de mémoire de master en enseignement secondaire II en mathématiques, effectué en 2017 en collaboration avec S. Ferrini (Twardoch & Ferrini, 2017), et qui s'inscrivait dans le cadre du projet de recherche de T. Dias et M. Deruaz.

2. *Question de recherche et hypothèses*

Ces appuis diffèrent des appuis traditionnels et requièrent un dispositif particulier qui nécessite une formation préalable des enseignants. Ils ont la volonté de répondre de façon plus efficace au repérage et au traitement des difficultés spécifiques en mathématiques auxquelles les élèves du gymnase peuvent être confrontés (Deruaz & Dias, 2016). Ces difficultés peuvent provenir de causes diverses qu'il est difficile de lister de façon exhaustive. Parfois elles prennent un caractère permanent et irrémédiable, notamment lorsqu'elles sont liées à des troubles spécifiques comme la dyscalculie développementale ou encore le trouble du déficit de l'attention - hyperactivité (TDA-H). Nous pensons cependant que, pour la majorité des élèves au gymnase, les difficultés qu'ils rencontrent en mathématiques ne sont pas liées à ces troubles de l'apprentissage mathématique. D'autres causes semblent prévaloir au gymnase.

Les recherches de Charnay R. Mante (1991) ont permis d'identifier des causes liées à des obstacles didactiques (liées aux moyens d'enseignement), épistémologiques (liés à la

¹* Gymnase de Nyon– Suisse – corinne.twardoch@vd.educanet2.ch

²** Haute Ecole Pédagogique de Lausanne – Suisse – thierry.dias@hepl.ch

³*** Haute Ecole Pédagogique de Lausanne – Suisse – michel.deruaz@hepl.ch

représentation même des concepts sous-jacents) ou ontogéniques (liés au développement de l'enfant, au sens de Piaget). Elles peuvent aussi provenir d'un événement particulier, comme une absence pour une maladie, un décès ou le divorce des parents. Ces difficultés semblent souvent temporaires et circonscrites à un domaine particulier de l'apprentissage mathématique.

Enfin, les recherches plus récentes en neuropsychologie cognitive (Moore & Ashcraft, 2016) montrent que certains facteurs émotionnels liés à l'anxiété à l'égard des mathématiques ont un impact majeur sur l'apprentissage mathématique. Les difficultés en lien avec ces facteurs semblent se manifester lors du traitement de nombreuses tâches mathématiques complexes⁴, selon la dénomination de Robert (2003), aussi bien à l'école que dans la vie quotidienne, et semblent perdurer dans le temps. L'étude menée par Foley et al. (2017), s'appuyant sur de récentes recherches en neurosciences ainsi que sur les données expérimentales du programme PISA 2012, qui a testé des élèves âgés de 15 à 16 ans dans 64 pays (510 000 élèves participants, représentatifs des 28 millions d'élèves de 15 à 16 ans dans ces pays), confirme la relation négative forte entre la performance mathématique et l'anxiété à l'égard des mathématiques et montre également l'ampleur du phénomène, qui touche différents pays sur tous les continents.

La prévalence de ce phénomène nous a conduits à porter ce travail de recherche plus spécifiquement sur le rôle des appuis individuels dans le repérage de l'anxiété à l'égard des mathématiques, que nous nommerons par la suite anxiété mathématique.

Nous faisons l'hypothèse que le dispositif d'appuis mis en place dans le gymnase permet un meilleur repérage de l'anxiété mathématique. Notre étude, basée sur le cas particulier d'appuis donnés à une élève, a permis de montrer dans quelle mesure ces appuis permettaient de discerner les éléments saillants caractérisant l'anxiété mathématique chez l'élève, anxiété ayant comme conséquence une altération forte de son sentiment d'auto-efficacité et de sa capacité de raisonnement et ne lui permettant pas d'améliorer ses performances mathématiques, quelques soient les efforts qu'elle fournissait.

II. CADRE THEORIQUE

1. *Caractéristiques des séances d'appui individuel*

Les élèves au bénéfice des appuis individuels sont repérés lors du premier trimestre du gymnase, à l'aide des résultats dans toutes les matières. Les enseignants (volontaires) listent les élèves qui ont de grandes difficultés en mathématiques et dans les disciplines proches (physique, chimie, économie) mais qui sont proches du seuil de réussite en tenant compte des compensations avec les autres disciplines. Ils leur proposent un appui individuel pendant la semaine spéciale, semaine de l'année durant laquelle des activités particulières peuvent être effectuées. Quatre séances d'une heure sont prévues pour chaque élève inscrit. Elles sont filmées à des fins d'analyse. Les conditions des appuis (voir annexe1) sont expliquées aux élèves qui sont libres de les accepter ou de les refuser.

Ces appuis individuels permettent de créer une relation bienveillante d'aide et d'empathie qui permet à l'élève, en toute sécurité, de se risquer à donner des réponses, même fausses. La démarche repose sur la métacognition, c'est-à-dire, sur le regard qu'une personne porte sur sa démarche mentale dans un but d'action, afin de planifier, évaluer, ajuster et vérifier son

⁴ Exemple de tâche complexe:

Pour quelles valeurs de a et b le polynôme $x^3 - ax^2 + b$ est-il divisible par $x^2 + x - 1$?

processus d'apprentissage (Lafortune & Deaudelin, 2001). La métacognition sert, selon Doly (2006), quatre intérêts pédagogiques : assurer plus de réussite dans la gestion des tâches, favoriser le transfert des connaissances et des compétences et donc favoriser l'apprentissage, faire apprendre les compétences de contrôle et d'autorégulation et développer l'autonomie, en particulier dans le travail personnel, et enfin développer la motivation et l'estime de soi.

La démarche mise en œuvre lors de ces appuis est proche de l'entretien d'explicitation développé par Vermersch (2003) et fait partie des différentes interventions métacognitives permettant d'améliorer, selon Doly, le processus d'apprentissage. L'explicitation à voix haute par l'élève permet à l'enseignant de mieux comprendre les difficultés de l'élève et permet également d'accompagner l'élève dans la prise de conscience de ses processus mentaux dans le but d'améliorer son processus d'apprentissage. L'enseignant va également pouvoir expliciter sa propre démarche mentale pour montrer à l'élève les questions qu'il se pose, et d'une façon plus générale les questions que posent les mathématiques. L'élève va ainsi se rendre compte des étapes mentales qui entrent en jeu dans la résolution de la tâche.

Enfin, le choix des tâches proposées lors des appuis a aussi été étudié. Selon Deruaz et Dias (2016), c'est par le recours à la résolution de tâches complexes qu'il est possible à l'enseignant de repérer les difficultés et d'en identifier les causes. La résolution des tâches doit demander à l'élève d'élaborer une marche à suivre en plusieurs étapes, doit jouer sur les changements de cadres et de registres et ainsi permettre à l'élève de mieux faire l'inventaire de ses compétences et de ses connaissances. Les tâches doivent également amener l'élève dans sa zone proximale de développement, selon la théorie de Vygotski (1934), qui correspond à la zone de connaissance entre ce que l'apprenant sait déjà faire seul et entre ce qui lui est trop difficile de faire, même avec l'aide d'un expert. C'est à cette condition que la tâche peut déclencher des processus d'apprentissage et donc de développement.

2. *L'anxiété mathématique*

L'anxiété mathématique est décrite par Moore et Ashcraft (2016) comme :

« une sensation de tension et d'anxiété qui interfère avec la manipulation des chiffres et la résolution de problèmes mathématiques dans un large éventail de situations de la vie courante et scolaire ».

Différents chercheurs travaillant sur l'anxiété mathématique l'évaluent en utilisant des mesures appelées MARS ou sMARS (Ashcraft & Kirk, 2001)⁵.

Les recherches de Moore et Ashcraft (2016) ont montré que l'anxiété mathématique avait une corrélation négative forte avec l'intérêt pour les mathématiques, la motivation et le sentiment d'auto-efficacité à l'école, ce qui peut se caractériser par un manque de persévérance face aux échecs et le recours à des techniques de répétition et de mémorisation sans comprendre le sujet et conduisant à de faibles performances mathématiques. Ces élèves se basent sur leur intelligence statique en se focalisant sur leur talent inné. À l'opposé, les élèves peu anxieux à l'égard des mathématiques ont une motivation, un intérêt intrinsèque et un sentiment d'auto-efficacité forts et ont de meilleurs résultats. Ils vont persévérer malgré les échecs, vont produire des stratégies de résolution plus élaborées et vont développer leur

⁵ La mesure sMARS (short Mathematics Anxiety Rating Scale) est une version plus courte (25 critères) de la mesure MARS plus couramment utilisée (98 critères). Ces mesures permettent d'évaluer le niveau d'anxiété des mathématiques sur une échelle de 1 à 5, en récoltant les réponses des participants mis face à des situations anxiogènes (comme un test en mathématiques à effectuer)

intelligence dynamique en se focalisant sur le processus plutôt que sur leur intelligence ou leur talent inné (Dweck, 2008).

Moore et Ashcraft s'intéressent au mécanisme de l'anxiété mathématique. Selon les auteurs, lors de traitement d'une tâche mathématique, l'anxiété mathématique semble provoquer une inquiétude forte et des ruminations, qui vont épuiser la mémoire de travail (ou mémoire à court terme) intervenant dans le traitement des tâches mathématiques complexes, laissant moins de ressources disponibles aux fonctions cognitives pour résoudre la tâche, et diminuant ainsi la performance au niveau des résultats (plus d'erreurs, plus de difficultés à élaborer des stratégies de résolution). Afin d'expliquer ce mécanisme, les auteurs exploitent plusieurs résultats de recherches qu'ils ont obtenus à l'aide de la neuro-imagerie.

Un premier résultat montre que certaines zones du cerveau (cortex préfrontal ventromédian, cortex pariétal inférieur gauche et gyrus angulaire) reflètent la pensée mathématique et la manipulation de données numériques complexes. Le traitement de tâches mathématiques fait appel aux fonctions exécutives supérieures (comme la mémoire de travail, décrite comme étant le système cognitif utilisé pour intégrer, maintenir, et manipuler les informations présentées à une personne à travers une tâche complexe) qui sont liées au cortex préfrontal.

Par ailleurs, les auteurs s'intéressent aux recherches liées à la régulation des émotions, qui peut être définie comme la capacité à mobiliser des processus afin de moduler l'état émotionnel. Selon Ahmed, Bittencourt-Hewitt et Sebastian (2015) qui étudient les différents modèles neurocognitifs de la régulation des émotions, lorsqu'un stimulus émotionnel significatif apparaît, l'amygdale (région sous-corticale du cerveau située dans les lobes temporaux et intervenant dans les émotions et les expressions de peur) est activée et provoque une modification de l'état émotionnel. L'amygdale est reliée à différentes régions frontales du cerveau (en lien avec les fonctions exécutives supérieures). Différentes stratégies vont être alors utilisées afin de moduler l'état émotionnel: on parle de régulation explicite (consciente et volontaire) ou implicite (inconsciente et involontaire). Ces stratégies sont nombreuses, évoluent en fonction de l'âge de l'être humain et font également appel aux fonctions exécutives liées au cortex préfrontal.

Sur la base de ces résultats, Moore et Ashcraft (2016) en déduisent l'un des mécanismes de l'anxiété mathématique qui consisterait à détourner le traitement efficace des calculs en mémoire de travail vers des réseaux qui sont impliqués dans la régulation émotionnelle des réponses neurologiques. Les résultats de neuro-imagerie montrent que chez des personnes ayant développé une anxiété mathématique, l'activation est plus forte entre l'amygdale et le cortex préfrontal ventromédian. De plus, les études de Ahmed et al. (2015) montrent que l'adolescence est une période dans le développement de l'individu où l'amygdale et les régions préfrontales n'ont pas encore atteint la maturité de l'âge adulte. Par exemple, le volume de l'amygdale augmente entre 7,5 et 18,5 ans. Les connexions entre l'amygdale et les régions préfrontales du cerveau se renforcent et deviennent plus matures au fur et à mesure que l'individu avance vers l'âge adulte, et ne sont pas matures à l'adolescence (Gyurak & al., 2011). D'autre part, pendant cette période, les événements négatifs sont en hausse, provoquant une forte sollicitation de l'amygdale. La régulation des émotions étant dysharmonieuse par manque de maturité des régions du cerveau impliquées, il y a une plus grande vulnérabilité des adolescents face à l'anxiété mathématique (Larson & Ham, 1993).

Moore et Ashcraft (2016) avancent aussi que c'est lors du traitement de tâches complexes que l'anxiété mathématique va se manifester plus fortement car le travail de réflexion autour d'une tâche complexe sollicite justement la mémoire de travail, contrairement à une tâche

simple qui va plutôt appeler la mémoire à long terme (par exemple restituer les tables de multiplication).

Un autre résultat intéressant donné par Lyons et Beilock (2012) montre que chez des élèves anxieux anticipant la réalisation d'une tâche mathématique, la réponse neurologique va être équivalente à une menace physique imminente et est associée à la douleur physique.

Nous avons vu les mécanismes intervenant dans certaines régions du cerveau pour des adolescents manifestant de l'anxiété mathématique. Certaines questions se posent quant aux causes possibles de l'anxiété mathématique.

Quelle est la relation causale entre l'anxiété mathématique et les performances mathématiques ? Est-ce l'anxiété qui cause une diminution des performances ou les faibles performances qui causent l'anxiété mathématique ? Existe-t-il des facteurs génétiques précoces ou développementaux (lors de la grossesse) qui pourraient expliquer un fonctionnement moins efficace des régions du cerveau impliquées dans le traitement des tâches mathématiques, amenant une faiblesse dans les performances ? Existe-t-il des facteurs génétiques précoces ou développementaux pouvant expliquer un fonctionnement moins efficace des régions frontales impliquées dans la régulation des émotions, rendant celle-ci moins efficaces pour inhiber l'anxiété mathématique ?

Le sujet est complexe, les recherches actuelles permettant d'obtenir certaines réponses quant aux implications de facteurs génétiques sur l'intelligence générale (Davies & al., 2011), mais pas spécifiquement sur les compétences mathématiques. Par contre, ce qui est étonnant car contre-intuitif, est le fait que ce sont les élèves ayant les plus fortes capacités en termes de mémoire de travail qui vont être les plus à risque face à l'anxiété mathématique (Foley & al., 2017), alors que l'on pourrait s'attendre à ce qu'une mémorisation accrue de procédures et de faits numériques permet de mieux surmonter des situations anxiogènes.

L'une des hypothèses concernant les causes possibles, rapportées par Maloney et al. (2010, 2011) est que le fait de faire face constamment à des problèmes de compréhension (même mineurs) en mathématiques peut développer chez un enfant l'idée que ses compétences sont insuffisantes, et le fait de se retrouver face à ses limites de façon répétée engendrerait un sentiment de frustration, créant ainsi de l'anxiété à l'égard des mathématiques. Par ailleurs, comme nous l'avons vu, l'anxiété mathématique va épuiser la mémoire de travail laissant moins de ressources disponibles aux fonctions cognitives pour résoudre la tâche, amenant une diminution de la performance et de moins bons résultats. La relation semble donc être plutôt bidirectionnelle, comme le confirme l'étude de Folet et al. (2017).

Une autre cause de l'anxiété serait liée au paradigme de la perte de ses moyens face à la pression (choking paradigm). Cette perte de moyens touche souvent les élèves qui ont un potentiel et un désir de réussir très forts. Elle survient lors d'un examen ou d'un travail écrit lorsque les enjeux sont élevés en provoquant une anxiété situationnelle forte.

Moore et Ashcraft évoquent aussi la menace de stéréotype. Ils la définissent comme étant un obstacle situationnel qui « touche des personnes qui pensent qu'un certain aspect de leur identité (l'identité sexuelle par exemple) sera jugé au regard de leurs performances à une tâche donnée. » Ces personnes pensent que si elles échouent à une tâche donnée, cela va donner une mauvaise image d'elle et va confirmer un stéréotype négatif. Plusieurs études ont démontré le lien entre les performances en mathématiques et l'adhérence à des stéréotypes, comme les stéréotypes de genre (à travers des phrases comme « les filles sont moins bonnes en mathématiques que les garçons », Beilock et al. (2007)), en montrant que l'adhérence aux stéréotypes va provoquer de l'anxiété à l'égard des mathématiques et donc altérer le fonctionnement de la mémoire de travail.

Beilock, Gunderson, Ramirez et Levine (2010) montrent également que l'anxiété mathématique pourrait être transmise aux filles par leurs propres enseignantes en école élémentaire, elles-mêmes anxieuses à l'égard des mathématiques, à travers l'adhérence de la fille au stéréotype de genre induit par l'anxiété de l'enseignante. Moore et Ashcraft évoquent alors la possibilité que d'autres influences, comme les parents, la fratrie ou les amis, pourraient jouer un rôle important sur le développement de l'anxiété mathématique chez un enfant. D'ailleurs Maloney, Ramirez, Gunderson, Levine, Beilock (2015) ont montré par exemple l'influence négative d'un parent anxieux (au niveau mathématique) voulant aider aux devoirs mathématiques.

III. METHODOLOGIE

Afin d'étudier le cas de notre élève, nous avons utilisé différentes méthodes pour récolter les informations et les analyser. Les appuis individuels étant antérieurs à notre étude, nous avons collecté des informations a posteriori pour intégrer les questions concernant l'anxiété mathématique. Cela dit, il aurait été envisageable de concevoir un questionnaire lors du premier entretien de l'appui.

1. *La grille de repérage de l'anxiété mathématique*

Sur la base des informations recueillies dans la partie théorique, nous avons élaboré une grille en deux parties, permettant de repérer les manifestations et les causes possibles de l'anxiété mathématique, et utilisée lors de notre analyse (voir annexe 2).

2. *Les vidéos des appuis individuels*

Les vidéos faites durant les appuis mathématiques permettent à l'enseignant ayant conçu les appuis d'analyser a posteriori les difficultés d'apprentissage de l'élève, l'évolution des apprentissages durant la semaine des appuis, ainsi que l'autocritique de la méthodologie même des appuis dans le but de l'affiner. L'élève a été filmée à quatre reprises sur la semaine, pendant une heure à chaque fois. Nous avons visionné chacune des vidéos, en relevant les erreurs commises par l'élève et en interprétant les difficultés mathématiques à travers ces erreurs. Nous avons également observé son attitude générale face aux différentes questions qui lui ont été posées (attention, écoute, implication dans les tâches, motivation, réactions émotionnelles, posture, gestuelle, intonation de la voix).

3. *Les entretiens*

Après avoir redoublé sa première année, l'élève a eu la même enseignante en mathématiques pendant trois années. Il s'agissait également de la même enseignante en charge des appuis individuels. Nous nous sommes entretenues avec elle afin d'avoir son regard sur cette élève aussi bien au niveau mathématique qu'au niveau de son comportement et de son attitude en classe. Nous nous sommes également entretenues avec son enseignante d'italien qui la connaissait depuis trois ans et pouvait décrire les traits personnels et affectifs qui caractérisaient l'élève. Nous avons enfin rencontré l'élève lors d'un entretien individuel, auquel elle a accepté de venir sans aucune contrainte.

4. *Les tests en mathématiques*

À la suite de l'entretien avec l'élève, nous lui avons demandé si elle acceptait de nous montrer ses tests depuis la première année. L'objectif de cette démarche, que nous avons

communiqué à l'élève, était d'analyser l'impact des appuis individuels sur l'élève, en regardant les erreurs qui subsistaient après les appuis, à court et moyen terme et en les comparant avec celles travaillées lors des appuis individuels. L'élève s'est montrée très coopérative et nous a transmis ses tests de 2ème et 3ème année. Nous avons analysé chacun d'eux en nous focalisant sur le repérage des difficultés apparaissant dans les vidéos.

IV. ANALYSE ET SYNTHESE DES RESULTATS

Plusieurs manifestations de l'anxiété mathématique listées sur la grille de repérage peuvent être observées chez l'élève.

L'entretien avec l'élève révèle que l'élève avait une peur panique toute la semaine précédant un test de mathématiques

« C'était une semaine où je dors pas, c'est horrible comme ça, je paniquais »

L'explicitation à voix haute lors des appuis permet de mettre en évidence que l'élève a des difficultés avec les tâches complexes proposées, nécessitant des démarches et donc une mobilisation efficace de la mémoire de travail. Elle cherche à appliquer des recettes qu'elle a dû voir auparavant, sans les comprendre. L'élève est consciente de ces difficultés:

« Les problèmes, 'fin si je sais ce que je dois faire et que j'ai la théorie à côté et que je dois juste l'appliquer ça j'y arrive mais (...) si on a un problème, qu'est-ce qu'on cherche et tout ça... »

L'étude des tests montre que l'élève commet de nombreuses fautes d'inattention, surtout au début des tests. L'élève indique aussi:

« C'est vrai que je suis pas une personne concentrée, du coup j'ai l'impression que pendant un test je me dis tout le temps, faut que je me concentre, j'ai plus beaucoup de temps, j'ai plus le temps de vraiment réfléchir le problème »

L'élève est décrite par ses enseignantes et par elle-même comme étant anxieuse, manquant de confiance en soi, qui se « bat » pour réussir. Dans les vidéos, on observe son manque de confiance, elle demande constamment la validation et l'encouragement de l'enseignante pour continuer ce qui suggère un sentiment d'auto-efficacité faible

L'entretien avec l'élève montre qu'elle n'a pas d'intérêt intrinsèque à suivre des appuis individuels avec son enseignante. Elle pense que son enseignante la considère comme une élève qui ne travaille pas car elle ne parvient pas à améliorer ses notes. En s'inscrivant à ces appuis, elle espère changer l'idée que se fait son enseignante sur elle.

« Le fait de faire ces appuis c'est pour que ma prof voit que c'est pas que je m'en fiche des maths mais que vraiment je bloque »

Plusieurs causes possibles de l'anxiété mathématique sont également repérées chez l'élève.

L'élève est confrontée à de faibles performances mathématiques dès le secondaire 1 (collège), donc un risque de s'être confrontée à ses limites régulièrement et d'avoir perdu confiance en ses compétences mathématiques. Les difficultés de l'élève coïncident également avec le début de l'adolescence où la régulation des émotions est dysharmonieuse.

« Quand je suis arrivée en VP, j'ai tout lâché. Je suis passée en VP parce j'avais quand même un 5,5 en maths (...). Mais quand je suis arrivée en 9^{ème}, j'avais 2,5 de moyenne et c'est resté comme ça pendant 3 ans »

L'élève semble adhérer au stéréotype de genre concernant les compétences des femmes en mathématiques

« Mon père était très doué en maths, donc je pense que mon frère il a vraiment pris ça de mon père. Ma mère c'était une catastrophe en maths. Mais elle m'a jamais dit...t'es une catastrophe en maths elle m'a toujours dit – ça m'étonne pas que t'aies de la peine, moi aussi j'avais de la peine »

« Pour moi les maths c'est quelque chose pour les hommes, mais maintenant j'ai toujours eu des femmes comme prof quasiment. Mais c'est vrai que quand on me dit un homme aime les maths je trouve ça normal. Quand on me dit une femme aime les maths, je me dis, ah?

Le frère et les amis perçoivent l'élève comme « nulle en maths », le père ne l'encourage pas.

« Quand les gens ils me disaient t'as quoi comme notes en maths, puis moi je dis 3,5, ils disent ah...toi t'es du genre à être nulle en maths » (...) « Mon père il a plus la mentalité à dire euh...si je ramène un 5, pourquoi pas un 5,5 ? A la base c'est plutôt pour rire. Au final, au bout d'un moment quand ça fait 10 ans comme ça... »

Enfin, les entretiens montrent que l'élève a une pression forte de résultats liée au bon niveau en mathématiques de son père, de son petit frère et de son copain (elle se compare aux deux derniers qui suivent tous deux l'exigeante option spécifique mathématiques-physique). Le père semble ne pas se contenter d'une bonne note à l'école. L'attitude du frère, du père et des amis peut, sur le long terme, affecter son sentiment d'auto-efficacité, sa motivation et son intérêt pour les mathématiques, et ainsi renforcer une anxiété mathématique qui leur est négativement corrélée.

V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les différentes illustrations de notre analyse montrent que le dispositif mis en place lors des appuis individuels semble permettre un meilleur repérage de l'anxiété mathématique, en particulier pour cette élève chez qui l'anxiété, causée potentiellement par son vécu mathématique et son entourage, l'empêche, aujourd'hui, de mettre en place des stratégies efficaces lui permettant d'améliorer ses performances mathématiques.

Ces résultats se basent sur la grille de repérage que nous avons mise en place. Plusieurs critères ont été observés pour cette élève, mais il serait encore nécessaire de confronter ces résultats avec une mesure de l'anxiété de type MARS, car il est encore difficile d'évaluer le nombre de critères à partir duquel on peut affirmer que l'élève a une anxiété mathématique.

Il est intéressant de souligner que ces appuis individuels permettent aux enseignants d'améliorer leur discernement des éléments saillants caractérisant l'anxiété mathématique et d'avoir ainsi un regard expert lorsqu'ils sont en classe, afin de mieux repérer l'anxiété mathématique parmi leurs élèves avant même de les avoir inscrits aux appuis. Ils peuvent éventuellement confirmer leurs hypothèses par la suite en travaillant avec eux individuellement ou en groupe. Par exemple, pour réduire l'adhérence au stéréotype de genre, les travaux de Beilock et DeCaro (2007) montrent que le seul fait de dire qu'il n'y a pas de différence de genre lors de la résolution de tâches mathématiques, permettraient d'obtenir de meilleurs résultats. Ces résultats pourraient être croisés avec ceux du travail sur l'égalité des genres récemment mené à l'école en France.

Au-delà du repérage de l'anxiété mathématique, les appuis individuels permettraient, lorsqu'ils sont donnés sur une plus longue durée (programme de 8 semaines intensives), de diminuer l'anxiété mathématique chez des élèves de 7-9 ans et de corriger de façon remarquable et durable les stratégies de régulation des émotions et la connectivité entre l'amygdale et les régions préfrontales. Ces résultats nécessitent cependant d'être encore étendus aux adolescents (Supekar, Iuculano, Chen & Menon, 2015) afin que nous puissions les exploiter au gymnase.

Il serait également intéressant d'étudier les différences entre l'anxiété mathématique et la phobie mathématique. Les recherches en neuro-imagerie montrent en effet que l'anticipation d'un effort mathématique se traduit comme une souffrance physique par les élèves anxieux à l'égard des mathématiques. Est-ce que cette souffrance engendre des comportements d'évitement dans différentes situations scolaires ou sociales liées aux mathématiques, ou autres manifestations de phobie mathématique ?

REFERENCES

- Ahmed, S. P., Bittencourt-Hewitt, A., & Sebastian, C. L. (2015). Neurocognitive bases of emotion regulation development in adolescence. *Developmental cognitive neuroscience*, 15, 11-25.
- Ashcraft, M. H., & Kirk, E. P. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of experimental psychology: General*, 130(2), 224.
- Beilock, S. L., & DeCaro, M. S. (2007). From poor performance to success under stress: working memory, strategy selection, and mathematical problem solving under pressure. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33(6), 983.
- Beilock, S. L., Gunderson, E. A., Ramirez, G., & Levine, S. C. (2010). Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(5), 1860-1863.
- Charnay R. Mante M. (1990-1991) De l'analyse d'erreurs en mathématiques aux dispositifs de remédiation : quelques pistes, *Grand N*, 48, 37-64
- Davies, G., Tenesa, A., Payton, A., Yang, J., Harris, S. E., Liewald, D., ... & McGhee, K. (2011). Genome-wide association studies establish that human intelligence is highly heritable and polygenic. *Molecular psychiatry*, 16(10), 996-1005.
- Deruaz, M., & Dias, T. (2016). Elèves en difficultés ? Dyscalculiques ? Petit X, 101, 7–35. Dias, T. (2016). Labo-maths : du cube à la pyramide.
- Doly, A. M. (2006). La métacognition: de sa définition par la psychologie à sa mise en œuvre à l'école.
- Dweck, C.S. (2008). The secret to raising smart kids. *Scientific American : Mind*. December/January, 36-43.
- Gyurak, A., Gross, J. J., & Etkin, A. (2011). Explicit and implicit emotion regulation: a dual-process framework. *Cognition and Emotion*, 25(3), 400-412.
- Foley, A. E., Herts, J. B., Borgonovi, F., Guerriero, S., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2017). The math anxiety-performance link: A global phenomenon. *Current Directions in Psychological Science*, 26(1), 52–58
- Hare, T. A., Tottenham, N., Galvan, A., Voss, H. U., Glover, G. H., & Casey, B. J. (2008). Biological substrates of emotional reactivity and regulation in adolescence during an emotional go-nogo task. *Biological psychiatry*, 63(10), 927-934.
- Lafortune, L., Deaudelin, C., & Deslandes, R. (2001). Formation à l'accompagnement dans une optique réflexive et métacognitive. *La formation continue: de la réflexion à l'action*, 45-71.
- Larson, R., & Ham, M. (1993). Stress and "storm and stress" in early adolescence: The relationship of negative events with dysphoric affect. *Developmental psychology*, 29(1), 130.
- Lyons, I. & Beilock, S.L. (2012) "Mathematics Anxiety: Separating the Math from the Anxiety," *Cerebral Cortex* 22 (2012): 2102–2110.
- Maloney, E. A., Ansari, D., & Fugelsang, J. A. (2011). The effect of mathematics anxiety on the processing of numerical magnitude. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 64(1), 10-16.
- Maloney, E. A., Risko, E. F., Ansari, D., & Fugelsang, J. (2010). Mathematics anxiety affects counting but not subitizing during visual enumeration. *Cognition*, 114(2), 293-297.
- Maloney, E. A., Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2015). Intergenerational effects of parents' math anxiety on children's math achievement and anxiety. *Psychological Science*, 0956797615592630.

- Moore & Ashcraft, 2016. Anxiété et affect en mathématiques. Dans Tardif, E., & Doudin, P. A. (2011). Neurosciences cognitives et éducation: le début d'une collaboration. *Revue des HEP de Suisse Romande et du Tessin*, 12, 99-120 (pp 288-317)
- Robert, A. (2003). Tâches mathématiques et activités des élèves: une discussion sur le jeu des adaptations introduites au démarrage des exercices cherchés en classe. *Petit x*, 62, 61-71.
- Supekar, K., Iuculano, T., Chen, L., & Menon, V. (2015). Remediation of childhood math anxiety and associated neural circuits through cognitive tutoring. *Journal of neuroscience*, 35(36), 12574-12583.
- Twardoch, C., Ferrini, S. (2017). Comment expliquer le faible impact des appuis individuels pour une élève de gymnase ayant des difficultés en mathématiques ? Etude de cas. *Mémoire de master en enseignement secondaire II, Haute Ecole Pédagogique de Lausanne*.
- Vermersch, P (2003) *L'entretien d'explicitation*. Issy-les-Moulineaux : ESF Editeur
- Vygotski, L. (1985). Pensée et langage (1934). *Paris: Messidor*.

ANNEXE 1 Conditions des appuis

- l'élève est seul avec un enseignant qui peut être ou pas son enseignant de mathématiques
- le premier appui débute par un échange avec l'enseignant sur le vécu mathématique de l'élève, afin de mettre à jour les difficultés connues de l'élève et d'orienter l'enseignant sur d'autres sources potentielles de difficultés
- l'élève doit résoudre différentes tâches mathématiques au tableau noir afin que sa résolution puisse être observée par l'enseignant et qu'il travaille autrement que sur feuille, qu'il change son habitude de travail
- l'élève fait l'effort d'explicitation à voix haute toutes les étapes de résolution afin que l'enseignant puisse avoir accès à la pensée de l'élève, à sa démarche mentale
- à la fin de la séance, l'élève ne peut pas repartir avec ses notes mais doit, pour la séance suivante, résoudre à nouveau, mais seul cette fois-ci, la tâche sur laquelle il avait travaillé
- à la séance suivante, l'élève montre ses notes et l'enseignant reprend ce qui n'a pas marché après que l'élève lui a décrit oralement les difficultés rencontrées

ANNEXE 2 Grille d'analyse

A. Repérage des manifestations

1. Souffrance lors de la réalisation de tâches ou à l'approche d'un test
2. Techniques de répétition et de mémorisation sans comprendre le sujet
3. Pas de stratégie de résolution élaborée
4. Erreurs d'inattention nombreuses, problèmes de concentration
5. Sentiment d'auto-efficacité faible
6. Peu de motivation et d'intérêt intrinsèque pour la matière
7. Focalisation sur le talent inné plutôt que sur les processus d'amélioration

B. Étude des causes possibles chez l'élève

1. Problèmes de compréhension depuis la petite enfance
2. Menace de stéréotype de genre
3. Enseignante à l'école élémentaire ou proches ayant une anxiété mathématique
4. Parents anxieux en mathématiques aidant leurs enfants dans les devoirs
5. Influence des proches et des amis sur le sentiment d'auto-efficacité
6. Régulation des émotions disharmonieuse à l'adolescence
7. Facteurs génétiques ? Intelligence générale basse ?