UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

ESSAI PRÉSENTÉ À L'UNIVERISTÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES
COMME EXIGENCE PARTIELLE À LA MAITRISE EN ENSEIGNEMENT,
MATHÉMATIQUE

PAR
ALI SALLAMI

# IMPACTS DE L'UTILISATION DE GEOGEBRA SUR LES COMPÉTENCES EN RÉSOLUTION DE PROBLÈMES GÉOMÉTRIQUES CHEZ LES ÉLÈVES EN DIFFICULTÉ ET SUR LES COMPÉTENCES PROFESSIONNELLES DE L'ENSEIGNANT

MARS 2025

***Devine, si tu peux ; et choisis, si tu l'oses.***

***P. Corneille***

# REMERCIEMENTS

Pour commencer, je désire remercier ma directrice de recherche, Mme Anne Roy, en termes de disponibilité, d'écoute et d'apport constant. Sa rigueur scientifique, sa patience et son expertise m'ont aidé à la réalisation de cet essai. Sans cet accompagnement, l'expérimentation et l'essai ne pouvaient plus être ce qu'il est aujourd'hui. Pour toute la confiance qu'elle m'a accordée et qui m'a permis de me repérer au cours de cette aventure académique, je lui offre toute ma reconnaissance. Je veux également remercier tous mes enseignants de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) avec ferveur. Je vous présente ma gratitude d'avoir marqué cette période de ma vie.

Je m'adresse également d'une manière très particulière et très sincère à la femme de ma vie Fatima pour son soutien tout le long de cette formation. Fatima et mes enfants m'ont encouragé et ils ont été patients face à mon absence souvent longue et parfois pénible. Pendant les moments difficiles où je ne pouvais pas croire en moi, vous avez toujours été à mes côtés et c'est grâce à vos encouragements que cette quête a été possible. J'apprécie votre amour et votre présence à mes côtés durant tous ces temps pleins de sacrifice, de défi et de bonheur.

# TABLE DES MATIÈRES

# LISTE DES FIGURES

# LISTE DES TABLEAUX

# LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

TIC : Technologies de l'information et de la communication

PFEQ : Programme de formation de l'école québécoise

TNI : Tableau numérique interactif

GPS : *General Problem Solver*

MELS : Ministère de l'Éducation du Loisir et du Sport

TSA : Trouble du spectre de l'autisme

TDA/H : Trouble déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité

CD1 : Compétence disciplinaire 1

CP : Compétence professionnelle

# RÉSUMÉ

Cet essai présente l'expérimentation faite dans le cadre de mon stage II, que j'ai passé à l'école secondaire Marguerite-De Lajemmerais à Montréal tout en étant un enseignant de quatre groupes de secondaire 1. L'objectif consiste à étudier l'impact de l'utilisation du logiciel GeoGebra sur la compétence CD1 des élèves en difficulté et sur mes compétences professionnelles. Pour ce faire, j'ai planifié deux situations de résolution de problèmes, dont l'une à l'aide du logiciel GeoGebra et l'autre pas et j'ai analysé le déroulement des deux situations en comparant les résultats avant et après l'introduction de GeoGebra. L'expérimentation s'appuie sur les différentes étapes de la résolution d'une situation problèmes du Programme de formation de l'école québécoise (PFEQ) et sur les niveaux de pensée en géométrie de Van Hiele. La méthodologie est basée sur une recherche-action combinant mes observations, mes analyses et des entretiens avec les élèves pour finalement tirer des conclusions à propos de l'impact de GeoGebra sur la CD1 des élèves et aussi sur mes compétences professionnelles. Bien que cette recherche fût plutôt qualitative, j'ai noté et j'ai comparé les résultats des élèves pendant les deux résolutions de problèmes. Les résultats révèlent qu'il y a une petite amélioration à la compréhension, la visualisation et de l'analyse géométrique, mais peu d'impact sur les notes scolaires au global. GeoGebra a favorisé la motivation et la participation des élèves, tandis que d'autres ont souffert de problèmes techniques. Cette étude propose l'idée qu'il faut intégrer progressivement les outils numériques afin de mieux répondre aux besoins des élèves. En somme, GeoGebra n'est pas une solution miracle, mais reste un outil intéressant pour soutenir les élèves qui ont des difficultés, du moins s'il y a de la différenciation pédagogique, de l'accompagnement et du soutien pédagogique.

**Descripteurs :** Géométrie, Résolution de problèmes, Élèves en difficulté, GeoGebra, Enseignement, Secondaire**.**

# INTRODUCTION

Les mathématiques, considérées comme la science des chiffres, sont utilisées dans différents domaines tels que l'économie, la finance, la médecine, la météo … et font partie, de notre vie quotidienne sans nécessairement que nous soyons conscients de la complexité des opérations ni du processus composé des raisonnements mathématiques. Les élèves sont exposés de plus en plus dans leur quotidien à des technologies (jeux électroniques, téléphones et tablettes, statistiques et graphiques, jeux de hasard et de probabilité …) qui se basent essentiellement sur des lois mathématiques, et poussent les adolescents et adolescentes à agir mathématiquement. L'origine de mes questionnements sur l'utilisation des TIC dans l'enseignement des mathématiques découle directement de mes observations durant ma pratique enseignante auprès des élèves de primaire et du secondaire. J'ai eu différentes expériences de remplacements au Centre de services scolaire de Montréal, où j'ai enseigné dans différentes écoles et à différents niveaux. En effet, beaucoup de mes élèves ont rencontré des difficultés lors des épreuves de résolution de problèmes, et ce, plus particulièrement lors de problèmes géométriques. En plus, et en observant la vague technologique de la dernière décennie qui a mis les puissantes technologies à porter de la main sous forme de téléphones intelligents, tablettes et ordinateurs portables, et en démocratisant l'accès à l'internet à haute vitesse, les logiciels et les outils technologiques prennent de plus en plus de place dans l'enseignement des mathématiques sous forme des applications pédagogiques bien construites (*GeoGebra, Trace*…) ou des sites éducatifs pour soutenir les élèves dans leurs apprentissages (*Netmath*, *Matific* …). Donc, depuis le début des années 2000, j'ai utilisé de différents logiciels de compilation numérique et des traceurs géométriques pour aider des élèves à mieux comprendre des notions mathématiques complexes et à résoudre différents types de situation problème en algèbre, analyse, géométrie et statistique. Il faut noter qu'au fil des années, les logiciels s'améliorent et leurs interfaces se simplifient pour faciliter l'accès aux utilisateurs de tout âge. Je constatais toujours l'utilité de ces outils en enseignement et je me demandais si ces logiciels aideraient le personnel enseignant à faciliter le processus d'apprentissage chez les élèves éprouvant des difficultés en mathématiques. De là découle l'idée de faire une recherche concernant l'utilisation de GeoGebra dans mes classes au secondaire.

Dans cet essai, premièrement, je présenterai la problématique en montrant les avantages de l'utilisation des technologies en enseignement, plus précisément dans une classe de mathématiques. Deuxièmement, je vais présenter le cadre conceptuel en explicitant les différentes étapes de la résolution d'une situation problème, et faire le lien avec les niveaux de pensées de la théorie de Van Hiele. Troisièmement, j'expliquerai ma méthode de recherche ainsi que les différentes étapes de l'expérimentation en détaillant les deux phases : la résolution d'une première situation problème avec la méthode traditionnelle, ensuite la résolution d'une seconde situation problème en utilisant GeoGebra. Quatrièmement, je fournirai les résultats de cette expérimentation et je donnerai des conclusions quant à l'impact de GeoGebra sur les compétences des élèves et mes compétences professionnelles.

# CHAPITRE I

# PROBLÉMATIQUE

## 1.1 Les difficultés en géométrie

Dans le programme de formation de l'école québécoise (PFEQ), il est bien précisé les trois compétences visées. Le PFEQ au secondaire est d'ailleurs constitué autour de ces compétences : résoudre une situation problème, raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques et communiquer à l'aide du langage mathématique. Afin de développer ces compétences mathématiques, les élèves doivent mobiliser différentes stratégies dans le cadre de la résolution de situations problèmes complexes (Beckers, 2012). Fagnant, Demonty, Dierendonck, Dupont et Marcoux (2014) ont conclu que les élèves ont rencontré beaucoup de difficultés en essayant de résoudre des tâches complexes en mathématiques. Or, puisque mes élèves du secondaire ont rencontré beaucoup de difficultés en mathématiques précisément en géométrie, cela m'a poussée à me questionner sur les différentes méthodes d'apprentissage de ce champ d'études. Pour que l'élève arrive à comprendre la géométrie, il met en relation des concepts mathématiques abordés avec le dessin ou la forme géométrique illustrée. Pour réussir à le faire et pour valider son résultat, il doit appliquer un raisonnement mathématique rigoureux. Par exemple, pour comprendre le développement d'un cylindre de rayon ***r*** et de hauteur ***h***, l'élève doit connaitre les termes liés à ce solide (base, face latérale, cercle, rayon) en plus de faire les calculs nécessaires en appliquant les formules (deux cercles de rayon ***r*** et un rectangle de dimensions ***h*** et ***2πr***). Par exemple, pour réduire les difficultés trouvées face au nombre pi (***π),*** Van de Wall (2008) propose une activité pour laisser les élèves découvrir eux-mêmes le rapport de la circonférence. Dans cet esprit, les situations problèmes en géométrie sollicitent une bonne part de créativité pour réaliser les calculs et appliquer le raisonnement mathématique nécessaire à leur résolution. Plusieurs élèves éprouvant des difficultés ont besoin de manipuler des solides tels que le cylindre, le prisme et la pyramide afin de parvenir à connaitre comment faire un développement de ces derniers. Ces élèves pourraient rencontrer notamment des difficultés pour passer de la représentation de l'objet dans l'espace à une représentation dessinée sur le cahier ou inversement. D'autre part, Van Hiele (1969) a mentionné que le personnel enseignant doit utiliser un langage mathématique facilement compréhensible pour éviter une confusion chez l'élève. Ce dernier se base souvent sur la visualisation de la figure géométrique et non pas en regard de sa forme, et il n'arrive pas alors à comprendre quelles sont les caractéristiques qui définissent la figure géométrique. Van Hiele (1969) donne l'exemple de la définition d'un losange comme étant tout quadrilatère dont les quatre côtés sont égaux, et il précise que l'élève peut éprouver des difficultés pour comprendre qu'un carré fait partie des losanges, alors que visuellement, la forme est différente. Par ailleurs, Perray (2012) a indiqué que le vocabulaire dédié à la géométrie n'est pas familier aux élèves. Un enseignement doit donc être fait pour garantir la compréhension de ce vocabulaire. Des mots comme isocèles, hypoténuse, équidistant et abscisses n'ont aucune signification avec la vie quotidienne. Perray (2012) explique aussi que plusieurs termes géométriques recouvrent plusieurs sens, ce qui pourrait causer des difficultés. Par exemple, le mot milieu d'un segment peut être confondue avec le sens du même mot en parlant du climat ou de l'environnement.

Enfin, les enseignantes et les enseignants sont préoccupés par les difficultés en mathématiques étant donné que l'obtention du diplôme d'études secondaires passe obligatoirement par la réussite des mathématiques de quatrième secondaire (Gravel, 2016).

## 1.2 Le potentiel des TIC avec les élèves en difficulté

Pour aider le personnel enseignant à soutenir les élèves en difficultés en mathématiques dans leurs apprentissages, les documents ministériels dont la PFEQ, les projets éducatifs des écoles et les pratiques d'enseignement et d'apprentissage en mathématiques ont mis en place des ressources technologiques pour favoriser l'enseignement des mathématiques aux élèves en difficulté d'apprentissage (Lemoyne et Lessard, 2003). En fait, depuis que le ministère de l'Éducation a pris le virage technologique dans les écoles publiques en fournissant des ordinateurs de bureau, des ordinateurs portables, des tablettes et des TNI (tableau numérique interactif), les enseignantes et les enseignants utilisent de plus en plus ces outils technologiques pour soutenir les élèves en difficultés dans leurs apprentissages. Boro (2011) a mené une recherche et il a pu conclure que les TIC optimisent l'enseignement des mathématiques, favorisent le développement des compétences des élèves dans les résolutions des problèmes et aident à l'apprentissage chez les élèves en difficulté. De même, Mastafi (2020) confirme que l'utilisation des TIC suscite la motivation des élèves et favorise leur autonomie et leur persévérance scolaires. Mastafi (2020) a conclu également que les élèves sont de plus en plus stimulés par les notions présentées et enseignées en utilisant les TIC. Quant à Goupil (2012), elle a indiqué que l'utilisation d'une calculatrice lors de la résolution de problèmes favorise le développement des compétences chez les élèves. En fin de compte, beaucoup de recherches ont montré le bienfait de l'utilisation des ordinateurs et des logiciels pour faciliter la tâche chez les élèves en difficulté (Kaput, 2007 et Tschacher, 2003).

En ce qui concerne le niveau de compréhension des élèves en difficulté, il est nettement amélioré en utilisant les TIC (Bernet, 2010). En fait, l'utilisation des ordinateurs et des iPads aide à réduire les lacunes lors des résolutions des problèmes et stimule les élèves. Trouche (2003) a montré qu'en utilisant un outil technologique dans la résolution de problèmes, il sera possible d'amener les élèves en difficulté à reconstruire certaines de leurs connaissances mathématiques. Notamment, l'utilisation du logiciel de construction géométrique *Carbi* et sa commande *Trace* permettent aux élèves de comprendre le sens de différentes notions reliées à l'étude de fonction (Falcade, Mariotti et Laborde, 2004). Barry et al., (2021) ont par ailleurs confirmé qu'il existe un consensus entre les chercheurs à savoir que la motivation des élèves augmente en utilisant un Tableau numérique interactif (TNI) en classe sans nécessairement avoir observé de changement sur la réussite académique.

Dans sa thèse de doctorat, Lefebvre (2005) considère les TIC comme une innovation offrant aux personnels enseignants des outils pour soutenir l'apprentissage en utilisant des ordinateurs et d'autres technologies. Ces outils permettent le traitement de l'information et de la communication (Lefebvre, 2005). Mastafi (2016) a ajouté que les TIC permettent de traiter et de stocker les informations et servent à échanger et à transmettre de l'information (Mastafi, 2016).

La relation entre les TIC et la réussite scolaire suscite beaucoup de discussion (Barry et al., 2021). Bien qu'une recherche en Angleterre montre de meilleurs résultats pour les élèves à risque utilisant un TNI en classe (Barry et al, 2021), les chercheurs n'arrivent pas à confirmer une amélioration de résultat dans les classes utilisant les TIC (Digregorio et Sobel-Lojeski, 2010) et peu de récentes recherches se sont penchées sur les avantages des TIC dans la pratique enseignante en classe de mathématiques.

### 1.3 Le logiciel GeoGebra

GeoGebra est un logiciel gratuit développé pour fonctionner en ligne. Il est facile de l'installer sur un ordinateur ou comme application sur les iPads et les tablettes. Le logiciel est utilisé dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. GeoGebra combine la géométrie, l'algèbre et les statistiques dans une seule interface (Venema, 2013). Radović et al. (2020) ont expérimenté l'utilisation des graphiques réalisée par GeoGebra pour créer les cahiers et les manuels des élèves de secondaire sous forme numérique. Ces derniers ont trouvé que le manuel de mathématiques était plus intéressant et les leçons de mathématiques étaient plus claires et complètes (Radović et al., 2020). En plus, Radović et al. (2020) ont observé une amélioration des résultats des élèves qui utilisent la version numérique avec GeoGebra par rapport aux autres élèves, ce qui n'avait pas été trouvé pour les TIC en général.

Lors de leurs recherches, Zulnaidi et al., (2020) ont constaté que les élèves qui ont utilisé GeoGebra ont obtenu de meilleurs résultats en mathématiques. En plus, les élèves à qui on a enseigné en utilisant la méthode conventionnelle ont plus de risque d'avoir des idées erronées sur les fonctions et leurs limites. Enfin, l'utilisation de GeoGebra peut être bénéfique comme simulateur pour la modélisation des situations problèmes (Zulnaidi et al, 2020).

Une autre recherche menée par Saha et al., (2010) sur l'impact de l'utilisation de GeoGebra durant un cours de géométrie indique une différence entre les résultats des élèves: le groupe qui a utilisé GeoGebra montre des résultats nettement meilleurs. Les résultats de l'étude ont montré aussi que l'enseignement assisté par ordinateur est plus efficace que l'enseignement traditionnel. Cette recherche a aussi souligné que le coût est généralement un facteur déterminant dans l'acquisition de nouveaux outils d'enseignement et d'apprentissage dans une école. En lien avec l'aspect financier, GeoGebra permet aux personnels enseignants et aux élèves de résoudre les problèmes sans aucun coût. Les élèves peuvent d'ailleurs télécharger gratuitement ce logiciel et l'utiliser depuis leur domicile (Saha et al., 2010).

## 1.4 La question de la problématique

Enseigner les mathématiques pour des élèves de différents niveaux scolaires m'a donc poussé à réfléchir à des méthodes efficaces pour mobiliser les ressources technologiques et aussi à vouloir aider les élèves en difficulté à développer leurs compétences en résolution de problème géométrique.

Et puisque la littérature montre que le logiciel GeoGebra s'avère un bon choix technologique pour améliorer des compétences mathématiques des élèves, j'ai donc opté pour son utilisation avec des élèves du secondaire dans le cadre de mon essai. Voici ma question de recherche.

Quels sont les impacts de l'usage de GeoGebra sur les compétences en résolution de problèmes géométriques chez les élèves en difficulté dans mes classes? Et quel est l'impact de l'utilisation des TIC sur mes compétences professionnelles, plus précisément les compétences CP6, CP7, CP8 et CP12?

# CHAPITRE II

# CADRE CONCEPTUEL

## Introduction

Dans ce chapitre, j'expose d'abord les concepts utilisés dans ma recherche professionnelle. Ils concernent la résolution de problèmes en mathématiques, particulièrement en géométrie, les niveaux de pensées de Van Hiele, en mettant en évidence la relation entre ces deux concepts ainsi que le logiciel GeoGebra. Pour terminer, j'énonce les objectifs découlant de ma question de recherche.

## 2.1 La résolution de problèmes en mathématiques

Durant un cours de mathématiques, les élèves exercent différentes activités et suivent de multiples étapes pour pouvoir arriver à résoudre un problème mathématique. Les psychologues s'intéressent à étudier ce processus cognitif qui amène les élèves à trouver une solution pour un problème donné. Baker et Mayer (1999) l'ont défini comme une activité cognitive pour passer d'une situation initiale définie à une situation finale désirée (Baker et Mayer, 1999). Selon les psychologues, deux approches sont identifiées pour aborder ce processus : la perspective gestaltiste et la perspective de traitement de l'information (Lemaire et al., 2018).

### 2.1.1 L'approche gestaltiste

L'approche gestaltiste est d'origine allemande du mot *Gestalt* qui veut dire forme (Lemaire, 2006). En se basant sur les recherches de Wallas (1926), Lemaire (2018) a identifié quatre étapes de résolution de problèmes : préparation, incubation, illumination et vérification.

- **Préparation** : Au cours de cette phase, le problème est étudié pendant que l'individu qui pense essaie de comprendre les données. C'est l'accumulation de ressources intellectuelles à partir desquelles le sujet construit les nouvelles idées. L'individu est pleinement conscient de l'existence du problème, et commence la planification pour trouver une solution**.**
- **Incubation** : C'est une période de traitement inconscient, au cours de laquelle le sujet essaie de trouver une solution du problème sans succès. Après quelques tentatives, l'individu laisse la tâche demandée et il aura un relâchement de tout effort cognitif pour une période.
- **Illumination** : Après l'étape de l'incubation arrive l'étape d'illumination, que Wallas a utilisé le concept d'illumination soudaine du mathématicien français Henri Poincaré (Wallas, 1926). Cet éclair soudain n'est que la solution du problème que le sujet essaie de trouver. En effet, inconsciemment, les éléments rassemblés au cours de l'étape de préparation et qui n'ont pas été bien exploités pendant l'incubation sont maintenant prêts à être assemblés dans un nouvel ordre pour trouver la solution soudainement.
- **Vérification** : La dernière étape, différente de la seconde et de la troisième, partage avec la première étape un effort conscient pour tester la validité du résultat trouvé soudainement lors de l'étape de l'illumination et de s'assurer que la solution trouvée représente exactement la solution du problème présentée initialement. (Lamaire, 2018)

### 2.1.2 L'approche de traitement de l'information

Cette approche est connue aussi sous le nom de l'approche cognitiviste. Les psychologues cognitivistes mettent en évidence les méthodes de résolution de problèmes au type de la situation problème. Ils identifient deux types de problèmes :

les problèmes mal définis dont l'état initial et l'état final sont partiellement spécifiés et les problèmes bien définis dont l'état initial et l'état final sont connus et clairement énoncés (Lemaire et al., 2018). Greeno (1991) selon Lemaire (2006) a identifié trois grandes catégories de problème: les problèmes d'induction de structure, les problèmes de transformation et les problèmes de configuration.

Cependant, cette approche est utilisée avec des problèmes généraux identifiés et caractérisés par Lemaire (2018):

- Des problèmes ne nécessitent pas des connaissances antérieures précises. Bien évident, on ne parle pas ici de problèmes mathématiques qui nécessitent obligatoirement des connaissances spécifiques. Un exemple est la tour d'Hanoï.
- Des problèmes difficiles avec des solutions non évidentes qui nécessitent un temps de réflexion.
- Des problèmes dont les propriétés peuvent être changées sous forme de théories (mathématiques par exemple) (Lemaire et al., 2018).

### 2.1.3 La résolution de problème en mathématiques et le développement des compétences :

Durant les années d'études à l'école primaire et secondaire, les élèves développent leur compétence en résolution de problèmes qui est pour eux un moyen de construire et de développer des connaissances mathématiques. La résolution de problèmes est également un outil utilisé par le personnel enseignant pour donner du sens aux notions mathématiques. Effectivement que développer cette compétence s'avère très important pour la compréhension des mathématiques et selon Boro (2011) toutes les enseignantes et tous les enseignants devraient avoir comme premier objectif de développer cette compétence en résolution de problèmes. D'après Wilson et al (1993), résoudre un problème mathématique est la clé du savoir-faire des mathématiques. La résolution de problèmes stimule l'attention des élèves (Wilson et al.,1993). Des problèmes inspirés de la vie courante ou sous forme ludique augmentent l'intérêt des élèves et les incitent à comprendre et développer les connaissances mathématiques.

Lemaire (2018) a présenté les quatre étapes de résolution de problèmes développées par Newell et Simon entre 1958 et 1969. Cette théorie appelée GPS est l'abréviation de l'expression anglaise *General Problem Solver*, est la théorie la plus développée et la plus connue (Lemaire, 2018). En 1959, Newell et Simon ont développé un logiciel sur ordinateur qui porte le même nom GPS.

GPS permet de résoudre les problèmes en suivent quatre étapes : la représentation du problème en identifiant l'état initial et l'état final, la sélection de l'opérateur, l'application de l'opérateur sélectionné en comparant l'état actuel et l'état à aboutir et finalement l'évaluation du résultat obtenu pour valider la solution.

Pour mettre en relation la théorie GPS et la compétence 1 « résoudre une situation problème mathématique » telle que décrite dans le Programme de formation de l'école québécoise, il faudra mettre en évidence les cinq composantes de cette compétence:

- Décoder les éléments de la situation problème
- Modéliser la situation problème
- Appliquer différentes stratégies en vue l'élaborer une solution
- Valider la solution
- Partager l'information relative à la solution (MELS,2007)

## 2.2 La théorie de Van Hiele

Pour bien réfléchir et raisonner comment un élève du secondaire peut résoudre une situation problème en mathématiques, spécifiquement en géométrie, les deux chercheurs, Pierre Van Hiele et Dina Van Hiele-Geldof, ont présenté en 1957 des informations sur les niveaux de pensées en géométrie dans leurs thèses de doctorat (Braconne-Michoux, 2014). Cette théorie donne la différence entre les niveaux de pensée d'un individu de la visualisation à la démonstration géométrique (Braconne-

Michoux, 2014). Van Hiele (1957) montre qu'il existe une grande distinction entre les différents niveaux et qu'un élève ne peut passer d'un niveau à un autre subséquent que s'il réussit le niveau précédent. Ce même chercheur a construit une hiérarchisation de cinq niveaux de pensée. Toutefois, pour cet essai, les trois premiers niveaux de pensées seront utilisés pour les élèves du premier cycle et le quatrième niveau sera ajouté pour les élèves du deuxième cycle du secondaire.

**Les cinq niveaux de pensées**

D'après Fuys et al. (1988), les cinq niveaux de pensée de Van Hiele (1957) commençant par le niveau 0. Je détaille les caractéristiques des différents niveaux tout en les comparant avec la progression des apprentissages en mathématique au secondaire.

**Niveau 0 : identification-visualisation**

À ce niveau les élèves arrivent à reconnaitre et à nommer les figures en se basant sur la forme générale d'une figure géométrique. L'élève peut se référer à la forme d'une porte pour identifier un rectangle ou une roue pour un cercle (Braconne-Michoux, 2014). Cependant, si en tournant un carré d'un angle de 45°, les élèves peuvent l'identifier comme un losange et non pas comme un carré (Van De Walle,2008).

**Niveau 1 : analyse**

À ce niveau l'élève maitrise les propriétés d'une figure géométrique, et ils sont capables d'identifier les figures d'une classe indépendamment de sa forme et son orientation (Van De Walle, 2008). Les élèves sont capables de généraliser à partir de ces propriétés, mais ils ne peuvent pas les utiliser dans un processus déductif (Fuys et al.,1988).

**Niveau 2 : déduction informelle**

À ce niveau l'élève relie logiquement les propriétés des figures découvertes au niveau 1 en utilisant des arguments informels (Fuys et al.,1988). L'élève essaie de convaincre en se basant sur les propriétés et en utilisant des mots comme « puisqu'on a … » (Braconne-Michoux, 2014).

**Niveau 3 : déduction formelle**

À ce niveau, l'élève maitrise bien les définitions et leurs conditions et comprend les caractéristiques d'axiomes (Braconne-Michoux, 2014). En plus, il est capable de démontrer des théorèmes de manière déductive et établir des relations déductives entre des théorèmes (Fuys et al.,1988).

**Niveau 4 : Rigueur**

C'est le plus haut niveau de pensée de Van Hiele, les élèves sont capables de démontrer des théorèmes et des relations entre les systèmes axiomatiques (Van De Walle, 2008). Ce niveau correspond aux niveaux collégial et universitaire. En effet, les élèves au secondaire au Québec se limitent au niveau 3 à la déduction informelle ou formelle, et ne passent pas au niveau de rigueur.

## 2.3 Le logiciel GeoGebra

GeoGebra est un logiciel développé par Markus Hohenwarter en 2001 à l'Université de Salzbourg et financé par l'Université de l'Atlantique de Floride (Zulnaidi et al, 2020). Ce logiciel de mathématiques est gratuit et *open-source* c'est-à-dire le code de programmation est ouvert au public pour le développement ou la modification. La manipulation de GeoGebra convient aux personnes utilisatrices de tous les âges, avec son interface facile à utiliser pour les enseignantes et enseignants et les élèves (Dikovic, 2009). De nombreuses études antérieures ont montré que GeoGebra peut être adopté dans l'enseignement des mathématiques (Zulnaidi et al, 2020).

**2.4 Mes objectifs de recherche :**

Afin de bien comprendre mon intervention, j'énonce les deux objectifs de recherche visés avec l'utilisation de GeoGebra.

- Amener l'élève en difficulté à améliorer la compétence en résolution de problèmes géométriques.
- Favoriser le développement de mes compétences professionnelles en enseignement.

# CHAPITRE III

# MÉTHODOLOGIE

Dans ce chapitre, la méthodologie de l'expérimentation sera expliquée. Il sera premièrement question des étapes de la démarche de la recherche-action qui a été utilisée durant mon stage II pour évaluer le résultat de l'intégration du logiciel GeoGebra en géométrie dans le développement de la compétence 1 chez les élèves en difficulté et de mes propres compétences professionnelles en enseignement. Deuxièmement, les méthodes de collecte des données seront précisées. Finalement, la méthode d'analyse sera présentée pour toutes les données recueillies durant cette expérimentation.

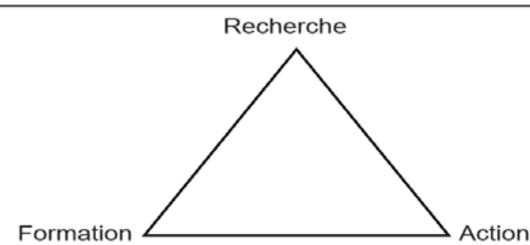
## 3.1 La recherche-action :

L'expression recherche-action « *action research* » est utilisée pour la première fois par Kurt Lewin (1946). Elle est présentée par ce dernier pour étudier, analyser et résoudre des problèmes sociaux (Dolbec et Clément, 2004) tout en mettant en évidence la recherche et l'action d'une façon simultanée pour arriver à l'apprentissage voulu. Ces trois éléments forment la triple finalité de la recherche-action.

Pour ce travail, j'ai choisi la recherche-action comme approche pour l'expérimentation parce que cette méthode est en cohérence avec l'objectif éducatif et scientifique de ce projet. En effet, la recherche-action me permet d'analyser de manière rigoureuse comment GeoGebra pourrait aider à adapter les pratiques d'enseignement afin de répondre aux besoins des élèves ayant des difficultés en géométrie. Par ailleurs, la recherche-action favorise la dynamique réflexive, dans laquelle je serai l'acteur de ma propre évolution. Cette position active se traduit par une adaptation de la méthode de l'intégration du logiciel GeoGebra et une meilleure modélisation pour répondre aux besoins des élèves. Enfin, la recherche-action dépasse le cadre d'une simple étude : elle est un levier pour transformer mes pratiques éducatives et pour prioriser l'inclusion en se reposant sur le potentiel de l'intégration de la technologie.

***Figure 1***

Dolbec et Clément,2004




Le pôle « Recherche » représente l'utilisation d'un processus méthodologique rigoureux pour guider et éclairer l'action tout au long de son déroulement et en évaluer l'impact.
Le pôle « Action » représente les gestes posés en situation concrète pour atteindre la cible du système recherche-action et pour produire le changement.
Le pôle « Formation » représente les apprentissages effectués par celui qui veut comprendre la situation et son contexte, le contenu de l'intervention et l'apport du processus de recherche-action lui-même considéré comme une stratégie de changement. Il représente la démarche de formation continue dans laquelle s'inscrivent les acteurs.

## 3.2 Contexte et milieu de l'intervention :

Dans le cadre de ma maitrise en enseignement, j'ai choisi de faire mon expérimentation à l'école secondaire Marguerite-De Lajemmerais du Centre de services scolaire de Montréal. L'école compte 1085 élèves et elle est classée 10e sur l'échelle de l'indice de défavorisation allant de 1 à 10, le rang 10 comme étant le plus défavorisé. En plus, plusieurs élèves sont nouvellement arrivés des classes d'accueils, ou qu'ils sont intégrés des classes TSA (trouble du spectre de l'autisme). L'expérimentation est faite avec mes deux groupes réguliers, 103 et 105, où j'ai remarqué beaucoup de difficultés en résolution de problèmes, essentiellement en géométrie.

### 3.3 Les personnes participantes :

Avant de commencer mon stage II de la maitrise qualifiante, j'ai eu la chance d'avoir un contrat pour enseigner les mathématiques à temps plein avec quatre groupes de secondaire1. Dans mes deux groupes réguliers, il y a beaucoup d'élèves qui rencontrent des difficultés en mathématiques. La majorité des élèves résident dans un milieu défavorisé. Mes élèves avaient six périodes de cours de 75 minutes par cycle de neuf jours. Les participants sont les élèves des foyers 103 et 105. Ils sont 55 élèves, soit 33 filles et 22 garçons, dont 2 en intégration TSA.

Durant les périodes dédiées à cette expérimentation, les élèves seront placés en équipes hétérogènes en suivant les conditions suivantes: les résultats scolaires en mathématiques, le niveau de motivations, la capacité d'utiliser les outils informatiques et la diversité des profils (plan d'intervention, TDA/H, élèves intégrés des classes d'accueil ou des classes TSA).

L'expérimentation concernera donc l'ensemble des élèves de mes deux groupes réguliers, mais un regard plus attentif sera porté à sept de mes élèves, lesquels montrent plus de problèmes d'apprentissage en géométrie. Par souci de confidentialité, ces élèves seront dénommés par des codes allant de E1 à E7.

### 3.4 La collecte des données :

En référence au triangle de Dolbec et Clément (2004) (*figure1*), le pôle recherche comportera une collecte de données en se servant d'un journal réflexif, d'un questionnaire, des entrevues, des notes de mes observations en classe et des enregistrements vidéo. Le pôle formation servira à amener les élèves à utiliser le logiciel de géométrie GeoGebra pour résoudre une situation problème. Pour ce faire, des capsules vidéo seront offertes pour expliquer le logiciel, en plus d'encadrer les élèves lors de l'utilisation (le pôle action). Après l'observation suivie d'une réflexion. Des ajustements seront mis en place, si nécessaire.

Lors de cette intervention, j'utiliserai différents outils de collecte des données.
Dans ce qui suit, je présente et j'explique plus en détail mes outils de collecte de données.

### 3.4.1 Le questionnaire :

Le questionnaire pendant l'expérimentation m'aidera à comprendre l'appréciation de mes élèves à propos de l'utilisation du logiciel GeoGebra pour simplifier des concepts de la géométrie. Il comporte cinq questions, qui sont posées à tous les élèves. Le but de ce questionnaire n'est pas de quantifier le résultat, mais plutôt d'avoir une idée sur la perception et les opinions de mes élèves.

### 3.4.2 L'entrevue :

Le rôle de l'entrevue est de recueillir des données des élèves bien spécifiques. Étant donné que mon expérimentation s'intéresse aux élèves en difficulté, je ferai uniquement des entrevues avec des élèves présélectionnés ayant des difficultés avec la résolution de problème en géométrie. Comme précisé par Dolbec et Clément (2004), j'ai choisi l'entrevue semi-structurée pour me donner une marge de manœuvre pour modifier ou pour changer les questions au besoin. L'entrevue avec mes élèves en difficulté devrait m'aider à valider leur niveau de compréhension selon la théorie de Van Hiele.

### 3.4.3 Le journal de bord :

Mon journal de bord est à double entrée comme le recommandent Dolbec et Clément (2004). La première est pour noter la description détaillée de chaque étape de l'intervention afin d'enregistrer les rapports de mes observations et mes réflexions

(Baribeau, 2004) et de pouvoir apporter les améliorations nécessaires. La deuxième entrée est pour évaluer mes compétences professionnelles, lesquelles seront détaillées au point **3.6**. Selon Dolbec et Clément (2004), l'annotation d'un journal de bord permettra de soutenir mes remarques et mes réflexions au fur et à mesure que l'expérimentation avance.

### 3.4.4 Tableau récapitulatif des outils de collecte

| Outil de collecte | Objectif | Participants | Type de données | Justification |
|---|---|---|---|---|
| Questionnaire | Comprendre l'appréciation des élèves concernant l'usage de GeoGebra pour faciliter la compréhension des concepts en géométrie. | Tous les élèves ayant participé à l'expérimentation. | Données qualitatives (perceptions, opinions) | Permet de recueillir la perception générale des élèves sans viser une quantification rigoureuse des résultats. |
| Entrevue semi-structurée | Approfondir la compréhension des difficultés des élèves en géométrie et évaluer leur niveau selon la théorie de Van Hiele. | Échantillon ciblé d'élèves en difficulté. | Données qualitatives approfondies | Offre une marge de manœuvre pour adapter les questions, tout en ciblant les besoins spécifiques des élèves (Dolbec & Clément, 2004). |
| Journal de bord | Documenter les étapes de l'intervention et évaluer les compétences professionnelles de l'enseignant-chercheur. | Chercheur (auto-observation) | Données qualitatives (observations, réflexions, autoévaluation) | Permet une analyse réflexive continue pour améliorer l'intervention et soutenir la professionnalisation (Baribeau, 2004 ; Dolbec & Clément, 2004). |

## 3.5 Les détails de l'intervention :

L'expérimentation ainsi que mes interventions en classe se feront en plusieurs étapes, ce que je vais détailler dans ce qui suit.

En suivant la planification annuelle, l'intervention se déroulera à l'étape 3 de l'année scolaire 2023-2024 comme ce qui suit :

1- La première étape de l'intervention : je consacrerai une période de 75 minutes pour présenter le logiciel GeoGebra aux élèves, pour expliquer son fonctionnement et pour mettre son utilisation en œuvre pour que les élèves se familiarisent à ce nouvel outil.

2- La deuxième étape de l'intervention : les élèves réaliseront la première situation problème. Je formerai les équipes de travail, je donnerai la première situation de problèmes à résoudre intitulée : « LE CHAT DE LÉO » et je demanderai aux élèves de collaborer et de commencer à résoudre la situation donnée en utilisant la méthode traditionnelle (crayon, calculatrice et matériels de géométrie).

3- La troisième étape de l'intervention : je donnerai des activités avec GeoGebra qui seront ciblées pour aider les élèves à appliquer les concepts mathématiques visés (figures planes, calcul de périmètre) par la situation problème en plus d'utiliser le graphique du logiciel pour mieux visualiser les différentes parties de la situation problème.

4- La quatrième étape de l'intervention : je guiderai les élèves pour appliquer les résultats observés avec GeoGebra dans la démarche de résolution de la deuxième situation problème intitulée : « COUCOURS GÉOMÉTRIQUE ».

En effectuant cette intervention, j'observerai et noterai également les réactions de mes élèves et les démarches déployées par les équipes. Enfin, je prendrai du temps pour réfléchir à des stratégies plus efficaces par rapport à mon intervention et, si cela est possible, je réinvestirai ces stratégies pour améliorer les méthodes de travail de mes élèves.

### 3.6 Mes compétences professionnelles

En plus, cette expérimentation me permettra aussi de développer mes compétences professionnelles particulièrement les compétences CP6, CP7, CP8 et CP12.

- La CP6 : Gérer le fonctionnement du groupe-classe

Gérer le fonctionnement du groupe-classe est une importante compétence pour les enseignantes et les enseignants. En résumé, cette compétence consiste à organiser le temps et le fonctionnement des élèves, animer des séquences d'apprentissage ou d'évaluation, réguler un groupe d'élèves et favoriser un environnement d'apprentissage adéquat tout en s'adaptant aux besoins de chaque élève. Cette compétence comprend la gestion du temps, de l’espace ainsi que régulariser les relations avec les élèves et assurer le un climat de respect entre les élèves et l'adulte.

Mes groupes réguliers présentent des élèves avec des problèmes de comportements et la gestion de classe n’est pas toujours évidente. Dans le contexte de travail en sous-groupe, la gestion est plus complexe. J’ai donc utilisé différentes stratégies pour assurer le bon fonctionnement des activités. Par exemple, j’ai établi explicitement les règles de travail en équipe pour favoriser le respect des tours de parole, l’écoute et l’entraide entre les élèves. Également, j’ai défini des rôles clairs au sein de chaque équipe (ex. : porte-parole, secrétaire, le petit technicien) pour favoriser l’engagement de tous les élèves et pour limiter les comportements perturbateurs. Par ailleurs, j’ai circulé régulièrement entre les groupes pour vérifier le bon déroulement du travail, pour répondre aux questions et pour encourager les comportements positifs. Lors des deux épreuves de résolutions, j’ai noté les différentes interventions faites avec les élèves pour garder un climat propice à l’apprentissage. En comparant mes annotations, j’ai constaté une diminution de nombre d’interventions lors de la résolution de problème en utilisant le GeoGebra. En effet, l’utilisation du logiciel a suscité l’intérêt des élèves et a alimenté leurs motivations, ce qui réduit la distraction et favorise un engagement remarquable dans la tâche demandée.

- La CP7 : Tenir compte de l'hétérogénéité des élèves

Tenir compte de l'hétérogénéité des élèves c'est travailler en amont avec la réalité de la diversité. En tenant compte de cette réalité de plus en plus présente dans les écoles québécoises, les enseignantes et les enseignants mettent en œuvre différentes stratégies et adaptations pour assurer une différentiation et pour favoriser la réussite des élèves tout en respectant leurs différences. Un de ces moyens consiste à former les équipes pour pouvoir travailler en îlots bonifiés, par exemple. Cela pourrait favoriser l'entraide alors que chaque élève apporte ses forces et bénéficie de celles des autres.

Le défi rencontré lors de la planification de mes activités est de former des équipes hétérogènes tout en gardant une certaine équité entre eux. Pour cela, j'ai tenu compte de la diversité liée aux genre, culture, linguistique, handicap et aussi aux champs d'intérêt des élèves et du niveau de leur motivation. J'ai donc classé les élèves par niveau académique, connaissance des outils technologiques, niveau de motivation et par leurs besoins particuliers et leurs handicapes. J'ai ensuite formé les équipes et je les ai observées lors de période d'initiation à l'utilisation du GeoGebra. Ces observations ont engendré quelques changements d'équipe pour assurer une certaine homogénéité des équipes.

- La CP8 : Soutenir le plaisir d'apprendre

La compétence visant à soutenir le plaisir d'apprendre, inscrite dans le document du référentiel de compétences pour la profession enseignante, vient pour conclure les compétences du champ 1. C'est une des compétences principales en termes de motivation et de l'engagement des élèves en créant des conditions pédagogiques favorables, aidant ainsi les élèves dans leur processus d'apprentissage. Pour cela, j'ai offert à mes élèves la possibilité de « jouer » avec les figures et de découvrir le sens des formules de calcul de périmètre et aire des figures planes en donnant les élèves plus d'autonomie dans la tâche. En plus, j'ai placé les élèves pour qu'ils travaillent en petits groupes sur une même figure pour renforce la motivation et pour favoriser le travail collaboratif sur un sujet commun. Pour activer la curiosité chez les élèves et pour rendre l'apprentissage plus plaisant, les enseignantes et les enseignants mobilisent leurs capacités pour soutenir l'épanouissement des jeunes. Implanter GeoGebra suscite chez les élèves la volonté d'explorer ce nouvel outil selon Bressoux (2012). Cette curiosité de comprendre et d'essayer le logiciel et d'attendre ou espérer recevoir le résultat voulu vise à augmenter la motivation chez les élèves et soutient le plaisir d'apprendre des élèves.

Mon choix de prévoir une situation problème basée sur l'utilisation d'un logiciel a pour but de mobiliser la curiosité chez les élèves et favoriser le sens de collaboration et l'entraide entre les élèves. Durant les périodes de résolution de deux situations problèmes, j'ai noté les différentes réactions des élèves et leur niveau d'engagement qui m'aideraient à évaluer le niveau d'épanouissement et de plaisir chez les élèves.

- La CP 12 : Mobiliser le numérique

La dernière compétence à évaluer est la compétence CP 12 *« mobiliser le numérique ».* L'intégration des technologies dans le quotidien des élèves est un levier d'efficacité et d'innovation. Mobiliser le numérique c'est intégrer des outils technologiques pour enseigner autrement de nouveaux concepts et pour consolider des savoirs déjà vus, par exemple en utilisant des capsules de vidéos interactives, des jeux éducatifs en ligne et des simulations pour rendre les leçons plus engageantes et attrayantes.

Pour faciliter l'emploi de GeoGebra, j'ai sélectionné des élèves compétents en informatique ou qui sont à l'aise avec les technologies dans chaque groupe pour surmonter les difficultés liées à l'utilisation de ce logiciel.

Le résultat final et la conclusion tirée de cet essai m'aideront à évaluer cette compétence professionnelle en observant l'impact de ce logiciel sur le développement de la compétence CD1 des élèves ayant des difficultés d'apprentissage, et en analysant la motivation et l'engagement des élèves dans la tâche demandée.

# CHAPITRE IV

# RÉSULTATS ET ANALYSES

Dans le chapitre IV, je présente les résultats obtenus lors de l'expérimentation, ainsi que les analyses qui en découlent. Premièrement je présente les résultats des résolutions de problème avant et après l'utilisation de GeoGebra puis je donne mes analyses tout en me basant sur les niveaux de pensées de Van Hiele. Deuxièmement, dans un second temps, je comptabilise les résultats en fonction des compétences professionnelles CP6, CP7, CP8 et CP12 étudiées dans le cadre de cet essai.
Rappelons que bien que mes observations couvrent l'ensemble des élèves de mes deux groupes réguliers, un regard plus attentif a été établi sur sept de mes élèves, lesquels montrent plus de problèmes d'apprentissage en géométrie, qui sont identifiés par des codes allant de E1 à E7.
De plus, les analyses établies lors de cette expérimentation sont plutôt qualitatives et sont basées sur mes observations et mes remarques à propos de la motivation, l'engagement et les stratégies employées pour résoudre les problèmes.

## 4.1 Présentation des résultats

### 4.1.1 Les résultats de la résolution de problème LE CHAT DE LÉO

Pour pouvoir résoudre la première situation de problèmes, les élèves vont devoir mobiliser différents savoirs sur les figures planes entre autres, décrire et identifier des triangles et des quadrilatères et construire les relations permettant de calculer le périmètre ou la circonférence de figures. Les élèves sont ensuite invités à identifier les différents types de triangle ainsi que les différentes catégories des polygones. Pour finir, ils devront faire le calcul des périmètres en utilisant les formules déjà données sur la feuille aide-mémoire. Cette situation correspond au niveau 2 de Van Hiele. En résumé, les élèves doivent pouvoir déduire la nature d'une figure plane en observant les propriétés de cette dernière. Par exemple, les élèves doivent déduire que la forme plane qui représente l'œil du chat est un losange en remarquant que les deux diagonales sont perpendiculaires.

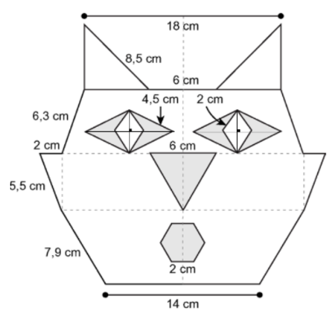



*Figure 2*

Cette situation de problème a été résolue en équipe, d'une façon coopérative entre quatre élèves. Lors du déroulement de cette résolution de problèmes par les élèves en difficulté d'apprentissage, j'observe une incompréhension lors de la première étape de décodage qui correspond au niveau 0 de Van Hiele (identification/visualisation) (Braconne-Michoux, 2014).

En fait, les élèves E1 et E4 ont pu identifier la figure plane qui représente l'œil du chat comme un losange, mais ils avaient de la difficulté à identifier le losange qui représente la pupille, car il avait un changement d'orientation. L'élève E5 a identifié la figure géométrique de la bouche du chat comme un parallélogramme. Il a expliqué que tous les côtés de cette figure sont parallèles deux à deux. L'élève E5 a toutefois oublié qu'un parallélogramme est aussi un quadrilatère et que la figure géométrique représentant la bouche a six côtés et non pas quatre.

En plus, six élèves sur sept n'ont pas pu identifier la figure géométrique représentée par le nez du chat comme un triangle équilatéral. Les élèves ont seulement confirmé que la figure plane est un triangle, mais ils n'ont pas analysé la caractéristique donnée dans la situation que *le nez et la bouche sont des polygones réguliers* (niveau 0 de Van Hiele). Aucun des sept élèves n'a pu énoncer la déduction suivante, à savoir que puisqu'un losange a quatre côtés isométriques par conséquent le périmètre du losange équivaut à quatre fois la mesure de côté. Ils semblent savoir que le périmètre d'une figure plane est la somme de mesure de tous les côtés de cette figure, mais ils ont continué à se questionner à propos des mesures des trois autres côtés (niveau 1 de Van Hiele).

Le tableau suivant montre le niveau de pensée de Van Hiele atteint par mes sept élèves lors de la première résolution de problèmes réalisée en utilisant la méthode classique (crayon papier).

| *Identification de l'élève* | *Niveau 0*<br><br>*(Identification/visualisation)* | *Niveau 1*<br><br>*(Analyse)* | Niveau 2<br><br>(Déduction informelle) |
|---|---|---|---|
| *E1* | ✗ | ✗ | ✗ |
| *E2* | ✓ | ✗ | ✗ |
| *E3* | ✓ | ✗ | ✗ |
| *E4* | ✗ | ✗ | ✗ |
| *E5* | ✗ | ✗ | ✗ |
| *E6* | ✓ | ✗ | ✗ |
| *E7* | ✓ | ✓ | ✗ |

*Tableau 1 : Niveau de compréhension des élèves selon Van Hiele*

### 4.1.2 Les résultats de la résolution de problème CONCOURS GÉOMÉTRIQUE

Pour faire l'expérimentation en utilisant le logiciel GeoGebra, j'ai donné à mes élèves une deuxième résolution de problèmes dans le cadre du même chapitre : les figures planes. Cette situation intitulée « Concours Géométrique » nécessite les mêmes compétences requises lors de la première situation. En fait, les élèves doivent être en mesure d'identifier différentes figures planes et de calculer leurs périmètres. Les élèves sont placés en équipes de quatre lors de la résolution de cette situation problème en plus de pouvoir utiliser les ordinateurs avec le logiciel GeoGebra pour les aider à identifier et calculer les périmètres.

La réalisation de cette résolution de problèmes a été précédée par une période durant laquelle, j'ai aidé mes élèves à utiliser le logiciel GeoGebra pour qu'ils puissent identifier les figures planes utilisées dans la situation problème, analyser la situation et à bien calculer le périmètre des différentes figures planes. Il faut reconnaitre que cette étape a permis d'aider les élèves non seulement à identifier la nature des différentes figures utilisées dans cette situation, mais aussi à les guider dans leur démarche pour calculer les périmètres. Pendant cette période, j'ai constaté une augmentation de la motivation des élèves : une participation active à la tâche, l'utilisation de plusieurs stratégies à l'aide de l'interface du logiciel, une persistance face à la difficulté rencontrée et un sentiment de satisfaction et de fierté à la fin de la période. En effet, les élèves qui apprennent en utilisant GeoGebra me semblent plus motivés que ceux qui apprennent sans l'utilisation du GeoGebra. Les élèves collaborent et partagent les résultats entre les groupes. En plus, les élèves persévèrent pour trouver les résultats demandés en explorant les fonctionnalités de GeoGebra pour résoudre la situation problème.

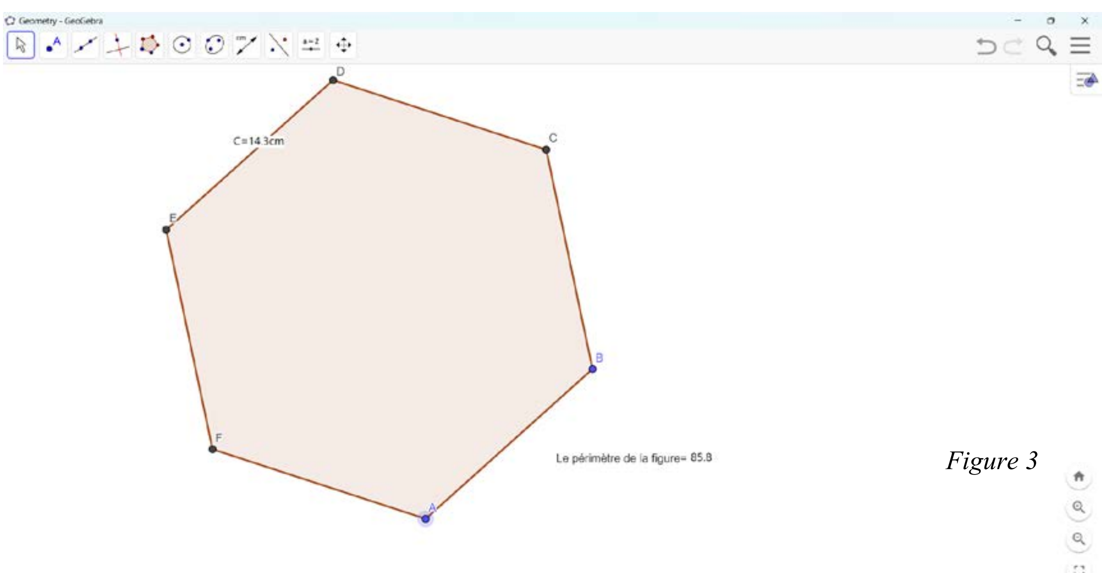



*Figure 3*

En plus, les élèves ont montré, en général, un engagement remarquable dans la tâche en considérant l'activité comme ludique. Ce qui a aidé les élèves à s'investir davantage dans les tâches proposées. En commençant la résolution du deuxième problème, les élèves ont essayé d'utiliser les résultats obtenus lors de la période de la pratique avec GeoGebra, et je constate une légère amélioration dans le rendement et dans le raisonnement mathématique. L'élève E1 a pu identifier toutes les figures présentées, en se basant sur la visualisation (le niveau 0 de Van Hiele). Il a toutefois toujours des difficultés à faire des analyses et des déductions pour confirmer que le périmètre d'un rectangle et d'un parallélogramme se calcule de la même façon, ce qui correspond au niveau 1 et 2 de Van Hiele. Quant à l'élève E5, j'ai constaté qu'il éprouve toujours des difficultés malgré l'utilisation du GeoGebra. Il n'arrive pas à faire la différence entre un trapèze et un parallélogramme.

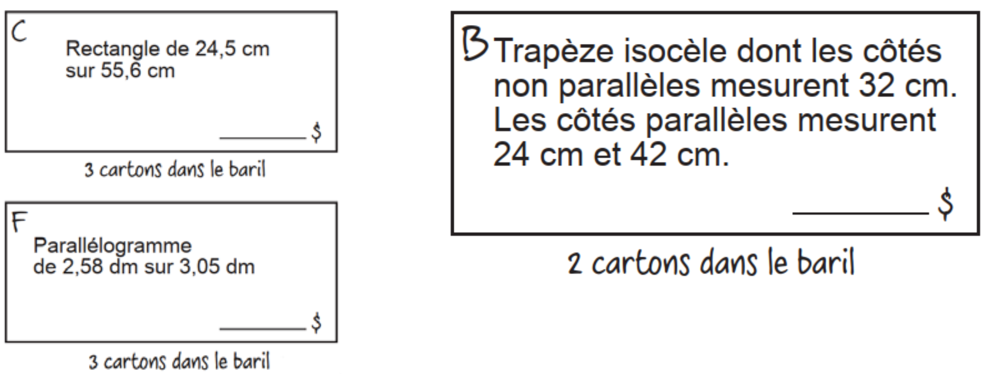



*Figure 4*

En plus, le mot isocèle désigne pour lui une caractéristique exclusive liée aux triangles. Malgré mes explications assistées par GeoGebra, cet obstacle épistémologique persiste. Le tableau 2 présente mes observations après l'intervention en utilisant GeoGebra.

| *Identification de l'élève* | *Niveau 0*<br><br>*(Identification/visualisation)* | *Niveau 1*<br><br>*(Analyse)* | *Niveau 2*<br><br>*(Déduction informelle)* |
|---|---|---|---|
| *E1* | ✓ | ✗ | ✗ |
| *E2* | ✓ | ✓ | ✓ |
| *E3* | ✓ | ✗ | ✗ |
| *E4* | ✗ | ✗ | ✗ |
| *E5* | ✓ | ✗ | ✗ |
| *E6* | ✓ | ✓ | ✗ |
| *E7* | ✓ | ✓ | ✓ |

*Tableau 2 : Niveau de compréhension des élèves selon Van Hiele*

En plus de mes observations notées sur mon journal de bord, j'ai exploré l'opinion des élèves en difficulté visés par cette expérimentation sur leur expérience avec GeoGebra. Six élèves ont aimé travailler avec GeoGebra, et ces élèves pensent que cela a facilité leur tâche de résolution de problèmes. Cependant quatre élèves ont trouvé le logiciel difficile ou très difficile à manipuler et ils ont affirmé qu'ils craignaient de perdre du temps, car ils n'ont pas pu déterminer les résultats rapidement. L'élève E4 qui éprouvait de grandes difficultés d'apprentissage n'a pas aimé l'expérience et il a dit ne pas comprendre le but de l'utilisation d'un ordinateur alors qu'il avait l'habitude d'effectuer le travail directement sur sa feuille de réponse. Cet élève a eu du mal à comprendre les consignes données et à déterminer comment utiliser GeoGebra pour comprendre les caractéristiques des figures planes. Il a éprouvé des difficultés à relier les manipulations effectuées dans le logiciel avec l'exercice à résoudre dans la situation problème. Enfin, il a été distrait par l'interface du logiciel, ce qui a compliqué l'organisation de ses idées et sa capacité de résoudre la situation problème. Finalement, cinq élèves ont montré leur intérêt de refaire l'expérience avec d'autres situations problèmes, et ils ont expliqué qu'ils seraient plus habiles avec le logiciel.

### 4.2 Analyse des résultats

J'ai choisi de faire une collecte de donnée qualitative pour identifier l'impact du GeoGebra sur l'engagement des élèves dans la résolution des problèmes, et pour mesurer l'évolution des stratégies employées par les élèves en difficulté. En observant ces derniers pendant la période d'utilisation du logiciel GeoGebra, j'ai constaté qu'ils s'impliquent d'une façon active et dans la démarche de résolution de problèmes. Les élèves commencent l'utilisation du logiciel avec prudence, mais ils posent beaucoup de questions, ce qui peut montrer une incertitude à propos de ce nouvel outil. Au fur et à mesure que le temps avance, cet inconfort disparait et je constate qu'un environnement ludique commence à prendre place. Les élèves ont beaucoup de plaisir à manipuler le logiciel et des cris de victoire sont entendus entre les équipes aussitôt que l'exécution du logiciel aide les élèves à comprendre une partie de la situation problème. Cependant, je n'ai pas remarqué un changement significatif des notes obtenues par ces élèves en comparant les résultats avant et après l'utilisation de GeoGebra. Le logiciel a aidé quelques élèves à surmonté des difficultés de compréhension et il a donné une visualisation plus claire des différentes figures planes en permettant aux élèves de faire des manipulations pour bien comprendre le concept de périmètre, mais cet éclaircissement a agi seulement sur la première composante de la compétence (décoder les éléments de la situation problème) sans toutefois pouvoir aider dans le reste de la résolution de problème.

Pendant la période de résolution de problèmes géométriques en utilisant GeoGebra, quelques élèves ont éprouvé des difficultés pour comprendre les caractéristiques des figures planes. Tout d'abord, les élèves ont rencontré des difficultés à comprendre les instructions ou à trouver les bons outils dans l'interface du logiciel, qui leur privent d'effectuer la tâche convenablement. De plus, ces élèves ont trouvé difficile de faire le lien entre les manipulations techniques exécutées avec les logiciels et les concepts géométriques sur les figures planes et leurs propriétés. Enfin, il est possible aussi que pour quelques élèves l'environnement numérique leur a apporté une distraction ou une surcharge cognitive, ce qui ne les a pas aidés à se concentrer comme attendu.

Bien que la méthode de recherche soit qualitative, j'ai préparé un tableau pour comparer les résultats avant GeoGebra et après GeoGebra. Ce tableau ne donne pas une affirmation certaine à propos de l'impact du GeoGebra, mais il montre quand même une légère augmentation des résultats scolaires pour la compétence 1.

| *Identification de l'élève* | *Avant GeoGebra* | *Après GeoGebra* | *Variation* |
|---|---|---|---|
| *E1* | 54% | 50% | - 4% |
| *E2* | 61% | 69% | + 8% |
| *E3* | 58% | 57% | - 1% |
| *E4* | 38% | 42% | + 4% |
| *E5* | 43% | 51% | + 8% |
| *E6* | 51% | 58% | + 7% |
| *E7* | 54% | 56% | + 2% |

*Tableau 3 : Résultat avant et après GeoGebra*

### 4.3 Évolution des compétences professionnelles

Dans cet essai, je m'intéresse également à observer et à évaluer l'évolution de certaines de mes compétences professionnelles. Ces compétences sont les CP6, CP7, CP8 et CP12

*CP6: Gérer le fonctionnement du groupe-classe : Organiser et gérer le fonctionnement du groupe-classe de sorte à maximiser le développement, l'apprentissage et la socialisation des élèves, précisément la dimension: Repérer chez les élèves les manifestations de démotivation ou d'incompréhension et mettre en œuvre les moyens nécessaires pour y remédier.*

Concernant la CP6, mon but est d'agir sur la motivation des élèves surtout que plusieurs d'entre eux éprouvent des difficultés en géométrie et se démotivent très facilement. Les élèves ont généralement beaucoup de défis en géométrie. Donc en intégrant le GeoGebra, j'ai pensé à faire un changement dans la méthode d'enseigner les notions géométriques pour susciter l'attention des élèves et pour essayer d'enseigner autrement. Cette réflexion se base essentiellement à ce que Clairaut (1741) a affirmé il y a près de trois siècles *« Quoique la Géométrie soit par elle-même abstraite, il faut avouer cependant que les difficultés qu'éprouvent ceux qui commencent à s'y appliquer viennent le plus souvent de la manière dont elle est enseignée dans les éléments ordinaires. » (Clairaut, 1741, p.1).* Ce que j'ai constaté qu'utiliser les TIC pour expliquer la géométrie a motivé les élèves et cela m'a offert une nouvelle piste pour enseigner et expliquer certaines notions géométriques.

*CP7: Tenir compte de l'hétérogénéité des élèves : Mettre en place, dans le cadre d'un enseignement inclusif, des stratégies de différenciation pédagogique en vue de soutenir la pleine participation et la réussite de tous les élèves, précisément la dimension: Favoriser, au sein du groupe-classe, des stratégies d'entraide mettant à profit l'hétérogénéité des élèves et bénéficiant à toutes et à tous.*

D'autre part enseigner à Montréal, étant une métropole et le plateau tournant de l'immigration au Québec, soulève plusieurs défis pour le personnel enseignant comme la diversité culturelle des élèves, des difficultés liées à la langue française et celles liées au niveau de défavorisation trop élevé. Tous ces facteurs m'ont poussé à réfléchir d'une façon continue à adapter mes pratiques et mes interventions pour tenir compte de cette diversité. Lors du travail en équipe pour résoudre les deux situations problèmes utilisées, j'ai pris en considération l'hétérogénéité de mes élèves pour former des équipes les plus homogènes possibles entre eux. Certes, la tâche était assez complexe pour tenir compte de toutes les diversités et pour offrir à mes élèves un climat de travail leur permettant de bien travailler en équipe. L'utilisation du GeoGebra, en étant une nouveauté technologique pour plusieurs de mes élèves, m'a poussé à placer un élève mentor en technologie qui aura la mission de débloquer les petits soucis du logiciel. En plus, en tenant compte du nombre trop élevé des élèves qui n'ont pas le français comme langue maternelle ou qui sont passés par une classe d'accueil, il était important de placer un élève capable d'aider toute l'équipe à surmonter les difficultés de langue, à expliquer les mots difficiles et à mieux démêler la situation problème.

*CP8: Soutenir le plaisir d'apprendre : Entretenir chez ses élèves le plaisir d'apprendre, le sens de la découverte et la curiosité en réunissant les conditions nécessaires à l'épanouissement de chacune et de chacun, précisément la dimension: Favoriser le travail collaboratif, les échanges, la participation et l'entraide chez les élèves.*

L'expérimentation est basée essentiellement sur le travail d'équipe qui présente un réel défi de gestion de classe, mais aussi une source de plaisir et d'épanouissement pour les élèves. En effet, la planification des séquences d'apprentissage effectuées lors de cette expérimentation est basée sur la participation active de tous les membres de chaque équipe, l'entraide et le partage entre les élèves et sur collaboration entre eux pour tirer des conclusions et répondre à la question de la situation problème. L'environnement créé n'était pas seulement plus dynamique et plus inspirant, mais l'interaction entre les élèves était aussi un facteur favorisant un climat de confiance et de soutien qui a renforcé le plaisir d'apprendre. Par la mise en valeur de la participation de tous, chaque élève a semblé trouver sa place et prendre conscience de l'importance de son rôle dans le groupe, ce qui a alimenté tant son estime de soi que son plaisir d'apprendre. Ainsi, en favorisant la collaboration, je crois avoir contribuer à augmenter leur curiosité, en leur offrant un cadre dans lequel ils se sentent plus soutenus.

L'utilisation de GeoGebra en classe a favorisé une dynamique de groupe plus interactive, les élèves échangeant des points de vue tout en manipulant les figures planes sur GeoGebra et en résolvant des problèmes.

En collaborant pour faire les activités sur l'interface numérique du logiciel GeoGebra, plusieurs élèves ont participé, se sont aidés et ont engagé des discussions à propos des mathématiques. Cela a favorisé une atmosphère d'apprentissage joyeuse et plaisante. En exposant les équipes à des défis mathématiques et en leur demandant de partager les résultats entre eux, j'estime qu'il y a eu plus d'interaction active entre les élèves et une augmentation saine de compétition.

*CP12: Mobiliser le numérique : Utiliser le numérique afin d'en faire bénéficier les élèves ainsi que l'ensemble des actrices et acteurs éducatifs, plus précisément la dimension: Exploiter le potentiel du numérique pour l'apprentissage.*

Cette expérimentation m'a permis de mieux comprendre l'importance de l'intégration des TIC dans l'enseignement, en particulier en géométrie. Grâce à la manipulation offerte par le logiciel, l'utilisation de GeoGebra a ajouté une autre stratégie efficace d'enseignement de la géométrie et a favorisé un environnement d'apprentissage plus dynamique. L'outil a facilité la mise en œuvre des situations problèmes où les élèves pouvaient non seulement observer, mais aussi manipuler des figures planes et comprendre le sens d'un périmètre et aussi avoir des exemples de résultats possibles dépendamment des mesures données. Ceci a renforcé l'engagement des élèves et leur motivation, et a favorisé leurs implications dans la tâche demandée. Ainsi, cette expérimentation a confirmé que mobiliser le numérique à l'aide de GeoGebra dans l'enseignement des mathématiques est un moyen pour rendre les leçons plus interactives, et aussi un outil puissant pour mieux répondre aux besoins des élèves.
L'utilisation de GeoGebra a permis de rendre les interactions au sein des groupes plus dynamiques en offrant un support visuel qui facilite la co-construction des savoirs et la résolution de problèmes géométriques en permettant l'apprentissage de la collaboration. L'engagement des élèves a été assuré par le potentiel interactif du logiciel, tout en leur permettant de tester et valider leurs hypothèses en temps réel.

Pour optimiser l'utilisation du GeoGebra comme outil technologique efficace, il serait utile d'amplifier le temps de préparation avant l'utilisation de l'outil et d'intégrer des tutoriels guidés, des capsules explicatives ou des modèles partagés, afin de rendre l'outil plus accessible à tous les élèves et d'enrichir leur autonomie dans l'apprentissage.

# CHAPITRE V

# SYNTHÈSE ET CONCLUSION

## 5.1. Résumé de l'expérimentation

Cette expérimentation avait pour but d'étudier l'impact de l'utilisation du logiciel GeoGebra sur les compétences des élèves en difficulté à résoudre des situations problèmes et sur mes propres compétences professionnelles en enseignement. Le déroulement de l'expérimentation était avec des élèves de secondaire 1 pendant les cours de géométrie sur les figures planes. J'ai commencé par donner une petite formation sur le fonctionnement de GeoGebra pour que les élèves puissent manipuler le logiciel. Puis, une période a été consacrée à la résolution de la première situation problème, puis deux autres périodes pour faire les manipulations sur GeoGebra et la réalisation de la deuxième situation problème. En gros, l'expérimentation a duré cinq périodes par groupe, durant lesquelles j'ai noté mes observations, mes remarques et mes réflexions. En faisant référence au cadre théorique, j'ai observé les élèves pendant les deux résolutions de problème, avant et après l'utilisation de GeoGebra, et j'ai noté les niveaux de pensée tels que présentés par Van Hiele. En plus, j'ai observé et noté le niveau de réussite des élèves aux différentes composantes de la compétence 1 soit décoder, modéliser, appliquer, valider et partager.

À la fin de cette expérimentation, j'ai analysé mes observations ainsi que les résultats des élèves dans les deux résolutions pour tirer des conclusions à propos de l'impact du GeoGebra sur le développement de la compétence 1 chez les élèves en difficulté, et sur le développement de mes compétences professionnelles. En réalité, cette intervention n'a pas montré des changements mesurables et significatifs sur les résultats des élèves en difficulté, cependant une amélioration dans la compréhension des concepts géométriques a été constatée. En plus, j'ai remarqué une augmentation de la motivation des élèves ainsi que de l'engagement envers la tâche demandée. Ceci ne correspondant pas réellement aux résultats espérés, néanmoins la conclusion m'a poussé à réfléchir à d'autres pistes d'intervention.

En plus, cette expérimentation m'a aidé à aiguiser mes réflexions quant aux méthodes efficaces pour développer mes compétences professionnelles. En effet, dans une classe, chaque geste de la personne enseignante compte pour favoriser la réussite des élèves. Pour commencer, une meilleure planification des séquences d'enseignement aide à organiser le temps et à bien cibler les savoirs à enseigner. Ensuite, avoir des stratégies efficaces de gestion de classe sécurise les élèves et leur garantit un environnement propice à l'apprentissage. Finalement, l'utilisation des technologies pendant un cours de mathématiques rend la tâche plus ludique, motive les élèves à travailler d'une façon autonome, détend les élèves et leur offre un sentiment d'épanouissement.

### 5.2. Limites de l'expérimentation

Les résultats obtenus montrent différentes limites de cette expérimentation que je vais détailler ici. Premièrement, la durée de l'expérimentation était trop courte pour confirmer l'impact d'un nouvel outil sur l'apprentissage des élèves. À cet égard, l'ajout de plus de temps d'intervention ajouterait à la pertinence quant aux développements des compétences en résolution de problèmes pour les élèves. Deuxièmement, l'échantillon choisi était trop restreint et peu diversifié pour espérer affiner les résultats obtenus et il demeure incertain que les observations que j'ai présentées soient valides dans d'autres groupes d'élèves, ce qui ne permet pas d'en faire une conclusion généralisée. Enfin, même si le logiciel GeoGebra est simple à utiliser, grâce de son interface, certains élèves ont rencontré des difficultés d'exécution et même une démotivation pour ce nouvel outil. Un temps de formation et de pratique serait nécessaire pour leur permettre de s'y acclimater avant d'utiliser cet outil afin de le rendre plus efficace dans l'enseignement de la géométrie.

### 5.3. Pistes d'intervention

Pour surmonter les limites décrites au paragraphe précédent et pour favoriser au mieux l'impact de GeoGebra sur l'enseignement de la géométrie, de nombreuses voies d'intervention sont possibles. Tout d'abord, GeoGebra devrait être intégré de façon beaucoup plus systématique et progressive dans les routines scolaires pendant les cours de mathématiques, en commençant dès le début de l'apprentissage de la géométrie. De plus, une formation préalable au personnel enseignant à cet outil numérique est indispensable pour pouvoir l'exploiter au mieux et éviter des problèmes techniques, et pour aider les élèves à bien utiliser l'interface du logiciel. Par ailleurs, développer différents modules d'autoapprentissage ou tutoriels interactifs pourrait permettre un meilleur entraînement des élèves pour mieux comprendre l'outil. Finalement, pour mieux se rendre compte de l'impact de GeoGebra sur l'apprentissage des élèves, il serait nécessaire de mener des études plus larges et diverses, en échantillonnant des groupes mieux constitués, sur une période plus longue, et ce, afin de pouvoir constater l'efficacité de cet outil sur le long terme.

# RÉFÉRENCES


Baker, E. L., & Mayer, R. E. (1999). Computer-based assessment of problem solving. *Computers in Human Behavior, 15*, 269–282. https://doi.org/10.1016/S0747-5632(99)00007-2

Baribeau, C. (2004). L’instrumentation de la collecte de données. *Recherches qualitatives, 2*, 98–114.

Barry, S., Ouellet, K., & Perron, É. (2021). De la classe traditionnelle à la classe intégrant le TNI. *Revue hybride de l'éducation, 5*(1), 31–55.

Beckers, J. (2012). Introduction et mise en perspective théorique. Dans J. Beckers, J. Crinon & G. Simons (Éds.), *Approche par compétences et réduction des inégalités d’apprentissage entre élèves : De l’analyse des situations scolaires à la formation des enseignants* (pp. 7–16). De Boeck.

Berthelot, R., & Salin, M. H. (1999–2000). L’enseignement de l’espace à l’école primaire. *Grand N, 65*, 37–59.

Boro, I. (2011). *Utilisation des TIC dans l’enseignement secondaire et développement des compétences des élèves en résolution de problèmes mathématiques au Burkina Faso*.

Braconne-Michoux, A. (2014). Les niveaux de pensée en géométrie de Van Hiele : De la théorie à l’épreuve de la classe. *Bulletin AMQ, 54*(1), 24–51.

Bressoux, P. (2012). L'influence des pratiques enseignantes sur les acquisitions scolaires des élèves. *Regards croisés sur l'économie, 2*, 208–217.

Bernet, E. (2010). *Engagement affectif, comportemental et cognitif des élèves du primaire dans un contexte pédagogique d'intégration des TIC* [Thèse de doctorat, Université de Montréal].

Clairaut, A. C. (1741). *Éléments de géométrie*. David Fils.

Detheux-Jehin, M., & Chenu, F. (2000). Comment évaluer le raisonnement géométrique ? *Cahiers du Service de Pédagogie expérimentale, Université de Liège*. Repéré le 25 mars 2014, à http://www.fastef-portedu.ucad.sn/cesea/comfr/ulg/Cahiers3_6.pdf

Digregorio, P., & Sobel-Lojeski, K. (2010). The effects of interactive whiteboards (IWBs) on student performance and learning: A literature review. *Journal of Educational Technology Systems, 38*(3), 255–312.

Diković, L. (2009). Applications GeoGebra into teaching some topics of mathematics at the college level. *Computer Science and Information Systems, 6*(2), 191–203.

Dolbec, A., & Clément, J. (2004). La recherche-action. Dans T. Karsenti & L. Savoie-Zajc (Éds.), *La recherche en éducation : Ses étapes et ses approches* (3e éd.). Éditions du CRP.

Fagnant, A. (2005). Résoudre et symboliser des problèmes additifs et soustractifs en début d'enseignement primaire. Dans M. Crahay, L. Verschaffel, E. De Corte & J. Grégoire (Éds.), *Enseignement et apprentissage des mathématiques : Que disent les recherches pédagogiques ?* (pp. 25–54). De Boeck.

Fagnant, A., Demonty, I., Dierendinck, C., Dupont, V., & Marcoux, G. (2014). Résolution de tâches complexes, évaluation « en phases » et compétence en mathématiques. Dans C. Dierendonck, B. Rey & E. Loarer (Éds.), *L'évaluation des compétences en milieu scolaire et en milieu professionnel* (pp. 179–189). De Boeck.

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

Fuys, D., Geddes, D., & Tischler, R. (1988). The Van Hiele Model of Thinking in Geometry among Adolescents. *Journal for Research in Mathematics Education Monograph, 3*, i–196. https://doi.org/10.2307/749957

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

Goupil, J. F. (2012). L'utilisation de la calculatrice dans l'apprentissage des mathématiques au secondaire. *Enseignement des*. http://emf.unige.ch/files/1214/5321/0429/EMF2012SPE1GOUPIL.pdf

Gravel, M. P. (2016). *Les habiletés visuo-spatiales utilisées par des élèves en difficulté d'apprentissage en mathématiques*.

Greeno, J. (1991). A view of mathematical problem solving in school. Dans M. U. Smith (Éd.), *Toward a unified theory of problem solving* (pp. 69–98). Lawrence Erlbaum Associates.

Houdement, C., & Kuzniak, A. (2006). Paradigmes géométriques et enseignement de la géométrie. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives, 11*, 175–193.

Lefebvre, S. (2005). *Pratiques d'enseignement et conceptions de l'enseignement et de l'apprentissage d'enseignants du primaire à divers niveaux du processus d'implantation des TIC* [Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal].

Lemaire, P. (2006). *Psychologie cognitive* (2e éd.). De Boeck.

Lemaire, P., Didierjean, A., & Cousineau, D. (2018). *Introduction à la psychologie cognitive*. De Boeck.

Lemoyne, G., & Lessard, G. (2003). Les rencontres singulières entre les élèves présentant des difficultés d'apprentissage en mathématiques et leurs enseignants. *Éducation et francophonie, 31*, 13–44.

Mastafi, M. (2016). Définitions des TIC(E) et acception. Dans J. Bacha, S. Ben Abid-Zarrouk, L. Kadi & A. Mabrour (Éds.), *Penser les TIC dans les universités du Maghreb : TIC et enseignement apprentissage du et en français en contexte universitaire maghrébin* (pp. 179–195). L'Harmattan.

Mastafi, M. (2020). Rôles et impacts des TIC dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques : Perceptions des enseignants du secondaire. *Formation et profession, 28*(2), 60–74. https://doi.org/10.18162/fp.2020.508

Ministère de l'Éducation, des Loisirs et du Sport. (2007). *Programme de formation de l'école québécoise, enseignement secondaire, deuxième cycle*. Gouvernement du Québec.

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

Perray, E. (2012). *Les difficultés de compréhension du sens géométrique des mots polysémiques : L'exemple du mot sommet* [Mémoire de maîtrise inédit]. Université d'Orléans, IUFM Centre Val de Loire.

Québec, G. (2020). *Référentiel de compétences professionnelles : Profession enseignante*. Ministère de l'Éducation du Québec (MEQ). https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/education/publications-adm/devenir-enseignant/referentiel_competences_professionnelles_profession_enseignante.pdf

Selvy, Y., Ikhsan, M., & Johar, R. (2020, février). Improving students' mathematical creative thinking and motivation through GeoGebra-assisted problem-based learning. *Journal of Physics: Conference Series, 1460*(1), 012004. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1460/1/012004

Radović, S., Radojičić, M., Veljković, K., & Marić, M. (2020). Examining the effects of GeoGebra applets on mathematics learning using interactive mathematics textbook. *Interactive Learning Environments, 28*(1), 32–49. https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1512001

Trouche, L. (2003). *Construction et conduite des instruments dans les apprentissages mathématiques : Nécessité des orchestrations* (Habilitation à diriger des recherches). Université Paris VII.

Tschacher, K. (2003, juin). *Rôle et usage des logiciels et calculatrices dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques*.

Van De Walle, J., & Lovin, L. H. (2008). *L'enseignement des mathématiques : L'élève au centre de son apprentissage* (Vol. 3, pp. 290–249). ERPI.

Van Hiele, P. M. (1969). Quelques aspects didactiques du développement de la pensée des enfants dans les mathématiques et la physique. *Educational Studies in Mathematics: An International Journal, 1*(3), 343–346. https://doi.org/10.1007/BF00558320

Venema, G. (2013). *Exploring Advanced Euclidean Geometry with GeoGebra*. Mathematical Association of America.

Wallas, G. (1926). *The art of thought*. Harcourt, Brace.

Wilson, J. W., Fernandez, M. L., & Hadaway, N. (1993). Mathematical problem solving. Dans P. S. Wilson (Éd.), *Research ideas for the classroom: High school mathematics* (pp. 57–78). MacMillan.

Zulnaidi, H., Oktavika, E., & Hidayat, R. (2020). Effect of use of GeoGebra on achievement of high school mathematics students. *Education and Information Technologies, 25*, 51–72. https://doi.org/10.1007/s10639-019-09899-y

# LA SITUATION PROBLÈME 1

Nom : ____________________ Date : __________ Groupe : ________

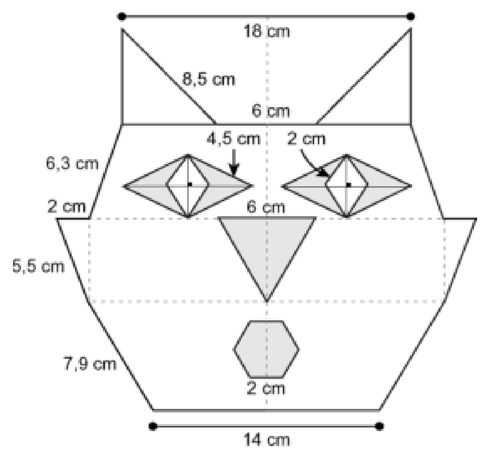
**Fiche SP-4**

Situation-problème 4 – Arithmétique et géométrie

## Le chat de Léo

### MISE EN SITUATION

Léo a créé le dessin ci-contre qui servira à fabriquer une enseigne lumineuse pour l'animalerie de ses parents. Pour fabriquer cette enseigne, Léo a choisi d'utiliser des cordons électriques lumineux de trois couleurs, qu'il collera sur une plaque de verre. Il se demande si son budget de 40 $ sera suffisant pour acheter tout le matériel nécessaire.




**Ta tâche**
Léo a besoin de ton aide pour calculer le montant total des dépenses (taxes de ventes de 15 % comprises) et pour vérifier si son budget de 40 $ sera suffisant.

Voici les autres renseignements dont tu as besoin pour réaliser ta tâche.

- les oreilles du chat sont des triangles rectangles isocèles ;
- le nez et la bouche sont des polygones réguliers ;
- la droite pointillée est un axe de réflexion.

**DÉPENSES DE LÉO :**

| Matériel pour fabriquer l'enseigne lumineuse | Prix (avant taxes de 15 %) |
|---|---|
| Plaque de verre de 30 cm de largeur sur 30 cm de longueur | 7,50 $ |
| Colle | 2,00 $ |
| Cordon lumineux rouge (pour le contour du visage du chat) | 14,50 $/m |
| Cordon lumineux vert (pour le contour des yeux, du nez, de la bouche et pour les pointes des oreilles) | 11,75 $/m |
| Cordon lumineux jaune (pour les pupilles) | 16,25 $/m |

# LA SITUATION PROBLÈME 2

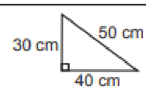
Nom: ______________________ Groupe: ________ Date: ____________

Fiche SP-3

## Situation-problème 3

### Concours géométrique

Pour leur campagne de financement, les élèves d'une école secondaire vendent des billets pour un grand tirage. La personne gagnante devra piger dans un baril un des cartons ci-dessous. On lui remettra alors le montant d'argent inscrit sur le carton.

A


_______ $
4 cartons dans le baril

B Trapèze isocèle dont les côtés non parallèles mesurent 32 cm. Les côtés parallèles mesurent 24 cm et 42 cm.
_______ $
2 cartons dans le baril

C Rectangle de 24,5 cm sur 55,6 cm
_______ $
3 cartons dans le baril

D Carré de 3,47 dm de côté
_______ $
4 cartons dans le baril

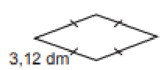
E


_______ $
3 cartons dans le baril

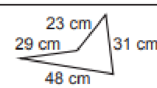
F Parallélogramme de 2,58 dm sur 3,05 dm
_______ $
3 cartons dans le baril

G


_______ $
2 cartons dans le baril

H


4 cartons dans le baril

I


_______ $
2 cartons dans le baril

Les élèves qui s'occupent de la comptabilité de la campagne doivent attribuer une valeur monétaire à chaque figure. Ils déterminent que le montant d'argent associé à chacune d'entre elles dépendra des caractéristiques suivantes.

J Triangle équilatéral de 0,41 m de côté
_______ $
3 cartons dans le baril

Montant initial du prix:

- 750 $, si le périmètre de la figure est de 1 m ou moins;
- 1 050 $, si le périmètre de la figure est plus grand que 1 m, mais inférieur à 1,25 m;
- 575 $, si le périmètre de la figure est de 1,25 m ou plus.

À ce montant s'ajoute:

- 225 $, si la figure comprend au moins un angle obtus;
- 125 $, si la figure est un quadrilatère.

Et pour terminer:

- On double la valeur du montant total si la figure est un polygone régulier;
- On triple la valeur du montant total si la figure est un polygone non convexe.

Les organisateurs veulent connaître le montant d'argent associé à chaque figure pour placer les montants sur les cartons. De plus, ils veulent déterminer quelle est la probabilité de gagner le plus grand montant.

En considérant que la personne gagnante pige au hasard un seul carton dans le baril, complète le tableau de la page suivante.

Détermine ensuite le montant maximal qu'une personne peut gagner, la probabilité de gagner ce montant (en pourcentage), ainsi que la ou les figures associées à ce montant.